

• Réalisation:

* Sécurité

- obs critères de réalisation règlement

- Respecter les règles

* Service

* Durabilité:

ch permanent G ou C_p (poids propre)

Charges = ch exploitation Q_{eau} (variable)

climatique Neige (N), Vent (V) T^o (T) $\frac{S, N}{\dots}$

ch. Accidentelle séisme, explosion $\frac{S, C}{\dots}$

- Combinaison d'Action:

C_p (G), $S, V, N, E \dots$

ch. base (Q) (N) (S), (E) \dots

ch d'accompagnement

$$\frac{4}{3} C_p + \frac{3}{2} S$$

$$\frac{4}{3} C_p + \frac{17}{12} (S+V)$$

$$\frac{4}{3} C_p + \frac{4}{3} (S + V_n + N_n)$$

$$\frac{4}{3} \dots + \frac{3}{2} V_n$$

$$\frac{4}{3} C_p + \frac{17}{12} (S + N_n)$$

Si N et V dans m Comb

$$\frac{4}{3} \dots + \frac{3}{2} N_n$$

$$\frac{4}{3} C_p + \frac{17}{12} (V_n + N_n)$$

Reduire N_e de 50%

$$N_{n/2} = 0.5 N_n$$

Si effet de T^o Remplacer G par $(G+T)$

C_p " (C_p+T)

Base De Calcul En C.M

Projet de constructions \rightarrow 3 phases :

Conception:

- choix du profilé (forme de section)

H - HEA

IPN

f_{ct} - HEB

f_{ct} - HEM

Poutre IPE

- Destination de l'ouvrage.

- environnement.

Dimension:

- Dime Section IPE_{200, 300} (hauteur Totale)

- Determination La geom

\hookrightarrow Charge

\hookrightarrow Comb. charges

\hookrightarrow sollicitations

\hookrightarrow contraintes

\hookrightarrow Deplacements

* verification critiques

- Résistance $\sigma_c \leq \sigma_e$

- stabilité $\sigma_c \leq \sigma_{admi}$

σ_{admi} : f_{ct} ouvrage (geom)

σ_c : f_{ct} Matériau (Rois)

- Justification de sécurité:

$$\sigma_{\text{calcul}} = \sigma_{\text{pondérée}}$$

Resistance Trc Simple } $\sigma_c \leq \sigma_e$
Cpr simple }

Cisaillement $\tau_c = 1,54 \tau_{\text{pondérée}}$

$$1,54 \tau_c \leq \sigma_e$$

BABAKHOUYA

0792366865

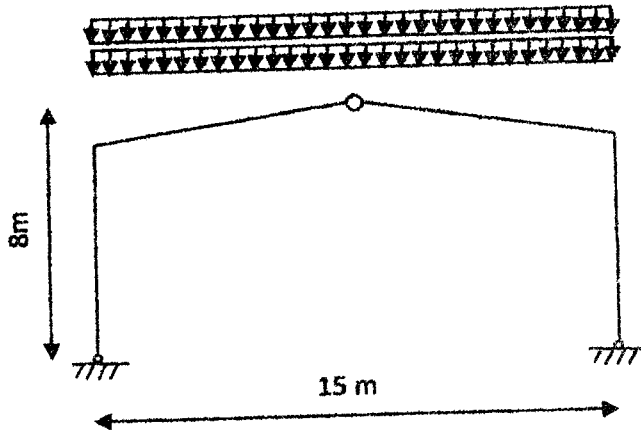
ECOLE NATIONALE DES TRAVAUX PUBLICS

SERIE N°1

4^{ème} ANNEE - CM-

COMBINAISONS DES CHARGES

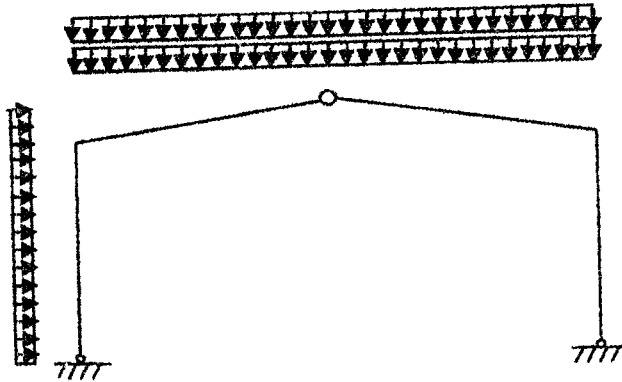
Exercice 1



Calculer les réactions maximales pour le cas de charge suivant :

$$C_p = 3\text{kN/m} \text{ et } S = 4\text{kN/m.}$$

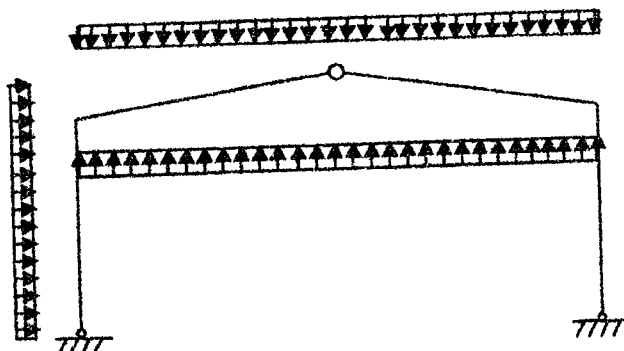
Exercice 2



Même question que l'exercice 1 avec :

$$C_p = 2\text{kN/m}, S = 3\text{kN/m} \text{ et un vent horizontal } V_h = 3\text{kN/m}$$

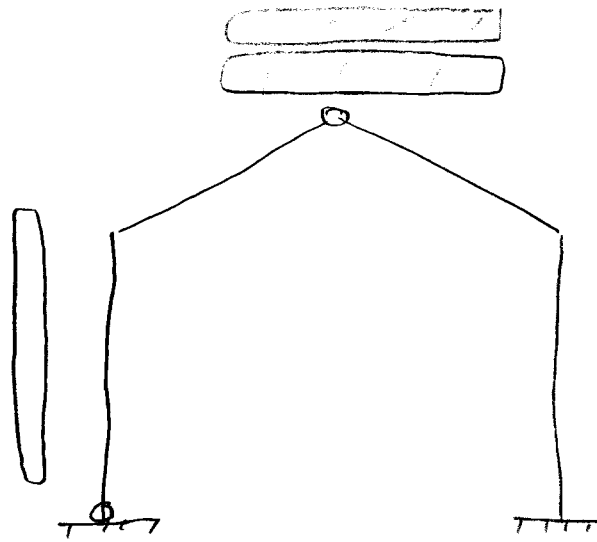
Exercice 3



Même question que précédemment avec une charge verticale du vent

$$V_v = 2.5\text{kN/m} \text{ et horizontale } V_h = 3\text{kN/m. } C_p = 3\text{kN/m.}$$

EX02



$$C_4 = 2$$

$$C_5 = 3$$

$$V_H = 3 \text{ KN}$$

$$C_1 = \frac{4}{3} C_P + \frac{3}{2} S \quad \begin{cases} C_1^V = \frac{4}{3} C_P + \frac{3}{2} S \\ C_1^H = 0 \end{cases}$$

$$C_2 = \frac{4}{3} C_P + \frac{3}{2} V_H \quad \begin{cases} C_2^V = \frac{4}{3} C_P \\ C_2^H = \frac{3}{2} V_H \end{cases}$$

$$C_3 = \frac{4}{3} C_P + \frac{17}{12} (S + V_H) \quad \begin{cases} C_3^V = \frac{4}{3} C_P + \frac{17}{12} S \\ C_3^H = \frac{17}{12} V_H \end{cases}$$

Situation Extreme:

$$\text{Coeff} = 1 \quad V_e = 1,75 V_H$$

$$C_4 = C_P + 1,75 V_H$$

$$C_5 = C_P + S + 1,75 V_H \quad \begin{cases} C_5^V = C_P + S \\ C_5^H = 1,75 V_H \end{cases}$$

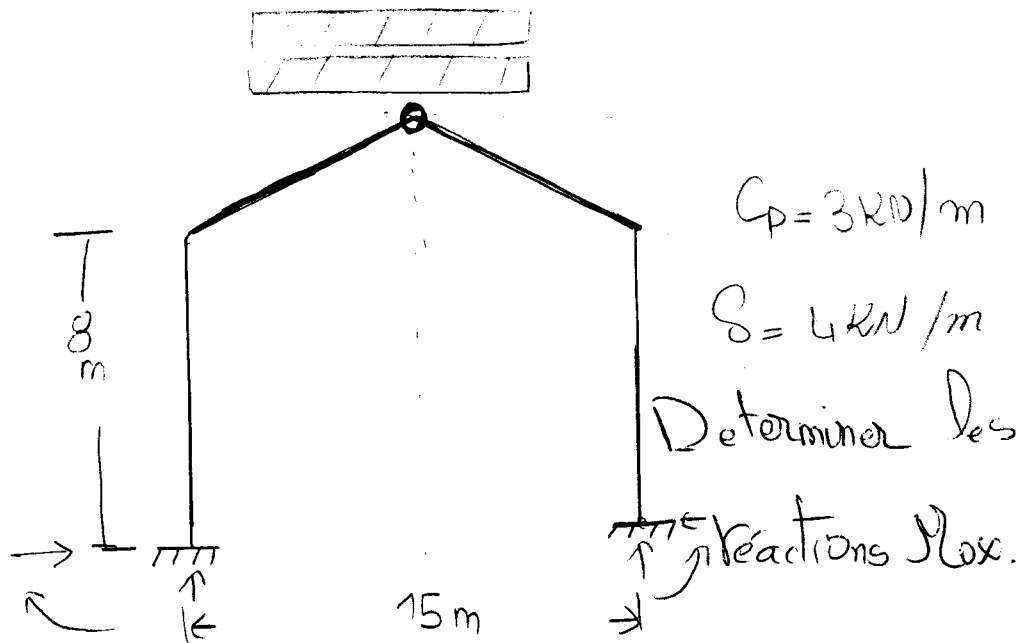
Situation normale:

$$\textcircled{1} C_1 = 7,16 \text{ KN/m}$$

$$R_1^H = R_2^V = 53,70 \text{ KN} \quad R_1^V = R_2^H = 25,77 \text{ KN}$$

$$\textcircled{2} \begin{cases} C_2^V = 2,67 \text{ KN/m} \\ C_2^H = 4,5 \text{ KN/m} \end{cases} \quad \begin{cases} R_1^V = R_2^V = 20,025 \text{ KN/m} \\ R_1^H = R_2^H = -9,30 \end{cases}$$

EX.01



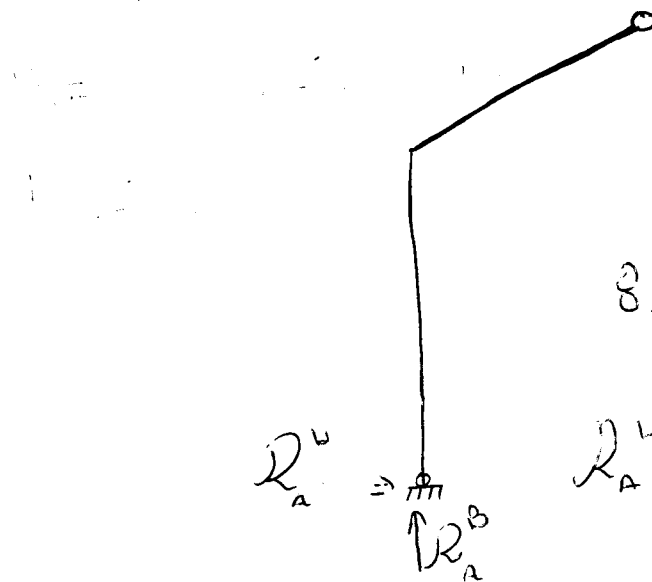
① Combinaison de charges :

$$1 \text{ Com} \Rightarrow \frac{4}{3} C_p + \frac{3}{2} S = 10 \text{ kN/m}$$

$$\sum R_A^V + R_B^V = 150 \text{ kN.}$$

$$R_A^V = R_B^V = 75 \text{ kN (sym.)}$$

$$R_A^H + R_B^H = 0$$



$$\sum M / o = 0$$

$$8 R_A^H - 75 \times \frac{15}{2} + \frac{10 \times 15}{2} \cdot \frac{15}{4} = 0$$

$$R_A^H = R_B^H = 35.15 \text{ kN.}$$

① $R_{ACP}^V = 22,6 \text{ kN.}$

$$R_{ACP}^H = 10,54$$

② $R_{AS}^V = 30 \text{ kN} \quad R_{AS}^H = 14,06 \text{ kN.}$

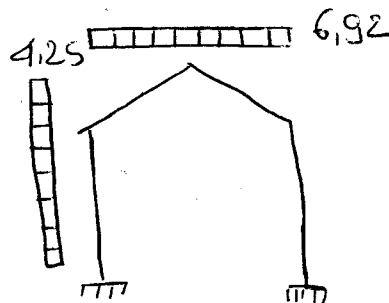
$$R_A^V = 10,54 \text{ KN.}$$

$$R_A^H = -17,67.$$

$$R_B^V = 29,6$$

$$R_B^H = 18,37.$$

$$\textcircled{3} \begin{cases} C_3^V = \frac{4}{3}(2) + \frac{17}{12}(3) = 6,92 \text{ KN/m.} \\ C_3^H = \frac{17}{12} \cdot 3 = 4,25 \text{ KN/m.} \end{cases}$$



$$R_A^V = 42,83 \text{ KN.}$$

$$R_A^H = -1,16 \text{ KN.}$$

$$R_B^V = 60,97 \quad R_B^H = 32,83 \text{ KN.}$$

② Situation ext ⇒

$$\textcircled{1} \quad C_4 = C_p + V_e = C_p + 1,75V \quad \begin{cases} C_4^V = C_p = 2 \text{ KN/m.} \\ C_4^H = 1,75V = 5,25 \text{ KN/m} \end{cases}$$

$$R_A^V = 3,8 \text{ KN} \quad \frac{1,75 \cdot 3}{1}$$

$$R_A^H = 24,47.$$

$$R_B^V = 26,47 \quad R_B^H = 17,53.$$

$$\textcircled{2} \quad C_5 = C_p + S + V_e = C_p + S + 1,75V \quad \begin{cases} C_5^V = C_p + S = 5 \text{ KN/m} \\ C_5^H = 1,75V = 5,25 \text{ KN/m.} \end{cases}$$

$$R_A^V = 26,3 \text{ KN} \quad R_A^H = -14$$

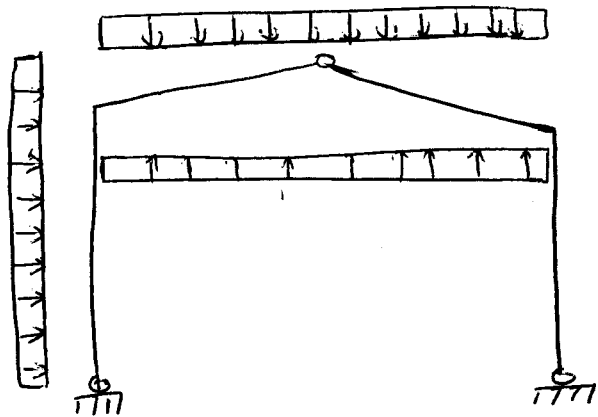
$$R_B^V = 48,7 \quad R_B^H = 28,07$$

EX03

Si Une Des charges est
est en Sens Contraire à C_p

• Coeff M_j $C_p = 1$

Situation normale :



$$C_1 = C_p + \frac{3}{2} (V_v) \quad V = (V_H + V_V)$$

$$C_2 = C_p + \frac{3}{2} V_H \quad \left\{ \begin{array}{l} C_2^v = C_p \\ C_2^H = \frac{3}{2} V_H \end{array} \right.$$

$$C_3 = C_p + \frac{17}{12} (V_v + V_H) \quad \left\{ \begin{array}{l} C_3^v = C_p + \frac{17}{12} V_v \\ C_3^H = \frac{17}{12} V_H \end{array} \right.$$

Situation extrême :

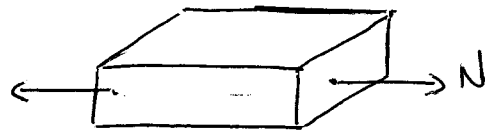
$$C_4 = C_p + 1,75 V_v$$

$$C_5 = C_p + 1,75 V_H$$

$$C_6 = C_p + 1,75 (V_H + V_v)$$

→ Les réactions :

CALCUL Des Pièces Tendues.

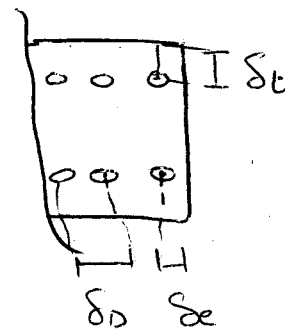


Barre Tendue \approx Pièce Soumise à un effort normal de (AXIAL)
TRC ($N > 0$).

S_t : pince Transversale.

S_e : pince longitudinale.

S_e : (pas) = écartement. (S).



S_t, S_e, d doivent respecter des Conditions.

$3d < S_e < 7d$ d : diamètre des trous \Rightarrow Si Risque d'oxyd

$$1,5d < S_t < 2,5d.$$

$$d = \phi + 2m \quad \phi : \text{Diam. boulons.}$$

Verifi Resist Barres Tendues \approx

$$\sigma_c = \frac{N}{A_{nette}} \leq \sigma_e^{\text{donnée.}} \quad \sigma_c \leq \sigma_e.$$

$\left\{ \begin{array}{l} N. \text{ inconnus} \Rightarrow \text{Calcul de Capacité.} \\ A. \text{ ''} \Rightarrow \text{Dimension (Calcul Des Sections)} \end{array} \right.$

Section Nette (efficace) (A_{min})

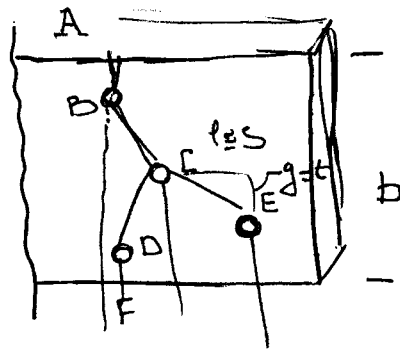
Ligne Goulue : ligne de Rupture Minimale.

$$A = b \cdot e$$

$$b_{nette} = b - \sum d_{tro} + \sum \frac{s_i \cdot e}{4g_i}$$

$$= b - d_{tro} + \sum \frac{L_i \cdot e}{4t_i}$$

$$A_n = b_n \cdot e$$



Exercice 1

1. Calculer la section efficace de la plaque représentée sur la *figure 1*, sachant que le diamètre du trou est de 22 mm et que l'épaisseur est de 6 mm .
2. Calculer l'effort que peut supporter cette pièce sans se rompre. L'acier utilisé *E24*.

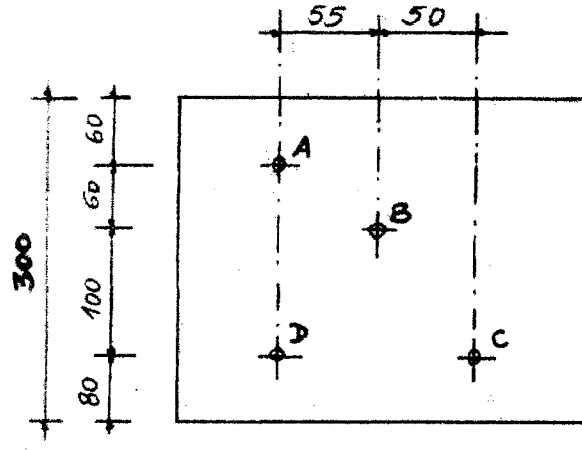


Figure 1

Exercice 2

Vérifier si le fer plat de la *figure 2* résiste à un effort de traction pondéré égal à 200 KN , sachant que le diamètre des trous est de 24 mm et que l'épaisseur du plat est de 10 mm . Acier *E24*.

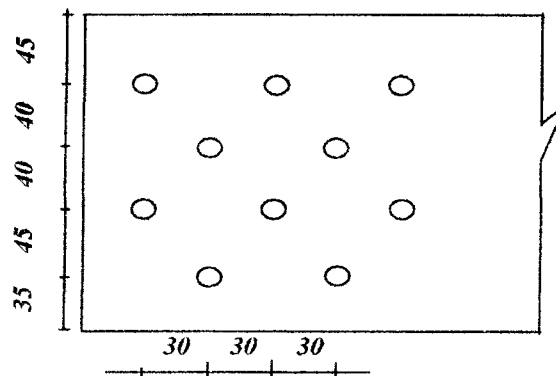


Figure 2

Exercice 3

Vérifier si la cornière $L120 \times 80 \times 10$ (*figure 3*) de 5 m de longueur peut supporter les charges de traction non pondérées $G = 40\text{ KN}$ et $P = 80\text{ KN}$; diamètre des trous $d = 20\text{ mm}$. Acier *E24*

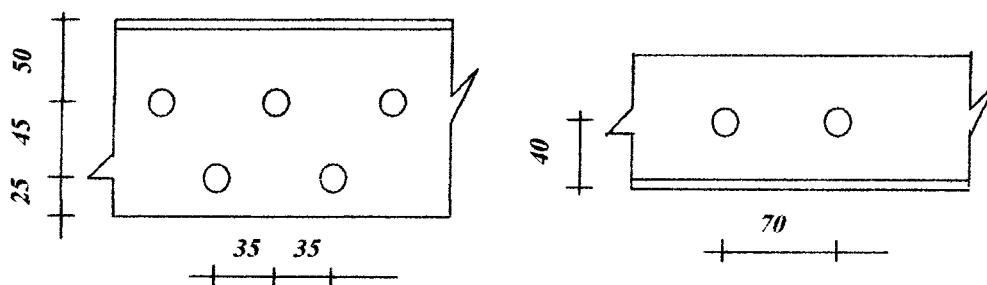
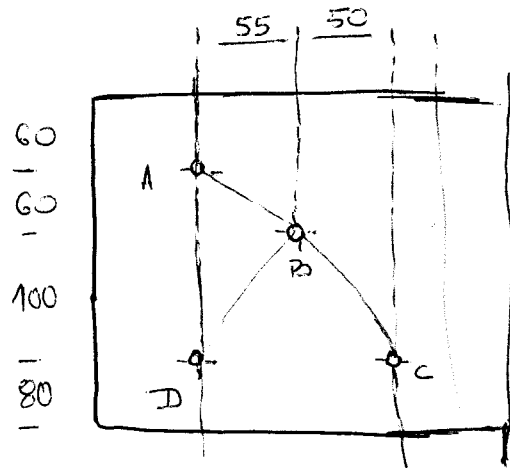


Figure 3

Exercice N°1

- Calcul Pa section efficaces

$$b_{nette} = b - \sum d_{trou} + \sum \frac{s_i^2}{4y_i}$$



* ligne AD: $b_1 = 300 - 2 \times 22 = 256 \text{ mm}$

$$A_1 = 256 \times 6 = 1536 \text{ mm}^2$$

* ligne ABC:

$$b_2 = 300 - 2 \times 22 + \frac{55^2}{4.60} + \frac{50^2}{4.100} = 262,81 \text{ mm}$$

$$A_2 = 1517 \text{ mm}^2$$

ligne ABD: $b_3 = 300 - 2 \times 22 + \left(\frac{55^2}{4.60} + \frac{55^2}{100} \right) = 264,17 \text{ mm}$

$$A_3 = 1525 \text{ mm}^2$$

$$A_{min} = 1517 \text{ mm}^2$$

② effort max: N_{max} .

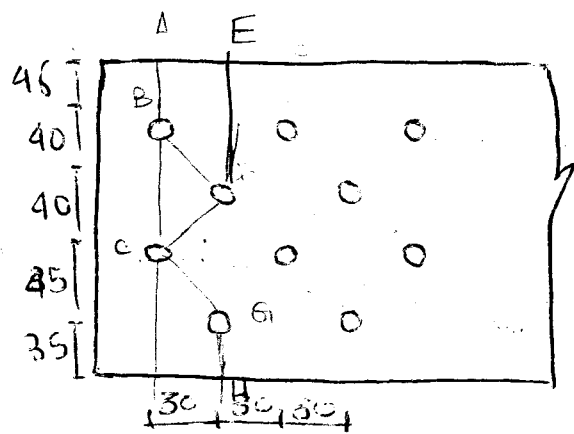
$$\frac{N}{A_{min}} \leq \sigma_e$$

$$N_{max} = \sigma_e \cdot A_{min} = 24 \cdot 1517$$

$$N_{max} = 36408 \text{ daN}$$

$$= 36,4 \text{ T.}$$

- Exo2
- ABCD
 - ABFCGH
 - ABFCD
 - ABFGH
 - EFCGH



ligne ABCD:

$$b_1 = 205 - 2 \times 24 = 157 \text{ mm.} \quad A_1 = 157 \times 10 = 1570 \text{ mm}^2$$

ligne ABFCGH:

$$b_2 = 205 - 4 \times 24 + \frac{30^2}{4 \times 40} + \frac{30^2}{4 \times 40} + \frac{80^2}{4 \times 45}$$

$$= 125,25 \text{ mm.}$$

$$A_2 = 1252,5 \text{ mm}^2.$$

ligne ABFCD:

$$b_3 = 205 - 3 \times 24 + \frac{30^2}{4 \times 40} + \frac{30^2}{40 \times 4} = 144,25 \text{ mm.}$$

$$A_3 = 1442,5 \text{ mm}^2.$$

ligne ABFGH:

$$b_3 = 205 - 3 \times 24 + \frac{30^2}{40 \times 4} = 138,625 \text{ mm.}$$

$$A_3 = 1386,25 \text{ mm}^2.$$

ligne EFCGH:

$$b_4 = 205 - 3 \times 24 + \frac{30^2}{160} + \frac{30^2}{160} + \frac{30^2}{180} = 143,625 \text{ mm}$$

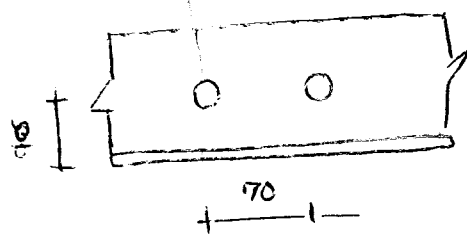
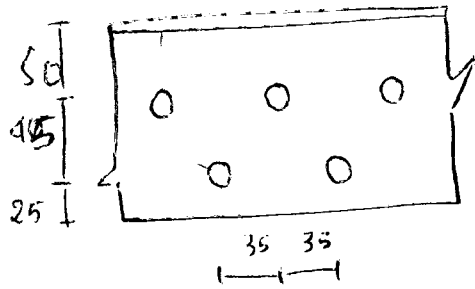
$$A_4 = 1436,25 \text{ mm}^2$$

verification : $\sigma : \text{daN/mm}^2$

$$\frac{N}{A_{\text{nette}}} = \frac{200 \cdot 10^3}{1252.5} \approx 16 \text{ kg da/mm}^2 < \sigma_e = 24 \text{ daN/mm}^2.$$

\Rightarrow La Pièce est vérifiée à la traction

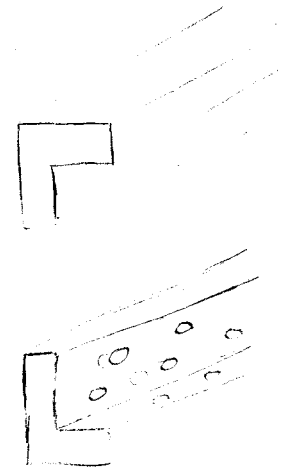
Exercice N°38



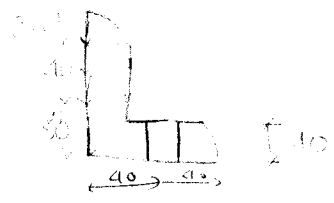
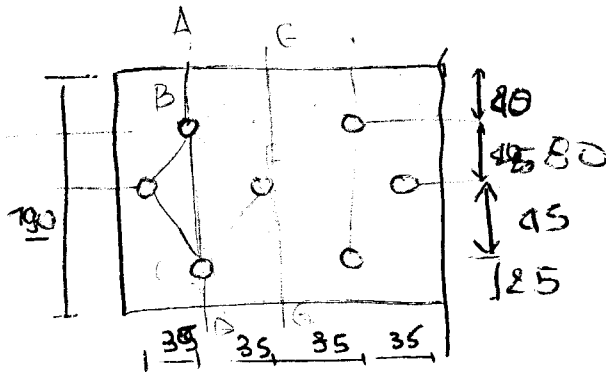
$C_p = 90 \text{ kN}$ $S = 80 \text{ kN}$.

Verif: $\sigma_c = \frac{N}{A_{nette}} \leq \sigma_e$

$N = \frac{4}{3} G + \frac{2}{2} P = 173,33 \text{ kN}$.



- ABC
- ABFCB
- EFCB



Ligne ABC

$b_1 = 190 - 2 \times 20 = 150 \text{ mm}$ $A_1 = 1500 \text{ mm}^2$

Ligne ABFCB:

$b_2 = 190 - 3 \times 20 + \frac{35^2}{4 \times 80} + \frac{35^2}{4 \times 45} = 140,63 \text{ mm}$
 $A_2 = 1406,3 \text{ mm}^2$

Ligne ABFC:

$b_3 = 190 - 40 - \frac{35^2}{4 \times 80} = 153,83 \text{ mm}$ $A_3 = 1538,3 \text{ mm}^2$

Ligne EFCB: $b_4 = 170 \text{ mm}$ $A_4 = 1700 \text{ mm}^2$
 Ligne EFC: $b_5 = 190 - 2 \times 20 + \frac{35^2}{4 \times 80} = 156,80 \text{ mm}$ $A_5 = 1568 \text{ mm}^2$

$$\frac{N}{A_{\text{nette}}} = \frac{173,33 \times 100}{1406,3} = 12,32$$

$$\sigma_e = 24$$

⇒ ds Cornière résiste aux efforts Appliqués.

- effort max que peut supporter cette Cornière :

$$\sigma_c = \sigma_e$$

$$\frac{N_{\text{max}}}{A_{\text{nette}}} = \sigma_e$$

$$\Rightarrow N_{\text{max}} = \sigma_e \times A_{\text{nette}}$$

$$N_{\text{max}} = 33751,2 \text{ d} \text{ } \sigma \text{ N.}$$

$$\boxed{N_{\text{max}} = 33,75 \text{ t}}$$

Pièces Soumise à La CPR Simple.

CPR \Rightarrow phénomène d'instabilité géométrique. $y = y_c + u$



N_c (critique) \Rightarrow charge d'EULER.

Vérification de La CPR:

$$\sigma_c \leq \sigma_e$$

$$\sigma_c = K \cdot \sigma$$

L Coeff d'amplification des σ_c de CPR

$$\sigma_c = \frac{N}{A} \quad K \geq 1.$$

$K = \sqrt{f(\sigma_e, \sigma_{K1}, d)}$: f : élongement géométrique. (l_0 , appuis)

o — o biarticulation: $l_g = l_0$: l_0 : longueur de flbt

o — E \rightarrow $l_g = 0,7 l_0$
enca/appuis

$$d = \frac{l_0}{i} \quad i = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

E — E $l_g = 0,5 l_0$
bi-encas

E — | $l_g = 2 l_0$
enca/ex libre

\Rightarrow tableaux = K $\begin{cases} \sigma_e = 24 \\ \sigma_e = 30 \\ \sigma_e = 36 \end{cases}$

$$n_1 \rightarrow K_1$$

$$n_2 \rightarrow K_2$$

n_1, n_2 entières.

$$K = K_n + \frac{K_2 - K_n}{\lambda_2 - \lambda_1} (\lambda - \lambda_1)$$

Exercice 1

Déterminer la charge maximale de compression que peut supporter un poteau HEA 180 en acier E24 de 6 m de hauteur, encastré en tête et articulé en pied.

Exercice 2

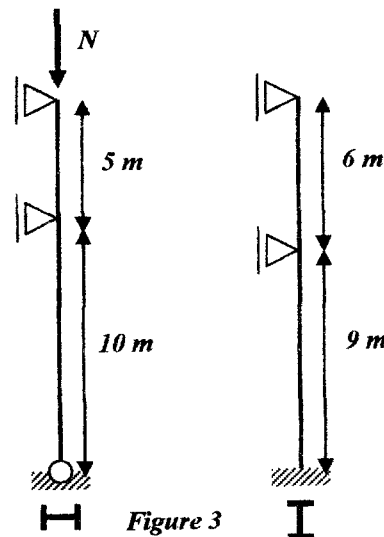
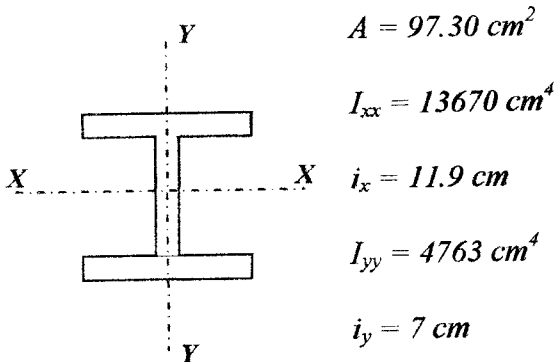
Soit un poteau dont la section est constituée de deux semelles de dimensions 200x10 et d'une âme de dimensions 200x06. Ce poteau dont la longueur libre est de 9.15 m a ses deux extrémités articulées dans le plan Y-Y et a une extrémité encastree au sol et une extrémité articulée dans le plan X-X. Ce poteau (Acier E24) est soumis à un effort de compression $N = 450 \text{ KN}$.

- Vérifier la résistance de ce poteau.

Exercice 3

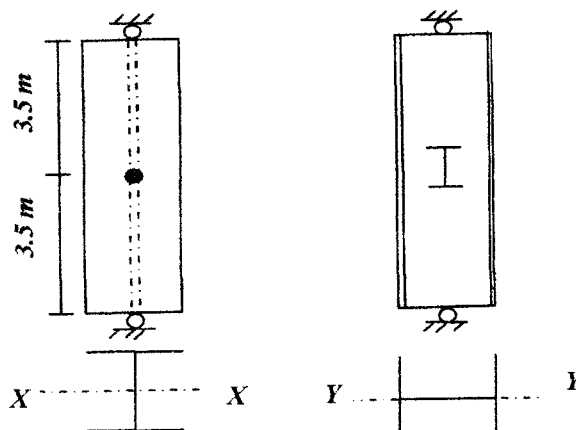
Un poteau métallique en acier E24, de hauteur totale 15 m et de profil HEA280 est soumis à un effort de 122 t. Le poteau présente des appuis multiples suivant les deux plans principaux comme illustré sur la figure 3.

1. Ecrire la condition de résistance à vérifier.
2. Vérifier la résistance du poteau métallique.



Exercice 4

Vérifier la résistance d'un poteau constitué par un HEA200 comprimé par une charge pondérée de 1000 KN. A mi-portée, le poteau ne peut pas se déplacer dans le plan X-X mais sa rotation est libre. Le poteau a une longueur libre de 7 m. Acier E24.



EX01.

HEA/E24

$$H = 6 \text{ m}$$

$N_{\max} = ?$ (capacité du poteau)

Condition Resi flb^t:

$$\sigma \leq \sigma_e$$

k : coefficient fl.

σ : σ_e de CPR

$$\sigma \leq \frac{N}{A} \leq \sigma_e \quad N \leq \frac{\sigma_e \cdot A}{k_e}$$

$$N_{\max} = \frac{\sigma_e \cdot A}{k_e}$$



$k = f(l)$ / l : élancement.

$$l = \frac{L_f}{i}$$

$l_f = f(\text{condi}^{\circ} \text{d'appuis})$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

Tab

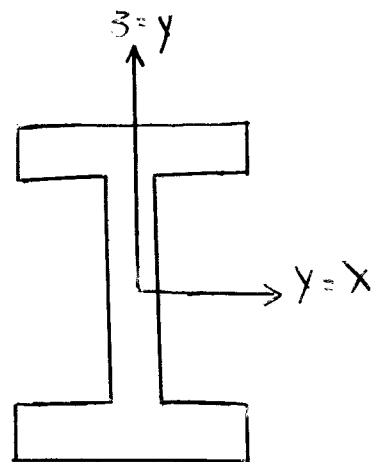
$$\left\{ \begin{array}{l} A = 45,2 \text{ cm}^2 \\ I_x = 2510 \text{ cm}^4 \\ I_y = 924,6 \text{ cm}^4 \end{array} \right.$$

Page 403

$$\left\{ \begin{array}{l} i_x = 7,45 \text{ cm} \\ i_y = 4,52 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$l_f = 0,7 \cdot l_0 = 4,2 \text{ m}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_x = 0,56 \cdot 10^8 = 56,37 \\ I_y = 92,92 \end{array} \right.$$



$$\lambda = \max \{ \lambda_x, \lambda_y \} = 92.92.$$

Axe de flambement: y

Plan de flambement: XZ ($x-x$).

$$\lambda_1 < \lambda < \lambda_2 \Rightarrow 92 < \lambda < 93$$

$$K_1 = 1.696 \quad K_2 = 1.719$$

$$K = K_1 + \frac{K_2 - K_1}{\lambda_2 - \lambda_1} (\lambda - \lambda_1)$$

$$= 1.696 + \frac{1.719 - 1.696}{1} \cdot 0.92$$

$$K = 1.714$$

$$N_{\max} = \frac{\sigma_e \cdot A}{K} = 632.5 \cdot 10^2$$

$$N_{\max} = 63249.8 \text{ daN.}$$

$$N_{\max} = 63.25 \text{ t}$$

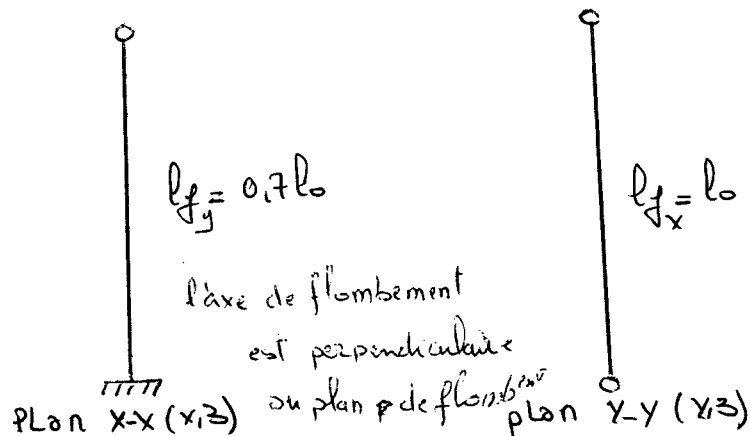
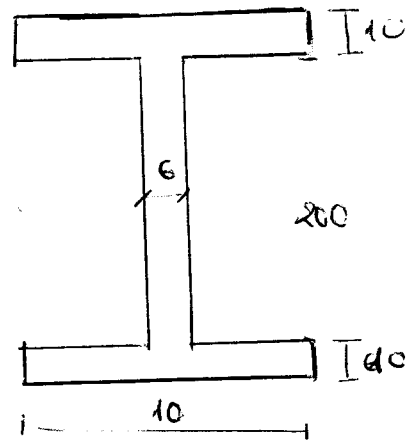
Exercice N°2.

$$2\sigma \leq \sigma_e.$$

$$A = 2(200 \cdot 10) + 200 \cdot 6$$

$$= 5200 \text{ cm}^2.$$

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{450 \cdot 10^3}{5200} = 8,65 \text{ daN/mm}^2$$



$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{r_y} \quad , \quad r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$$\left\{ \begin{aligned} I_x &= 2 \cdot \left(\frac{200 \cdot 10^3}{12} + 200 \cdot 10 \cdot 10^2 \right) + \frac{200 \cdot 6^3}{12} = 4,813 \cdot 10^7 \text{ mm}^4 \\ &= 4813 \text{ cm}^4 \\ I_y &= \frac{200^3 \cdot 10^3}{6} + \frac{200 \cdot 10^3}{12} = 1333 \text{ cm}^4 \\ A &= 5200 \text{ mm}^2 \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} r_y &= 5,06 \text{ cm} \\ r_{yx} &= 9,62 \text{ cm} \end{aligned} \right.$$

$$\lambda_x = 95,11 \quad \lambda_y = 126,58$$

$$\lambda_{\max} = \lambda_y = 126.58$$

l'axe def = Y.

plan de flamb x-x.

$$\lambda_1 = 126 \quad \lambda_2 = 127$$

$$K_1 = 2,712$$

$$K_2 = 2,748$$

$$K = K_1 + \frac{K_2 - K_1}{\lambda} (\lambda - \lambda_1)$$

$$K_e = 2,733$$

$$K \cdot l \leq \sigma_e$$

$$\Rightarrow 2,733 \times 8,65 = 23,64 \leq \sigma_e = 24$$

Conc : La pièce Résiste
au flamb.

EX03:

① Conditions de Résistance : $k \sigma \leq \sigma_c$. (Compression).

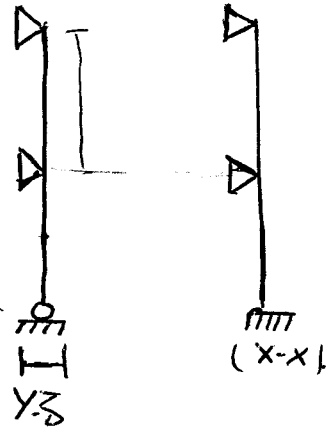
$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{122 \cdot 10^3}{97.30 \cdot 10^{-2}} = 12.54 \text{ daN/mm}^2$$

$$\sigma = 12.54 \text{ daN/mm}^2$$

• k :

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{13670}{97.30}} = 11.85 \text{ cm}$$



$$\lambda_{x_{\max}} = \frac{l_{f_{\max}}}{i_x} = \frac{l_{f_{\max}}}{i_x} = \frac{\max\{l_{f1} = 5\text{m}, 10\text{m}\}}{i_x} = 10\text{m}$$

$$\lambda_x = \frac{10 \cdot 10^3}{11.85} = 84.03 \quad \lambda_x = 84.03$$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y} \quad i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{2793}{97.30}}$$

$$\lambda_y = 90$$

$$\lambda = 90$$

l'axe de flexion = y

plan de flexion x-x

$$\Rightarrow k = 1.651$$

$$K_e \cdot \sigma = 1.651 \times 1254 = 20.70 \text{ daN/mm}^2$$

$$\rightarrow K_e \cdot \sigma < \sigma_e$$

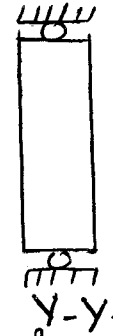
La Conditions de Résistance est
vérifiée.

④ ~~vérifier~~ la résistance du poteau métallique.
est vérifiée

EX 04

$$K \cdot \sigma \leq \sigma_e.$$

$$\text{HEA 200} \begin{cases} A = 53.83 \text{ cm}^2 \\ I_x = 3892 \text{ cm}^4 \\ I_y = 1336 \end{cases}$$



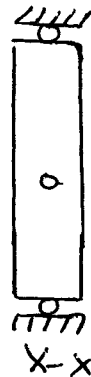
$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{10^5}{5383} = 18.57 \text{ daN/mm}^2.$$

$$\lambda_x = \frac{l_{fx}}{i_x} \quad - \quad l_{fx} = 7 \text{ m} \quad i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = 68.57 \text{ cm}.$$

$$\lambda_x = \frac{7 \cdot 10^2}{8.98} \quad \lambda_x = 10.22 \cdot 84.54.$$

$$\lambda_y = \frac{l_{fy}}{i_y} \quad i_y = 4.98 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{3.5 \cdot 10^2}{4.98}$$



$$\lambda_y = 70.28$$

$$\lambda = 84.54 \quad \text{l'axe de flo. X}$$

plan de flo Y-Y.

$$K = K_1 + \frac{K_2 - K_1}{1} (1 - 1)$$

$$= 1.527 + \frac{0.020}{1} (0.28 \cdot 54).$$

$$K = 1.538$$

La pièce ne résiste pas au flambement.

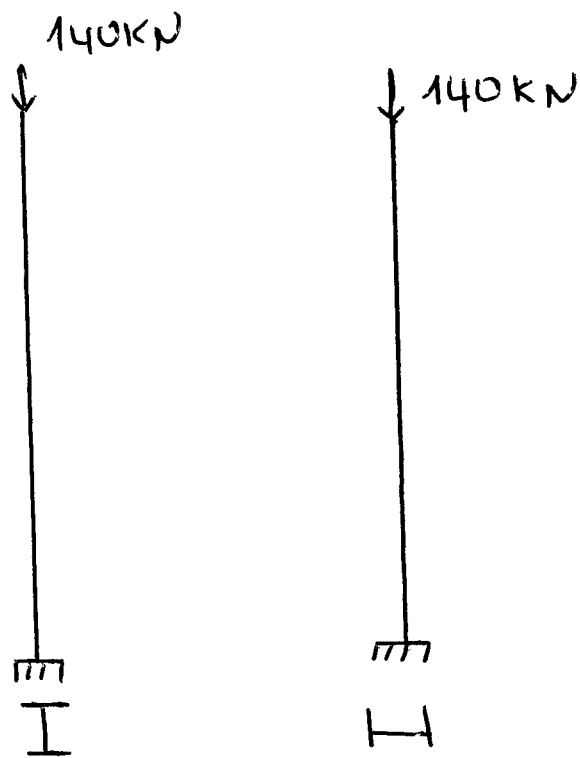
⇒ il faut Redimensionner.

⇒ Adopter H.E.A 220 ?

$$\begin{cases} A = 64,34 \\ I_x = 5410 \\ I_y = 1955 \end{cases}$$

$$\sigma = \frac{N}{A} = 15,54 \text{ daN/mm}^2$$

D.M.



H.E.B 160 E 24 H = 6 m

verifie la resistance du poteau.

Pièce soumise à la flexion.

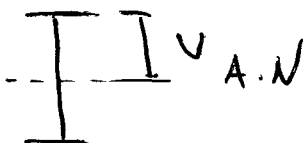
Poutre en flexion $\left\{ \begin{array}{l} (M_y, T_x) \text{ ou } (M_x, T_y) \text{ flexion simple} \\ (M_x, T_x) \text{ et } (M_y, T_y) \text{ flexion Déviée.} \end{array} \right.$

Vérification de Résistance :

Condition de Résist Elast $\sigma_{\text{calc}} \leq \sigma_e.$

$$\sigma_{\text{calc}} = \frac{M}{W} = \frac{M}{I} \cdot w \quad w = \frac{I}{v}$$

w : Module d'inertie.

$v = y_{\text{max}}$ fibre + éloignée % A.N 

Con de Résist: - $\frac{M}{I} \cdot v \leq \sigma_e.$ (F.S)

$$- \underbrace{\frac{M_x}{I_x} v_x + \frac{M_y}{I_y} v_y}_{\sigma_{fx} + \sigma_{fy}} \leq \sigma_e \text{ (F.D)}$$

Cond° Résist en Plasticité.

$$\text{en F.S} = \frac{\sigma_p}{\psi} \leq \sigma_e.$$

ψ : Coefficient d'adaptation plastique.

$$\psi = \frac{W_P}{W}$$

Pour:

⊗ Poutrelle et Poutres composées à âme pleine si $e < 0.2 V$.

$$\psi = 1 + \frac{e}{2V}$$

Prédimensionnement des profilés:

$$\frac{M_x V_y}{I_x} + \frac{M_y V_x}{I_y} \leq \sigma_e$$

$$\frac{V_x}{I_x} \left(M_x + M_y \frac{V_y}{I_y} \cdot \frac{I_y}{V_y} \right) \leq \sigma_e$$

posons: $\alpha = \frac{W_x}{W_y}$

$$\frac{1}{W_x} (M_x + \alpha M_y) \leq \sigma_e$$

$$W_x \geq \frac{M_x + \alpha M_y}{\sigma_e}$$

IPN: $\alpha = 7 \text{ à } 7.5$

IPE: $\alpha = 6 \text{ à } 9$

UPN: $\alpha = 5 \text{ à } 8$

UAP: $\alpha = 4 \text{ à } 7$

effet de l'effort tranchant:

$$\tau = \frac{T \cdot S}{e \cdot I} \quad (\text{formule générale}).$$

$$\tau = \frac{3}{8} \cdot \frac{T}{A}$$

$$\text{⊗} : z = \frac{2T}{A}$$

$$\text{⊙} : z = \frac{4}{3} \cdot \frac{T}{A}$$

Vérification du cisaillement :

s'il y a des trous :

$$1.54 \tau_{\max} \cdot \frac{A_{\text{âme brute}}}{A_{\text{âme nette}}} \leq \sigma_c$$

⊗ Pour I et U :

Si A semelle faible $\geq 15\% A_{\text{tot}}$

$$1.54 \frac{T}{A_{\text{âme nette}}} \leq \sigma_c$$

formule simplifiée.

Vérifications des déformations.

$$f_{\text{cae}} \leq f_{\text{adm}}$$

(Etat de service). pas de majoration.

Ex 02 :

$$\sigma_{\max} = \frac{\sigma_c \cdot I_{xG \text{ net}}}{U}$$

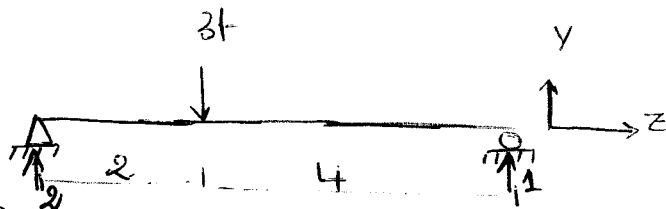
c.d.g $y_G = \frac{\sum A_i y_i}{\sum A_i}$ $y_{G1} = 194.8 \text{ mm}$

$$I_{xG \text{ net}} = I_{xG \text{ brut}} - I_{\text{trous en T.R.C}}$$



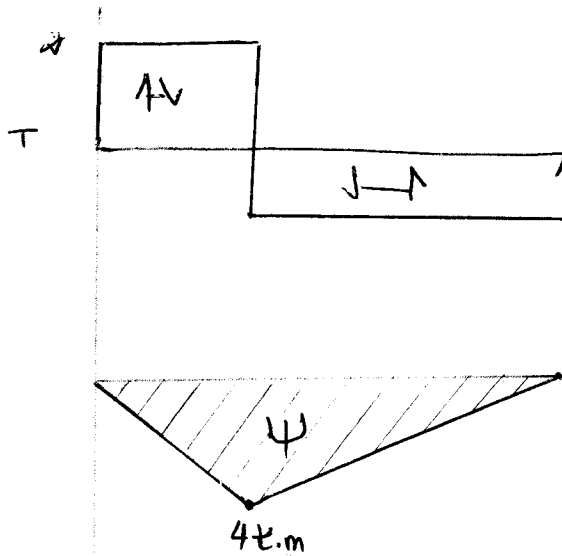
- I trous non remplis
en C.P.R

EX01 :



① Dimensionner la poutre IPE :

$$W_x \geq \frac{M_x}{\sigma_e}$$



$$W_x = \frac{I_x}{v_x}$$

$$M_{\max} = 4 \text{ t.m}$$

$$W_x \geq \frac{4 \cdot 10^6}{24}$$

$$W_x \geq 1.67 \cdot 10^5 \text{ mm}^3$$

$$W_x \geq 167 \text{ cm}^3$$

\Rightarrow IPE ($W_x = 194.3$) \Rightarrow I.P.E 200.

② Vérification des contraintes normales :

$$\sigma_f \leq \sigma_e$$

$$\frac{M_x v_x}{I_x} \leq \sigma_e$$

$$\frac{M_x}{W_x} \leq \sigma_e$$

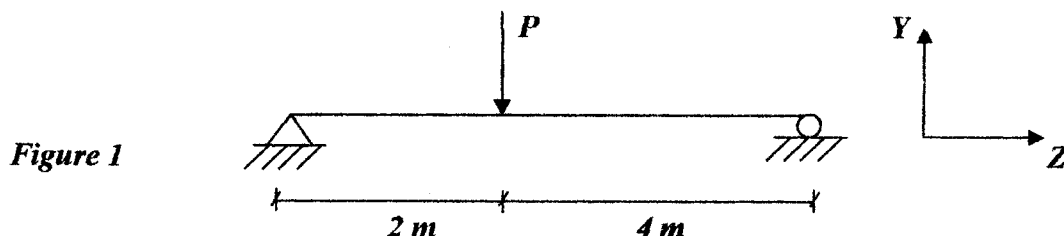
Poids propre ($\rho_{\text{acier}} = 7.85 \text{ t/m}^3$).

$$q = \rho_{\text{acier}} \cdot A = 7.85 \cdot 10^{-3} \cdot 28.42 \cdot 10^{-2} = 22.35 \text{ daN/m}$$

Exercice 1

Soit la poutre en acier E24 représentée en *figure 1*

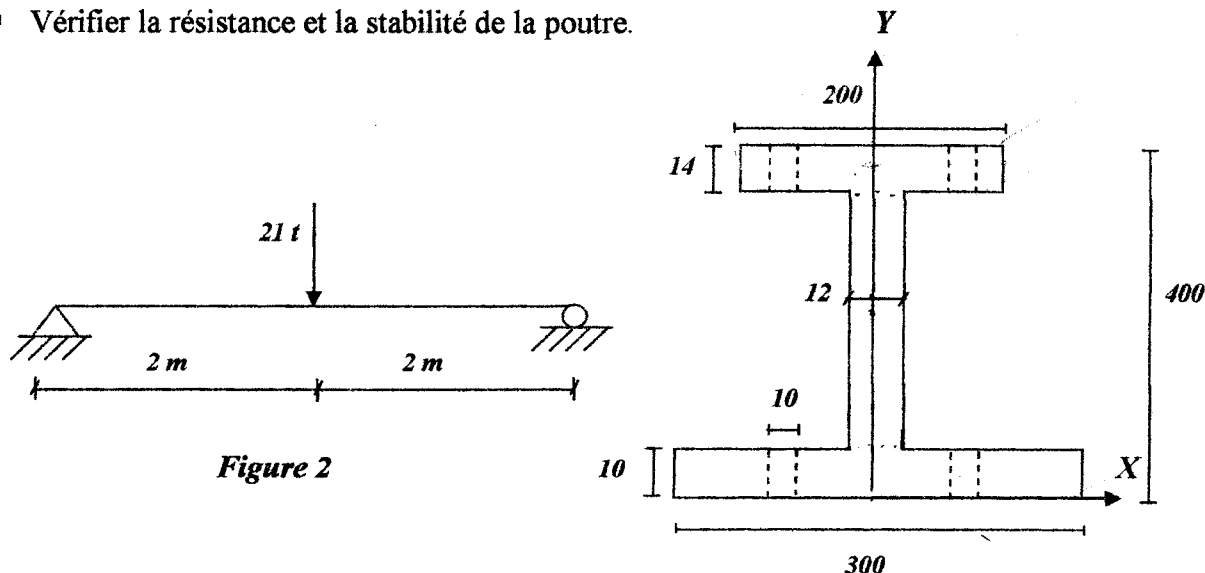
1. Dimensionner la poutre IPE si la charge déjà majorée est de 3 tonnes.
2. Vérifier les contraintes normales et la flèche en tenant compte du poids propre.
3. Vérifier les contraintes tangentielles en utilisant les deux formules (*générale et simplifiée*).



Exercice 2

Soit la poutre en acier E24 assurée représentée en *figure 2*.

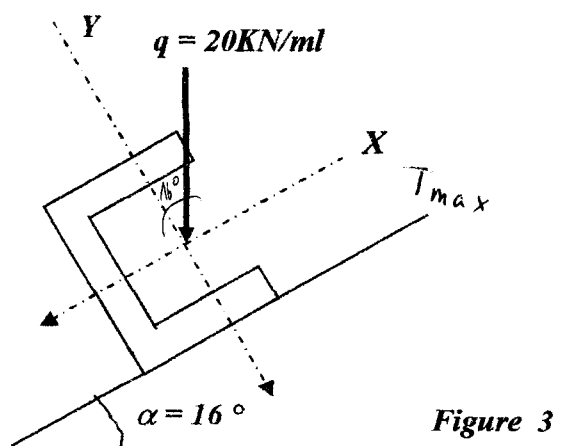
- Vérifier la résistance et la stabilité de la poutre.



Exercice 3

Vérifier la résistance et la stabilité à la flexion de la panne de 6 m de longueur composée d'un UAP300 (E24) soumise à une charge d'exploitation pondérée de 20 KN/m.

La pente du versant est de 16° et une lierne est disposée à mi-travée.



Exercice 4

Soit à dimensionner la panne en profilé *IPE* réalisé dans un acier *E24*. (figure 4)

- Vérifier sa résistance et sa stabilité à la flexion et au cisaillement.

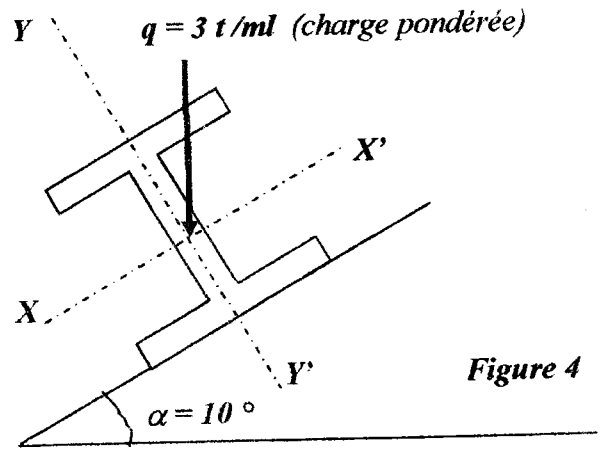
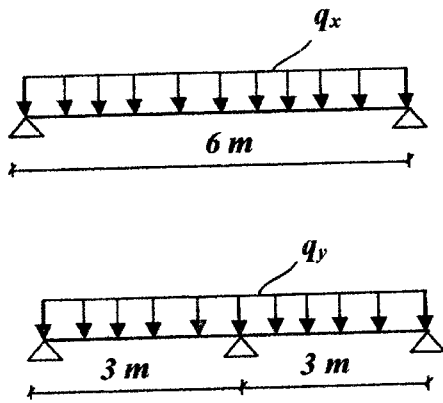


Figure 4

$$q_{\max} = \frac{4}{3} \cdot q$$

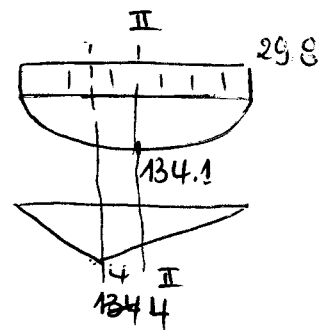
$$= 29.8 \text{ daN/m}$$

Moins d'axe central

$$M_{II} = 123.20 \cdot 4119.2 \text{ daN.m}$$

$$M_{I-II} = 1.34,1 + 3000$$

$$= 3134.1 \text{ daN.m}$$



$$M_{\max} = 4119.2 \text{ daN.m}$$

$$\sigma_f = \frac{M_{\max}}{W_s} = \frac{4119.2 \cdot 10^{23}}{194.3 \cdot 10^{-3}}$$

$$\sigma_f = 21.20 < \sigma_e$$

La pièce est résistante à la flexion.

Vérification de la flèche :

$$(f_g + f_p) \leq f_{adm} \quad \text{E.L.S}$$

$$f_{calcul} = \frac{5 q l^4}{384 EI} \quad \text{P.22} \quad f_{calcul} = \frac{pl^3}{EI}$$

$$f_{adm} = \begin{cases} l/300 & \text{planchers} \\ l/200 & \text{toitures} \end{cases}$$

$$f_{adm} = l/300 = 2 \text{ cm}$$

③ Contraintes tangentielles :

$$\textcircled{1} \text{ Form. Générale} = \bar{\sigma} = \frac{TS}{e_s \cdot I_x}$$

$$\text{IPE 200} \begin{cases} S = 110 \text{ cm}^2 \\ e_s = 5,6 \text{ mm} \\ I_x = 1943 \text{ cm}^4 \end{cases}$$

$$T_{\max} = T_g^{\max} + T_p^{\max} = 2089,4 \text{ daN}$$

$$\bar{\sigma}_{\max} = \frac{2089,4 \times 110 \cdot 10^{-3}}{5,6 \times 1943 \cdot 10^{-4}} = 2,11 \text{ daN/mm}^2$$

$$1,54 \bar{\sigma}_{\max} = 3,25 < \sigma_e = 24$$

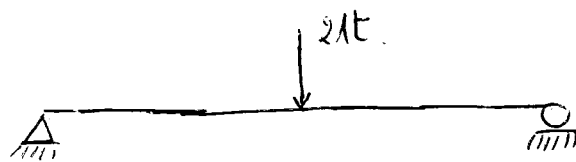
Formule simplifiée

$$\text{IPAE 200} \begin{cases} e_s = 8,5 \text{ mm} \\ b = 100 \text{ mm} \end{cases}$$

$$A_{\text{semelle}} = e_s b = 8,5 \text{ cm}^2 \quad \frac{A_{\text{sem}}}{A_{T_0}} = 30\% > 15\%$$

$$1,54 \frac{T}{A_{\text{arr. nette}}} = \frac{1,54 \times 2089,4}{11,48 \cdot 10^{-2}} = 28 \text{ daN/mm}^2 < \sigma_e$$

EX02: $\frac{M_{max} \cdot \sigma}{I \times G_{nette}} \leq \sigma_e$

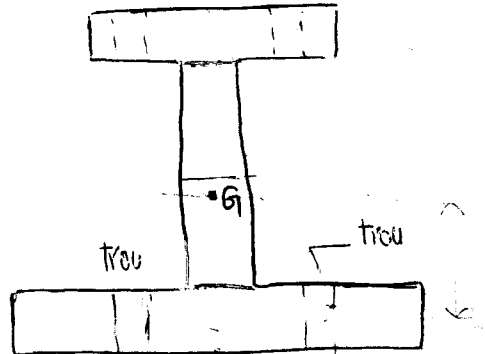


$M_{max} = 21 \text{ t} \cdot \text{m}$ P: charge $\times 2\text{m} \times 2\text{m} \times$
 exploitation $\Rightarrow M_{max}^d = 32.5 \text{ t} \cdot \text{m}$

$\sigma = ?$

C.dg: $y_G = 0$

$y_{G_i} = \frac{\sum x_i A_i}{\sum A_i}$



$\Rightarrow y_{G_i} = \frac{5 \times 3000 + 4512 + 393 \times 2800}{3000 + 2800 + 4512}$

$y_{G_i} = 194.8 \text{ mm}$

$\Rightarrow \sigma = 205.2 \text{ mm}$

$I_{xG} = \frac{14^3 \times 200}{12} + \frac{376^3 \times 12}{12} + \frac{10^3 \times 300}{12} + (198.2)^2 \times 14 \times 200$
 $+ (3.2)^2 \times 376 \times 12 + (189.8)^2 \times 200 \times 10$

$I_{xG} = 2,713 \text{ mm}^4 \cdot 10^8$

$I_{xG_{nette}} = I_{xG_{Brut}} - I_{xG_{trous}}$

$I_{xG_{trous}} = 2 \left(\frac{10^3 \times 10}{12} + (189.8)^2 \times 10 \times 10 \right) = 7.206 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$I_{xG_{nette}} = 2.64 \cdot 10^8 \text{ mm}^4$

vérification élastique:

$\frac{32.5 \cdot 10^6 \times 205.2}{2.64 \cdot 10^8} = 24.48 \text{ daN/mm}^2$

Vérification de cisailure:

$$1.54 T_{\max} \cdot \frac{A_{\text{âme brute}}}{A_{\text{âme nette}}} \leq \sigma_e.$$

Si $A_{\text{semblable}} \text{ faible} \geq 15\%$. A_{total} .

$$T_{\max} = 10.5 \text{ t.} \quad A_{\text{âme nette}} 4512 \text{ mm}^2.$$

$$A_{\text{semblable}} = \frac{2800}{10312} = 27\% > 15\%.$$

$$1.54 \times \frac{10.5 \times 1.5 \cdot 10^3}{42512} = 5.37 < \sigma_e = \text{Vérifié.}$$

Vérification plastique:

$$\frac{\sigma_{x1}}{\psi_x} \leq \sigma_e.$$

$$\sigma_{y_x} = 24.45 \text{ daN/mm}^2.$$

$$\psi_x = 1 + \frac{e}{20}.$$

$$e = 10 \text{ mm, } \varnothing = 205.2 \text{ mm} \Rightarrow 0.2\varnothing = 41.04 \text{ mm}$$

$$e > 0.2\varnothing \Rightarrow \psi_x = 1 + \frac{e}{20} = \frac{1+10}{2 \times 41.04} \cdot 205.2$$

$$\psi_x = 1.024.$$

$$\frac{\sigma_{x1}}{1.024} < \sigma_e. \quad \text{Vérifié.}$$

ex03:

Vérification de Résistance. (F.D)

$$\sigma_{fx} + \sigma_{fy} \leq \sigma_c$$

$$\frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \sigma_c$$

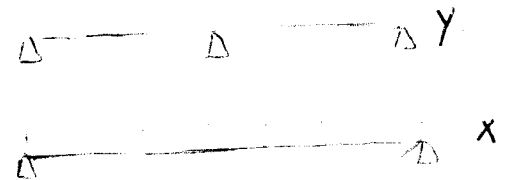
$$q_x = 19.22 \text{ KN/ml}$$

$$q_y = 6.54 \text{ KN/ml}$$

$$M_x = 26.5 \text{ KN.m}$$

$$M_y = 24.79 \text{ KN.m}$$

la flexion suivant X



$$L \text{ AP 300: } W_x = 544.7 \text{ cm}^3; \quad W_y = 19.88 \text{ cm}^3$$

$$\frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = 23.64 \text{ daN/mm}^2 \quad \sigma_c = 200 \text{ MPa}$$

Si on ne considère pas la liaison.

$$\Rightarrow \sigma_{fy} = 31.04 \text{ daN/mm}^2 > \sigma_c$$

Si on considère l'adaptation plastique: $\begin{cases} \varphi_x = \\ \varphi_y = \end{cases}$

$$\frac{\sigma_{fx}}{\varphi_x} + \frac{\sigma_{fy}}{\varphi_y} = 40.21 \text{ daN/mm}^2 > \sigma_c$$

$$\varphi_x = 1.015; \quad \varphi_y = 1.22$$

② Les flèches:

$$f_x = \frac{5 q_x L^4}{384 E I_x} \quad ; \quad f_y = \frac{5 q_y L^4}{384 E I_y}$$

$$L_{adm} = 1/100 \text{ cm}$$

Verifications type

$$T = \frac{qL}{2} \quad \text{Verifiés} \quad \tau = \frac{T.S}{e \cdot I}$$

$$1.547 \leq \sigma$$

DEVERSEMENT EN FLX SIMPLE.

Devest = $\left\{ \begin{array}{l} \text{Defl. laterale} \\ \text{Rotation des Sect} \end{array} \right.$

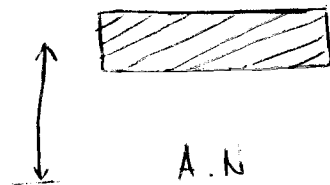
Devest en fonction: $\left\{ \begin{array}{l} \bullet I_x / I_y \\ \bullet J : \text{m}^4 \text{ d'Inertie o la torsion.} \\ \bullet \text{Distance entre Appuis lateraux.} \end{array} \right.$

Calcul du Deversement:

⊗ - Verification Préliminaire:

Concerne le flambement de la Semelle CRR:

$$K \sigma_g \leq \sigma_e$$



si le flom^{te} est vérifié → Pas de risque de devest.

⊗ - Verif détaillée:

$$K_d \sigma_g \leq \sigma_e$$

3 cas:

Poutre sym charg
sym appuis

Poutre asymise o
2 m^{ts} aux Appuis.

Poutres console

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{b^3 \cdot 12}{b \cdot e}} = \frac{b}{\sqrt{12}}$$

$$r_y = \frac{b}{3.5}$$

$$(\sigma = \sigma_f)$$

Exercice 1

Vérifier la stabilité de la poutre constituée par un *IPN200* de longueur égale à 4 m . Des charges uniformément réparties d'intensités égales à 1500 daN/m sont appliquées sur la membrure supérieure. Acier *E24*.

Exercice 2

Vérifier la stabilité d'une poutre de portée égale à 10 m constituée par un *IPE400*. Une charge concentrée de 54 KN est appliquée à mi-portée sur la fibre supérieure. Calculer la charge maximale que peut supporter cet *IPE400*. Acier *E24*.

Exercice 3

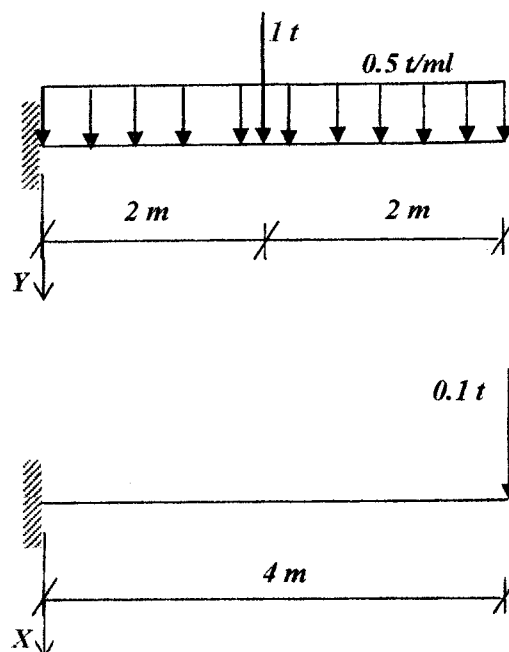
Vérifier la stabilité d'une console *IPE360* de 6 m de portée supportant une charge uniformément répartie de 10 KN/m . Les charges seront au niveau du centre de gravité de la section. Acier *E24*.

Exercice 4

Vérifier la poutre d'un bâtiment à étage. Sous l'action des charges horizontales sur le bâtiment la poutre constituée d'un profilé *HEB200* (*E24*) est sollicitée à ses extrémités par des moments pondérés de 8000 et -2000 daN.m . La longueur de la poutre est égale à 8 m . Le moment positif est sur l'extrémité droite de la poutre.

Exercice 5

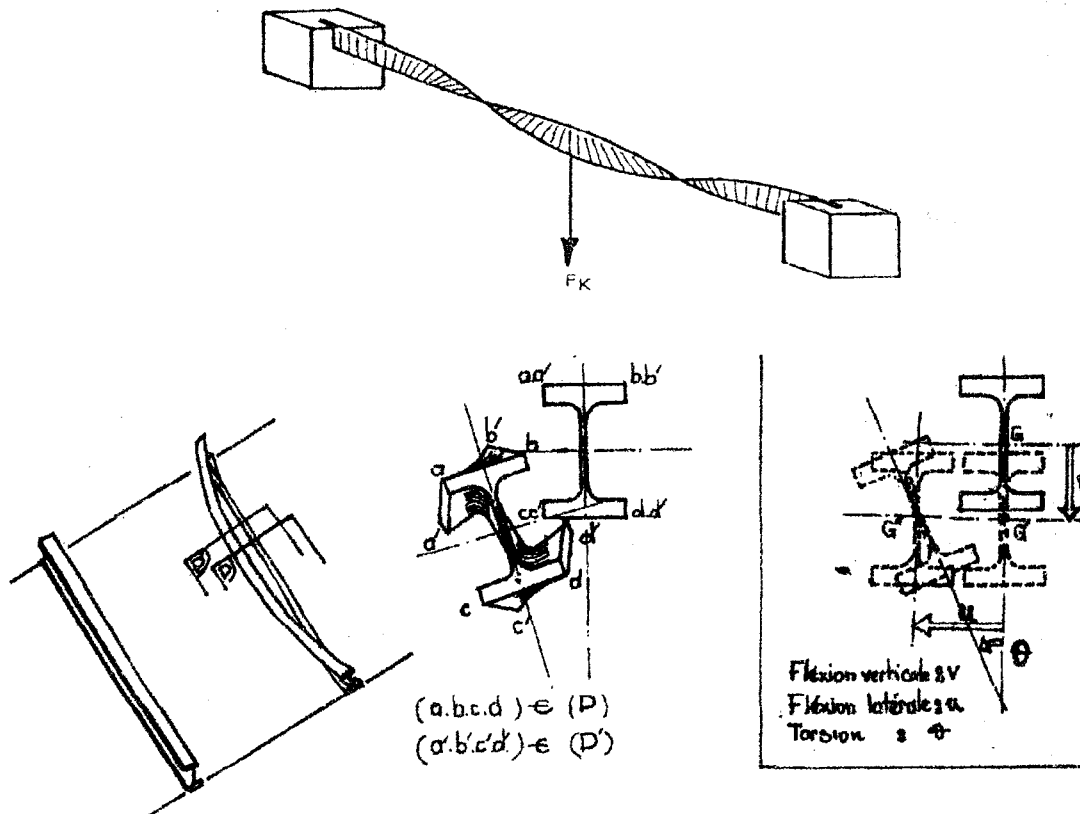
Vérifier la stabilité de la poutre représentée sur la figure ci-dessous, réalisée en *IPE360* dans un acier *E24*.



1. GÉNÉRALITÉS

Le déversement est un phénomène d'instabilité de forme des pièces soumises à la flexion par rapport à leur axe de forte inertie. Il se manifeste par la tendance naturelle des fibres comprimées de la section fléchie d'un élément à se dérober sous la contrainte en s'échappant dans un plan perpendiculaire au plan de cette contrainte. Il est caractérisé par :

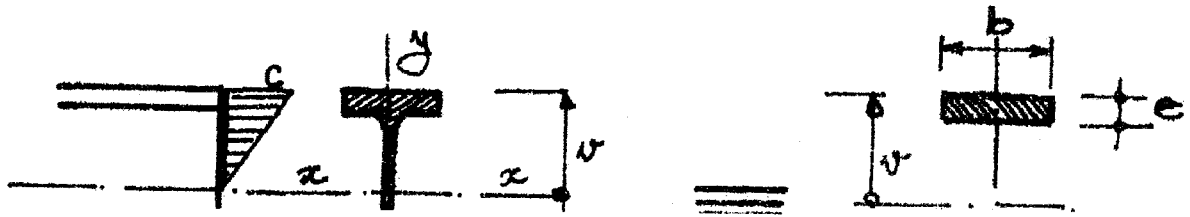
- **une déformation latérale** et **une rotation de la section** par rapport à l'axe longitudinal de la pièce donc la résistance au déversement dépend de :
 - la rigidité de la section en flexion latérale EI_y et la rigidité de la section à la torsion J
- sur les sections ayant un moment I_y d'inertie faible (*cas des IPE*) et dont la résistance à la torsion est faible, le risque de déversement est important.



Le déversement peut être évité si l'aile en compression présente une rigidité latérale suffisante ou s'il y a des supports latéraux suffisamment stables servant à retenir l'aile comprimée.

Les règles *CM 66* qui suivent s'appliquent aux pièces à section en I doublement symétrique à âme pleine et fléchies dans le plan de l'âme présentant un risque de déversement.

Aucune vérification de la stabilité au déversement n'est nécessaire s'il est montré que la membrure comprimée, supposée isolée du reste de la pièce, serait capable de résister au flambement latéral provoqué par une contrainte de compression simple égale à σ_f , contrainte maximale pondérée de flexion simple engendrée dans la pièce par les forces appliquées.



2. VÉRIFICATION DES PIÈCES AU DÉVERSEMENT EN FLEXION SIMPLE

$$k_d \sigma_f \leq \sigma_e$$

2.1. Pièces symétriquement chargées et symétriquement appuyées

2.2. Pièces soumises à 2 moments au droit des appuis

2.3. Poutrelles en consoles parfaitement encastrées

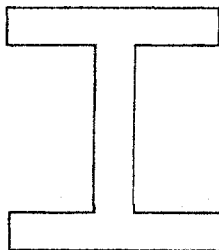
Remarques

- Si le chargement comporte plusieurs charges ou groupes de charges :

1	2	3	...	i	...
σ_{f1}	σ_{f2}	σ_{f3}	...	σ_{fi}	...
C_1	C_2	C_3	...	C_i	...
β_1	β_2	β_3	...	β_i	...

$$C = \frac{\sum \sigma_{fi}}{\sum \frac{\sigma_{fi}}{C_i}} \quad \text{et} \quad \beta = \frac{\sum \sigma_{fi} \beta_i}{\sum \sigma_{fi}}$$

- Moment d'inertie de torsion d'une section :



$$J = \frac{\alpha}{3} \sum b_i e_i^3$$

$\alpha = 1.25$ pour les sections en I laminées


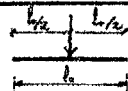
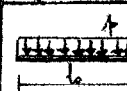

$\alpha = 1.10$ pour les sections en U et en T

où b_i : largeur des différents éléments composant la section

e_i : épaisseur des différents éléments composant la section

PIECES SYMETRIQUEMENT CHARGÉES ET SYMETRIQUEMENT APPUYÉES

➤ Détermination du coefficient C et β

Encastrement par rapport à l'axe		Moment constant		Charge concentrée au milieu		Charge uniformément répartie		2 charges concentrées à distance x des appuis	
G _y	G _x								
		C	β	C	β	C	β	C	β
Sans encastrement (l = l ₀)	Sans encast.	1	0	1,365	1	1,132	1	$1 + 2,92 \left(\frac{c}{l}\right)^3$	$6\left(\frac{c}{l}\right) - 8\left(\frac{c}{l}\right)^2$
	Avec encast.	-	-	0,938	2	0,576	3	$0,1 + 12 \frac{c}{l} + 1,9 \left(\frac{c}{l}\right)^3$	$5 - 2 \frac{c}{l} - 8 \frac{c^2}{l^2}$
Avec encastrement (l = l ₀ /2)	Sans encast.	1	0	1,070	1	0,972	0,75	$1 + \left(\frac{c}{l}\right)^3 \left(\frac{c}{l} - 0,99\right)$	$5\left(\frac{c}{l}\right)^2 \left(12 - \frac{c}{l}\right)$
	Avec encast.	-	-	0,633	2	0,425	2,25	$0,181 + 0,307 \frac{c}{l} + \left(\frac{c}{l} - 0,99\right)^3$	$\frac{c^2}{l^2} (18 - 11 \frac{c}{l})$

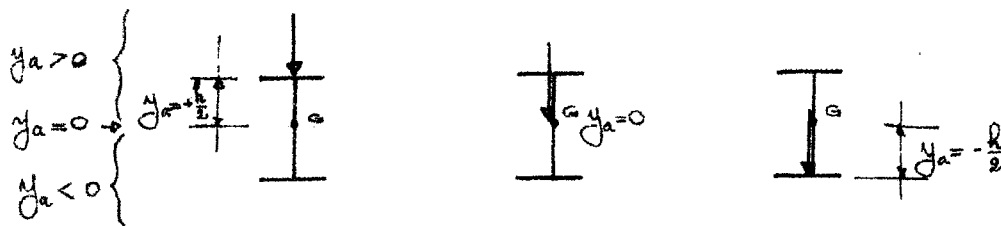
N.B : Dans le tableau ci-dessus, on prend $l = l_f$: longueur de flambement

➤ Calcul du coefficient B

$$B = \sqrt{l + \left(\frac{y_a}{h} \cdot \frac{8\beta C}{\pi^2 D}\right)^2} - \frac{y_a}{h} \cdot \frac{8\beta C}{\pi^2 D}$$

h : hauteur de la section de la pièce

y_a : distance du centre de gravité de la section au point d'application des charges



- Pour des charges appliquées au niveau de la semelle supérieure, $y_a = \frac{h}{2}$:

$$B = \sqrt{l + \left(0,405 \cdot \frac{\beta C}{D}\right)^2} - 0,405 \cdot \frac{\beta C}{D}$$

- Pour des charges appliquées au niveau de la fibre neutre, $y_a = 0$:

$$B = l$$

- Pour charges appliquées au niveau de la semelle inférieure, $y_a = -\frac{h}{2}$:

$$B = \sqrt{l + \left(0,405 \cdot \frac{\beta C}{D}\right)^2} + 0,405 \cdot \frac{\beta C}{D}$$

EXE 01.

I PN 200 / E 24

$l_0 = 4m$; $q = 1500 \text{ daN/m}$ ch App. Syme Sup

1. vérification préliminaire :

(flambement CPR)

$$K \leq \sigma_e \quad , \quad \sigma = \sigma_f = \frac{M}{W_x} = \frac{3000 \times 1,5}{214} = 21,02 \text{ daN/mm}^2$$

Calcul K :

$$l_y = \frac{b}{\sqrt{12}} = 26 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{l_y} = 153,85$$

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_1 = 153 \rightarrow K_1 = 3,813 \\ \lambda_2 = 154 \quad K_2 = 3,858 \end{array} \right\} K = 3,851$$

$$K \sigma = 3,851 \times 21,02 = 80,95 > \sigma_e \Rightarrow \text{La condition}$$

préliminaire n'est pas vérifiée \Rightarrow Risque De Diversement

On passe à la vérification détaillée du diversement

Vérification détaillée :

$K_d \cdot \sigma_f \leq \sigma_e \Rightarrow$ Pour Sym. char Sym Appuis.

1. Coefficient D : $D = \sqrt{1 + 0,156 \frac{J R_s^2}{I_y h^2}}$

$$D = \sqrt{1 + \frac{4 G J R_s^2}{\pi^2 E I_y h^2}}$$

$$\begin{cases} I_x = 13,5 \text{ cm}^4 \\ I_y = 117 \text{ cm}^4 \end{cases} \quad I_t$$

$$\Rightarrow D = 1,8382 \cdot 10^6 \text{ } \approx 1,84 \cdot 10^6$$

② Coefficient β .

Tableau: $B = 1,132$; $\beta = 1$.

$$B = \sqrt{1 + \left(\frac{y_0}{h} \cdot \frac{2BC}{I^2 D} \right)^2} - \frac{y_0}{h} \frac{2BC}{I^2 D}$$

y_0 : charge est appliquée. Sem. sup $\Rightarrow y_0 = +\frac{h}{2}$

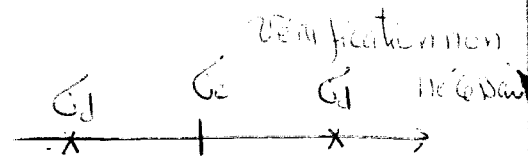
$$B = \sqrt{1 + \left(0,405 \frac{BC}{D} \right)^2} - 0,405 \frac{BC}{D}$$

$$B = 0,85$$

$$\sigma_d = \frac{\pi^2 E}{32} \frac{I_y}{I_x} \frac{h^2}{l_f^2} (D-1) B C$$

$$= 40000 \frac{I_y}{I_x} \frac{h^2}{l_f^2} (D-1) B C$$

$$= 9,80 \text{ daN/mm}^2$$



Si $\sigma_d > \sigma_c \Rightarrow$ vérification de flex. simple

pour suivre la procédure:

$$\lambda_c = \frac{l_f}{r} \sqrt{\frac{4 I_x}{A C_y}} \left(1 - \frac{e_1}{C_y}\right)$$

$$\lambda_c = 133,86$$

$$\lambda_c = 134,146$$

$$C_k = \pi^2 E / (\lambda_c)^2$$

$$\rightarrow K_c = 3,018$$

$$K_d = \frac{K_c}{1 + \frac{e_1}{C_y} (K_c - 1)} = \frac{3,018}{1 + \frac{9,80}{24} (3,018 - 1)} = 1,054$$

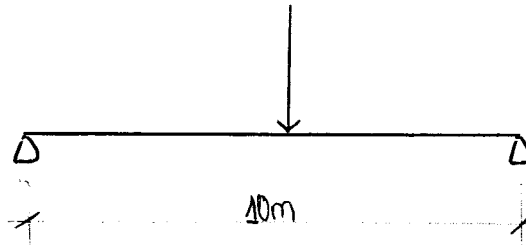
$$K_d \cdot C_{df} = 1,054 \times 21,02 = 22,11 \text{ daN/mm}^2$$

$$K_d \cdot C_{df} > 20$$

La poutre ne résiste pas au déversement.

EX02:

$$P = 54 \text{ kN}$$



Condition de résistance:

$$K_d \cdot \sigma_g \leq \sigma_e$$

$$\sigma = \frac{M}{W_x} = \frac{135 \cdot 10^{+2} \cdot 10^{+3}}{1156 \cdot 10^{+3}} = 11,68 \text{ daN/mm}^2 \cdot \frac{3}{2} \text{ (majoration)}$$

K_d

$$\lambda_x = \sqrt{\frac{I_{yy}}{I_{xx}}}$$

$$\lambda_{yy} = \sqrt{\frac{I_{yy}}{A}} = \sqrt{\frac{1318}{99,85}} = 3,75$$

$$\lambda_y = \frac{10,00}{3,70} = 270,270$$

$$\lambda_y = 253,169$$

$$\lambda_{yy} = \sqrt{\frac{b^2}{12}}$$

$$K = 5,837$$

$$\Rightarrow \begin{cases} K_1 (\lambda = 253) = 9,88 \\ K_2 (\lambda = 270) = 9,96 \end{cases}$$

$$K = 9,893$$

$K \cdot \sigma_e > \sigma_e$ risque de flambement

Vérification de flambement

Cas d'une poutre symétriquement appuyées et symétriquement chargées:

2. Coefficient

$$D = \sqrt{1 + 0,156 \frac{J}{I_y} \frac{L^2}{h^2}} = \sqrt{1 + 0,156 \cdot \frac{51,08}{1318} \left(\frac{10 \cdot 10^3}{40}\right)^2}$$

$$D = 2,985$$

$$B = \sqrt{1 + \left(\frac{y_a \cdot 8 Bc}{h \cdot \pi^2 \cdot D} \right)^2} - \frac{y_a \cdot 8 Bc}{h \cdot \pi^2 \cdot D} \quad B, C = 1$$

$$C = 1,365$$

$$= \sqrt{1 + \left(\frac{20 \cdot 8 \times 1 \times 1,365}{40 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 18} \right)^2} - \frac{20 \cdot 8 \times 1 \times 1,365}{10 \cdot 2 \cdot 18}$$

$$B = 0,78$$

$$\sigma_d = 40.000 \cdot \frac{1318}{23130} \cdot \frac{(40)^2}{(1000)^2} \cdot (1,186) \cdot 1 \cdot 0,78 \cdot 1,365$$

$$\sigma_d = 4.605$$

$\sigma_d < \sigma_e$. pour suivre:

$$\lambda_0 = \frac{1000}{40} \sqrt{\frac{4}{0,78 \cdot 1,365} \cdot \frac{23130}{1318} \left(1 - \frac{4 \cdot 605}{24} \right)} = 182,6$$

$$K_0 = 5,29$$

$$K_d = 2,91$$

La poutre ne vérifie pas deversement.

il faut red.

la charge max: $\sigma_f \leq \frac{\sigma_e}{K_d}$ $P \leq \frac{4 \cdot \sigma_e \cdot W_x}{K_d \cdot l}$

$$P \leq \frac{4 \times 24 \cdot 1156 \cdot 10^3}{2,9 \cdot 10.000} = 35$$

EX03:

Console IPE 360 / E24.

$$l_0 = 6m, \quad q = 10 \text{ kN/mL}$$

ch : c.d.g

① verification préliminaire : $k \sigma_f \leq \sigma_e$.

$$\lambda = \frac{b}{\sqrt{I_x}} = 49.07 \text{ mm}.$$

$$\lambda = 244.55 \quad k = 9.254.$$

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W_x} \quad \left\{ \begin{array}{l} M_f = q l^2 / 2 = 180 \text{ kNm} \\ W_x = 903,6 \text{ cm}^3 \end{array} \right.$$

$$\sigma_f = 19.92 \text{ daN/mm}^2$$

$$k \sigma_f > 24.$$

$C = 4.93$ (charge uniforme répartie).

$$k_d = 0.1 + 2.2 + \frac{C_f}{1000} \frac{h}{b \cdot e} \cdot \frac{\sigma_e}{24}$$

$$e_s = 12.7 \text{ mm}.$$

$$k_d = 0.99 < 1$$

donc On prend $k_d = 1$.

Ex03:

Console IPE 360 / E24.

$$l_0 = 6\text{m}; \quad q = 10\text{KN/mL}$$

ch : c.d.g

① verification préliminaire : $k\sigma_f \leq \sigma_e$.

$$\lambda = \frac{l_0}{\sqrt{I_x}} = 49.07\text{mm}$$

$$\lambda = 244.55 \quad k = 9.254$$

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W_x} \quad \begin{cases} M_f = ql^2/2 = 180\text{KNm} \\ W_x = 903,6\text{cm}^3 \end{cases}$$

$$\sigma_f = 19.92\text{daN/mm}^2$$

$$k\sigma_f > 24$$

C = 4.93 (charge uniform répartie)

$$K_d = 0.1 + 2.2 + \frac{\rho_f}{1000} \frac{h}{b.e} \cdot \frac{\sigma_e}{24}$$

$$\rho_s = 12.7\text{mm}$$

$$K_d = 0.99 < 1$$

donc On prend $K_d = 1$.

$$k_d \cdot \sigma_g = 1.1992 < \sigma_e = 24 \text{ daN/mm}^2$$

La poutre résiste au diversement.

B. La flèche :

$$f_{\text{cal}} \leq f_{\text{adm}}$$

$$f_{\text{cal}} \text{ ELS} = \frac{2}{8} q = 6.67 \text{ kN/mL}$$

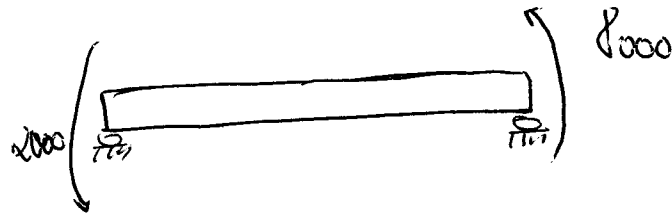
$$f_{\text{cal}} = \frac{q l^4}{8 E I} = 31.62 \text{ mm}$$

$$f_{\text{adm}} = \frac{l_0}{200} = 30 \text{ mm}$$

flèche n'est pas vérifiée.

⇒ La pièce n'est pas stable

EX04 :



1. $K \sigma_f \leq \sigma_e$.

$$M_w = 8000 \text{ daN.m.} \quad \text{max} \quad | \quad |$$

$$\sigma_f = \frac{M_w}{W_x} = \frac{8000}{569.6} = 14.04 \text{ daN/mm}^2$$

$$i = \frac{b}{\sqrt{12}} = 57.73 \text{ mm.}$$

$$\lambda = \frac{l_f}{i} = 138.97$$

$$K = 3.195$$

$K \sigma_f > \sigma_e$ risque de Divers^{at}.

2.

$$C = 1 ; B = 1$$

$$D = \sqrt{1 + 0.156 \frac{J l_f^2}{I_y h^2}}$$

$$= 2.9$$

$$\sigma_d = 40000 \frac{I_v h^2}{I_v l_g^2} (D_s) . B . C$$

$$\sigma_d = 16.70 < \sigma_e$$

$$\lambda_0 = \frac{L_f}{n} \sqrt{\frac{4}{B.C} \frac{I_r}{I_r} \left(1 - \frac{\sigma_d}{\sigma_e}\right)}$$
$$= 74.40$$

$$K_{do} = \frac{K_0}{1 + \frac{\sigma_d}{\sigma_e} (K_0 - 1)} = \frac{1.80}{1 + \frac{16.70}{\sigma_e} (1.80 - 1)}$$

$$C = \sqrt{\frac{3}{1 + \mu + \mu^2 - 0.152(1 - \mu)^2}}$$

$$\mu = \frac{M_e}{M_w} = \frac{2000}{8000} = 0.25$$

$$C = 2.28$$

$$K_d = \frac{K_{do}}{C} + \frac{C - 1}{5K_{do}}$$

$$= \frac{1.80}{2.28} + \frac{2.28 - 1}{5 \cdot 1.80} = 0.7$$

$$K_d \cdot \sigma_f = 14 < \sigma_e$$

Poutre résiste au divers évenement.

EX05 :

$$M_{max} = 0,5 \times 4 \times 2 + 1 \times 2$$

$$= 6 \text{ t.m}$$

$$\sigma_{\text{charge permanente}} + \sigma_{\text{charge pon}}$$

1. Vérification préliminaire.

2. Vérification détaillée:

1. e :

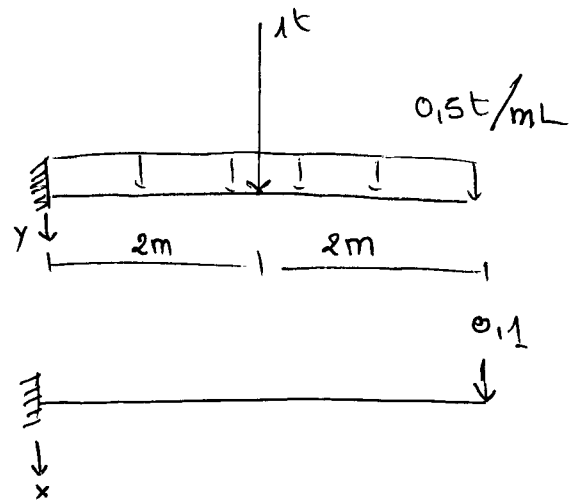
$$e_1 =$$

$$e_2 =$$

$$e_{eq} = \frac{\sum \sigma_{\delta i}}{\sum \frac{\sigma_{\delta i}}{c_i}}$$

$$k_d = 1$$

$$k_d \sigma_f \leq \sigma_e$$



13,411

**VALEURS DU COEFFICIENT DE FLAMBEMENT
k EN FONCTION DE L'ÉLANCEMENT**Tableau 1. — Valeurs de k pour $\sigma_e = 24 \text{ daN/mm}^2$ $\sigma_e = 24$

Élancement λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,001	1,001	1,001	1,002	1,002	1,003
10	1,004	1,004	1,005	1,006	1,007	1,008	1,009	1,010	1,012	1,013
20	1,015	1,016	1,018	1,019	1,021	1,023	1,025	1,028	1,030	1,032
30	1,035	1,037	1,040	1,043	1,046	1,049	1,052	1,056	1,060	1,063
40	1,067	1,071	1,076	1,080	1,085	1,090	1,095	1,100	1,105	1,111
50	1,117	1,123	1,130	1,137	1,144	1,151	1,159	1,166	1,175	1,183
60	1,192	1,201	1,211	1,221	1,231	1,242	1,253	1,265	1,277	1,289
70	1,302	1,315	1,328	1,342	1,357	1,372	1,387	1,403	1,420	1,436
80	1,453	1,471	1,489	1,508	1,527	1,547	1,567	1,587	1,608	1,629
90	1,651	1,674	1,696	1,719	1,743	1,767	1,792	1,817	1,842	1,868
100	1,894	1,921	1,947	1,975	2,003	2,031	2,060	2,089	2,118	2,148
110	2,178	2,209	2,240	2,271	2,303	2,335	2,367	2,400	2,433	2,467
120	2,501	2,535	2,570	2,605	2,640	2,676	2,712	2,748	2,785	2,822
130	2,860	2,897	2,938	2,974	3,013	3,052	3,091	3,131	3,172	3,212
140	3,253	3,294	3,335	3,377	3,419	3,462	3,504	3,548	3,591	3,635
150	3,679	3,723	3,768	3,813	3,858	3,904	3,950	3,997	4,043	4,090
160	4,137	4,18	4,23	4,28	4,33	4,38	4,43	4,48	4,53	4,58
170	4,63	4,68	4,73	4,78	4,83	4,88	4,94	4,99	5,04	5,09
180	5,15	5,20	5,26	5,31	5,36	5,42	5,48	5,53	5,59	5,64
190	5,70	5,76	5,81	5,87	5,93	5,99	6,05	6,11	6,16	6,22
200	6,28	6,34	6,40	6,46	6,53	6,59	6,65	6,71	6,77	6,84
210	6,90	6,96	7,03	7,09	7,15	7,22	7,28	7,35	7,41	7,48
220	7,54	7,61	7,67	7,74	7,81	7,88	7,94	8,01	8,08	8,15
230	8,22	8,29	8,36	8,43	8,49	8,57	8,64	8,71	8,78	8,85
240	8,92	8,99	9,07	9,14	9,21	9,29	9,36	9,43	9,51	9,58
250	9,66	9,74	9,81	9,88	9,96	10,04	10,11	10,19	10,27	10,35
260	10,43	10,50	10,58	10,66	10,74	10,82	10,90	10,98	11,06	11,14
270	11,22	11,30	11,38	11,47	11,55	11,63	11,71	11,80	11,88	11,96
280	12,05	12,13	12,22	12,30	12,39	12,47	12,56	12,64	12,73	12,82
290	12,90	12,99	13,08	13,17	13,26	13,35	13,44	13,52	13,61	13,71
300	13,79									

Tableau 2. — Valeurs de k pour $\sigma_e = 30 \text{ daN/mm}^2$

$\sigma_e = 30$

Élancement λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,001	1,001	1,002	1,002	1,003	1,004
10	1,004	1,005	1,006	1,008	1,009	1,010	1,012	1,013	1,015	1,017
20	1,018	1,020	1,023	1,025	1,027	1,030	1,032	1,035	1,038	1,041
30	1,045	1,048	1,052	1,056	1,060	1,064	1,068	1,073	1,078	1,083
40	1,088	1,094	1,100	1,108	1,112	1,119	1,126	1,134	1,141	1,149
50	1,158	1,167	1,176	1,186	1,196	1,206	1,217	1,229	1,240	1,253
60	1,266	1,279	1,293	1,307	1,322	1,338	1,354	1,371	1,388	1,406
70	1,424	1,443	1,462	1,482	1,503	1,524	1,546	1,568	1,591	1,614
80	1,639	1,664	1,689	1,715	1,741	1,768	1,795	1,823	1,852	1,881
90	1,910	1,940	1,971	2,002	2,034	2,067	2,098	2,131	2,165	2,199
100	2,234	2,269	2,304	2,340	2,376	2,413	2,451	2,488	2,526	2,565
110	2,604	2,644	2,684	2,724	2,765	2,806	2,848	2,890	2,933	2,976
120	3,019	3,063	3,107	3,152	3,197	3,243	3,288	3,335	3,382	3,429
130	3,476	3,524	3,573	3,621	3,671	3,720	3,770	3,821	3,871	3,923
140	3,974	4,026	4,078	4,131	4,184	4,238	4,292	4,346	4,401	4,456
150	4,512	4,568	4,624	4,681	4,738	4,795	4,853	4,912	4,970	5,029
160	5,089	5,149	5,209	5,269	5,330	5,392	5,454	5,516	5,578	5,641
170	5,705	5,768	5,832	5,897	5,962	6,027	6,093	6,159	6,225	6,292
180	6,359	6,427	6,494	6,563	6,631	6,700	6,770	6,840	6,910	6,981
190	7,052	7,123	7,195	7,267	7,339	7,412	7,486	7,560	7,633	7,708
200	7,782	7,858	7,933	8,009	8,085	8,162	8,239	8,317	8,395	8,473
210	8,551	8,630	8,710	8,790	8,870	8,950	9,031	9,112	9,194	9,276
220	9,358	9,441	9,524	9,608	9,692	9,776	9,861	9,946	10,031	10,112
230	10,20	10,29	10,38	10,46	10,55	10,64	10,73	10,82	10,91	11,00
240	11,09	11,18	11,27	11,36	11,45	11,54	11,63	11,73	11,82	11,91
250	12,01	12,10	12,20	12,29	12,39	12,48	12,58	12,67	12,77	12,87
260	12,96	13,06	13,16	13,26	13,36	13,46	13,56	13,66	13,76	13,86
270	13,96	14,06	14,16	14,27	14,37	14,47	14,58	14,68	14,79	14,89
280	15,00	15,10	15,21	15,31	15,42	15,53	15,63	15,74	15,85	15,96
290	16,07	16,18	16,29	16,40	16,51	16,62	16,73	16,84	16,95	17,06
300	17,18									

Tableau 3. — Valeurs de k pour $\sigma_e = 36 \text{ daN/mm}^2$

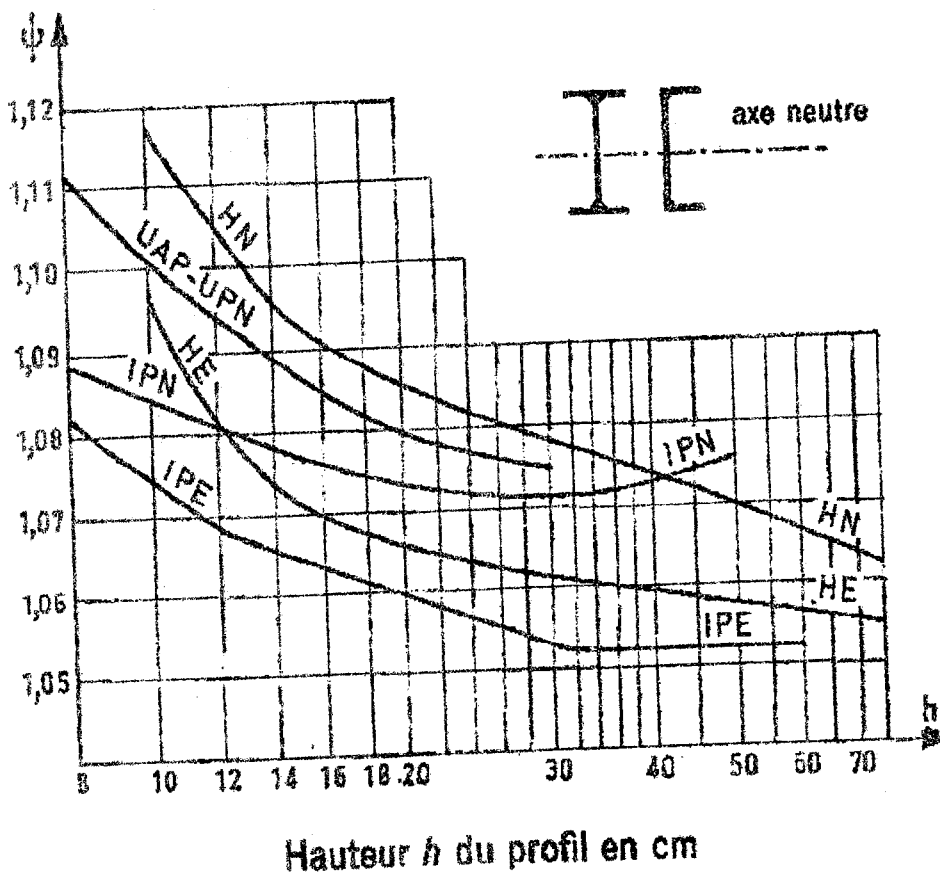
$\sigma_e = 36$

Élancement λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,000	1,000	1,000	1,000	1,001	1,001	1,002	1,003	1,003	1,004
10	1,005	1,006	1,008	1,009	1,011	1,012	1,014	1,016	1,018	1,020
20	1,022	1,025	1,027	1,030	1,033	1,036	1,040	1,043	1,047	1,051
30	1,055	1,059	1,064	1,069	1,074	1,079	1,085	1,091	1,097	1,104
40	1,111	1,118	1,126	1,134	1,143	1,152	1,161	1,171	1,181	1,192
50	1,204	2,116	1,228	1,241	1,255	1,269	1,284	1,299	1,315	1,332
60	1,349	1,368	1,386	1,406	1,426	1,447	1,468	1,490	1,513	1,537
70	1,561	1,586	1,612	1,638	1,665	1,693	1,721	1,750	1,780	1,810
80	1,841	1,873	1,905	1,938	1,972	2,006	2,040	2,076	2,111	2,148
90	2,185	2,223	2,261	2,300	2,339	2,379	2,419	2,460	2,502	2,544
100	2,586	2,630	2,673	2,717	2,762	2,807	2,853	2,899	2,946	2,993
110	3,041	3,089	3,138	3,187	3,237	3,287	3,338	3,389	3,441	3,493
120	3,546	3,600	3,653	3,707	3,762	3,817	3,873	3,929	3,985	4,043
130	4,100	4,158	4,216	4,275	4,335	4,395	4,455	4,516	4,578	4,639
140	4,701	4,764	4,828	4,891	4,955	5,020	5,085	5,151	5,217	5,283
150	5,350	5,418	5,485	5,554	5,622	5,691	5,762	5,832	5,903	5,973
160	6,045	6,12	6,19	6,26	6,34	6,41	6,48	6,56	6,63	6,71
170	6,79	6,86	6,94	7,02	7,09	7,17	7,25	7,33	7,41	7,49
180	7,57	7,65	7,73	7,82	7,90	7,98	8,07	8,15	8,24	8,32
190	8,40	8,49	8,58	8,66	8,75	8,84	8,93	9,02	9,10	9,19
200	9,28	9,37	9,47	9,56	9,65	9,74	9,83	9,92	10,02	10,11
210	10,21	10,30	10,40	10,49	10,59	10,69	10,78	10,88	10,98	11,08
220	11,18	11,27	11,38	11,48	11,57	11,68	11,78	11,88	11,98	12,09
230	12,19	12,29	12,40	12,50	12,61	12,72	12,82	12,93	13,03	13,14
240	13,25	13,36	13,47	13,58	13,69	13,80	13,91	14,02	14,13	14,25
250	14,36	14,47	14,58	14,70	14,81	14,92	15,04	15,16	15,27	15,39
260	15,51	15,62	15,74	15,86	15,98	16,10	16,22	16,34	16,46	16,58
270	16,70	16,82	16,95	17,07	17,19	17,32	17,44	17,57	17,69	17,82
280	17,95	18,07	18,20	18,33	18,45	18,58	18,71	18,84	18,97	19,10
290	19,23	19,36	19,49	19,63	19,76	19,89	20,02	20,16	20,29	20,43
300	20,56									

VALEURS DU COEFFICIENT ψ D'ADAPTATION PLASTIQUE

POUTRELLES FLÉCHIES DANS LE PLAN DE L'ÂME

Valeur du coefficient ψ



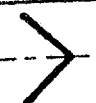
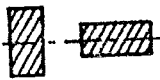





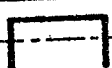


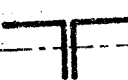
2

AUTRES PROFILS

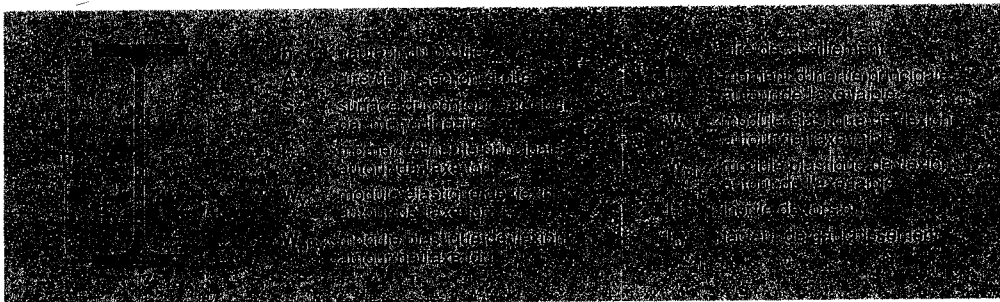
"Coefficient ψ "

coefficient
d'Adaptation
Plastique
" ψ "

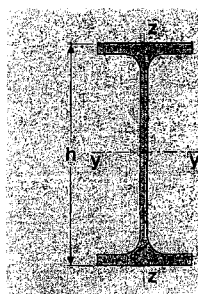
FLEXION SYMÉTRIQUE		
Position	Profils	ψ
	IPE, IAP, HN, HE IPN	1,185 1,21
	Fers T	1,20
	Cornières au 1/10 Cornières au 1/15	1,24 1,36
	Section rectangulaire	1,185
	Section en losange	1,38
	Section circulaire pleine	1,27
	Tube circulaire mince	1,093

FLEXION DISSYMMÉTRIQUE		
Position	Profils	ψ
	UAP UPN	1,22 1,25
	Demi-poutrelles HN, HE Demi-poutrelles IPE, IPN Fers T	1,20 1,21 1,23
	Cornières au 1/10 Cornières au 1/15	1,36 1,31
	Cornières à angles vifs Cornières à } au 1/10 angles arrondis } au 1/15	1,22 1,26 1,29

Caractéristiques des profilés I européens allégés												
PROFIL	h mm	A cm ²	S m ² /m	I _y cm ⁴	W _y cm ³	W _{pl,y} cm ³	A _{ex} cm ²	I _x cm ⁴	W _x cm ³	W _{pl,x} cm ³	I _t cm ⁴	I _u × 10 ⁻³ cm ⁴
IPE A 80	78	6,38	0,325	64,38	16,51	18,98	3,07	6,85	2,98	4,69	0,42	0,09
IPE A 100	98	8,78	0,397	141,2	28,81	32,98	4,44	13,12	4,77	7,54	0,77	0,28
IPE A 120	117,6	11,03	0,472	257,4	43,77	49,87	5,41	22,39	7,00	10,98	1,04	0,71
IPE A 140	137,4	13,39	0,547	434,9	63,30	71,60	6,21	36,42	9,98	15,52	1,36	1,58
IPE A 160	157	16,18	0,619	689,3	87,81	99,09	7,80	54,43	13,27	20,70	1,96	3,09
IPE A 180	177	19,58	0,694	1 063	120,1	135,3	9,20	81,89	18,00	27,96	2,70	5,93
IPE A 200	197	23,47	0,764	1 591	161,6	181,7	11,47	117,2	23,43	36,54	4,11	10,53
IPE A 220	217	28,26	0,843	2 317	213,5	240,2	13,55	171,4	31,17	48,49	5,69	18,71
IPE A 240	237	33,31	0,918	3 290	277,7	311,6	16,31	240,1	40,02	62,40	8,35	31,26
IPE A 270	267	39,15	1,037	4 917	368,3	412,5	18,75	358,0	53,03	82,34	10,30	59,51
IPE A 300	297	46,53	1,156	7 173	483,1	541,8	22,25	519,0	69,20	107,3	13,43	107,2
IPE A 330	327	54,74	1,250	10 230	625,7	701,9	26,99	685,2	85,64	133,3	19,57	171,5
IPE A 360	357,6	63,96	1,351	14 520	811,8	906,8	29,76	944,3	111,1	171,9	26,51	282
IPE A 400	397	73,1	1,464	20 290	1 022	1 144	35,78	1 171	130,1	202,1	34,79	432,2
IPE A 450	447	85,55	1,603	29 760	1 331	1 494	42,26	1 502	158,1	245,7	45,67	704,9
IPE A 500	497	101,1	1,741	42 930	1 728	1 946	50,41	1 939	193,9	301,6	62,78	1 125
IPE A 550	547	117,3	1,875	59 980	2 193	2 475	60,30	2 432	231,6	361,5	86,53	1 710
IPE A 600	597	137	2,013	82 920	2 778	3 141	70,14	3 116	283,3	442,1	118,8	2 607

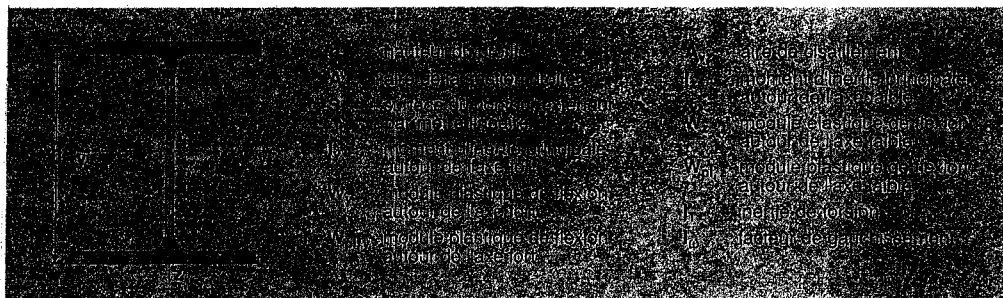


Caractéristiques des profilés I européens												
PROFIL	h mm	A cm ²	S m ² /m	I _x cm ⁴	W _y cm ³	W _{pl,y} cm ³	A _v cm ²	I _y cm ⁴	W _z cm ³	W _{pl,z} cm ³	I _t cm ⁴	I ₀ × 10 ⁻³
IPE 80	80	7,64	0,328	80,14	20,03	23,22	3,58	8,49	3,69	5,82	0,70	0,12
IPE 100	100	10,32	0,400	171	34,20	39,41	5,08	15,92	5,79	9,15	1,20	0,35
IPE 120	120	13,21	0,475	317,8	52,96	60,73	6,31	27,67	8,65	13,58	1,74	0,89
IPE 140	140	16,43	0,551	541,2	77,32	88,34	7,64	44,92	12,31	19,25	2,45	1,98
IPE 160	160	20,09	0,623	869,3	108,7	123,9	9,66	68,31	16,66	26,10	3,60	3,96
IPE 180	180	23,95	0,698	1 317	146,3	166,4	11,25	100,9	22,16	34,60	4,79	7,43
IPE 200	200	28,48	0,768	1 943	194,3	220,6	14,00	142,4	28,47	44,61	6,98	12,99
IPE 220	220	33,37	0,848	2 772	252,0	285,4	15,88	204,9	37,25	58,11	9,07	22,67
IPE 240	240	39,12	0,922	3 892	324,3	366,6	19,14	283,6	47,27	73,92	12,88	37,39
IPE 270	270	45,94	1,041	5 790	428,9	484,0	22,14	419,9	62,20	96,95	15,94	70,58
IPE 300	300	53,81	1,160	8 356	557,1	628,4	25,68	603,8	80,50	125,2	20,12	125,9
IPE 330	330	62,61	1,254	11 770	713,1	804,3	30,81	788,1	98,52	153,7	28,15	199,1
IPE 360	360	72,73	1,353	16 270	903,6	1 019	35,14	1 043	122,8	191,1	37,32	313,6
IPE 400	400	84,46	1,467	23 130	1 156	1 307	42,69	1 318	146,4	229,0	51,08	490
IPE 450	450	98,82	1,605	33 740	1 500	1 702	50,85	1 676	176,4	276,4	66,87	791
IPE 500	500	115,5	1,744	48 200	1 928	2 194	59,87	2 142	214,2	335,9	89,29	1 249
IPE 550	550	134,4	1,877	67 120	2 441	2 787	72,34	2 668	254,1	400,5	123,2	1 884
IPE 600	600	156,0	2,015	92 080	3 069	3 512	83,78	3 387	307,9	485,6	165,4	2 846
IPE 750 × 137	753	174,6	2,506	159 900	4 246	4 865	92,90	5 166	392,8	614,1	137,1	6 980
IPE 750 × 147	753	187,5	2,510	166 100	4 411	5 110	105,4	5 289	399,2	630,8	161,5	7 141
IPE 750 × 173	762	221,3	2,534	205 800	5 402	6 218	116,4	6 873	514,9	809,9	273,6	9 391
IPE 750 × 196	770	250,8	2,552	240 300	6 241	7 174	127,3	8 175	610,1	958,8	408,9	11 290

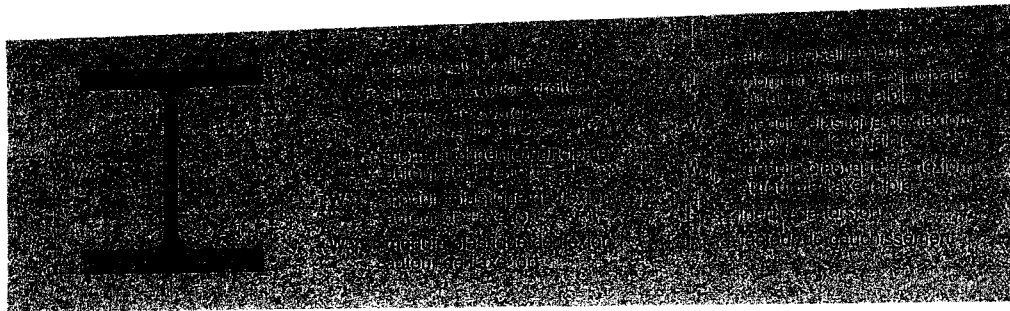


- h : hauteur du profilé
- A : aire de la section droite
- S : surface du contour extérieur par mètre linéaire
- I_x : moment d'inertie principale autour de l'axe fort
- W_y : module élastique de flexion autour de l'axe fort
- W_{pl,y} : module plastique de flexion autour de l'axe fort
- A_v : aire de cisaillement
- I_y : moment d'inertie principale autour de l'axe faible
- W_z : module élastique de flexion autour de l'axe faible
- W_{pl,z} : module plastique de flexion autour de l'axe faible
- I_t : inertie de torsion
- I₀ : facteur de gauchissement

Caractéristiques des profilés HEA												
PROFIL	h mm	A cm ²	S m ² /m	I _x cm ⁴	W _x cm ³	W _{pl,y} cm ³	A _{re} cm ²	I _y cm ⁴	W _y cm ³	W _{pl,x} cm ³	I _t cm ⁴	I _e × 10 ⁻³ cm ⁴
HEA 100	96	21,24	0,561	349,2	72,76	83,01	7,56	133,8	26,76	41,14	5,24	2,58
HEA 120	114	25,34	0,677	606,2	106,3	119,5	8,46	230,9	38,48	58,85	5,99	6,47
HEA 140	133	31,42	0,794	1 033	155,4	173,5	10,12	389,3	55,62	84,85	8,13	15,06
HEA 160	152	38,77	0,906	1 673	220,1	245,1	13,21	615,6	76,95	117,6	12,19	31,41
HEA 180	171	45,25	1,024	2 510	293,6	324,9	14,47	924,6	102,7	156,5	14,8	60,21
HEA 200	190	53,83	1,136	3 692	388,6	429,5	18,08	1 336	133,6	203,8	20,98	108
HEA 220	210	64,34	1,255	5 410	515,2	568,5	20,67	1955	177,7	270,6	28,46	193,3
HEA 240	230	76,84	1,369	7 763	675,1	744,6	25,18	2769	230,7	351,7	41,55	328,5
HEA 260	250	86,82	1,484	10 450	836,4	919,8	28,76	3 668	282,1	430,2	52,37	516,4
HEA 280	270	97,26	1,603	13 670	1 013	1 112	31,74	4 763	340,2	518,1	62,1	785,4
HEA 300	290	112,5	1,717	18 260	1 260	1 383	37,28	6 310	420,6	641,2	85,17	1 200
HEA 320	310	124,4	1,756	22 930	1 479	1 628	41,13	6 985	465,7	709,7	108	1 512
HEA 340	330	133,5	1,795	27 690	1 678	1 850	44,95	7 436	495,7	755,9	127,2	1 824
HEA 360	350	142,8	1,834	33 090	1 891	2 088	48,96	7 887	525,8	802,3	148,8	2 177
HEA 400	390	159	1,912	45 070	2 311	2 562	57,33	8 564	570,9	872,9	189	2 942
HEA 450	440	178	2,011	63 720	2 896	3 216	65,78	9 465	631	965,5	243,8	4 148
HEA 500	490	197,5	2,11	86 970	3 550	3 949	74,72	10 370	691,1	1 059	309,3	5 643
HEA 550	540	211,8	2,209	111 900	4 146	4 622	83,72	10 820	721,3	1 107	351,5	7 189
HEA 600	590	226,5	2,308	141 200	4 787	5 350	93,21	11 270	751,4	1 156	397,8	8 978
HEA 650	640	241,6	2,407	175 200	5 474	6 136	103,2	11 720	781,6	1 205	448,3	11 030
HEA 700	690	260,5	2,505	215 300	6 241	7 032	117	12 180	811,9	1 257	513,9	13 350
HEA 800	790	285,8	2,698	303 400	7 682	8 699	138,8	12 640	842,6	1 312	596,9	18 290
HEA 900	890	320,5	2,896	422 100	9 485	10 810	163,3	13 550	903,2	1 414	736,8	24 960
HEA 1000	990	346,8	3,095	553 800	11 190	12 820	184,6	14 000	933,6	1 470	822,4	32 070



Caractéristiques des profilés HEB												
PROFIL	h mm	A cm ²	S m ² /m	I _y cm ⁴	W _y cm ³	W _{pl,y} cm ³	A _{ex} cm ²	I _z cm ⁴	W _z cm ³	W _{pl,z} cm ³	I _r cm ⁴	I _p × 10 ⁻³ cm ⁶
HEB 100	100	26,04	0,567	449,5	89,91	104,2	9,040	167,3	33,45	51,42	9,250	3,380
HEB 120	120	34,01	0,686	864,4	144,1	165,2	10,96	317,5	52,92	80,97	13,84	9,410
HEB 140	140	42,96	0,805	1 509	215,6	245,4	13,08	549,7	78,52	119,8	20,06	22,48
HEB 160	160	54,25	0,918	2 492	311,5	354,0	17,59	889,2	111,2	170,0	31,24	47,94
HEB 180	180	65,25	1,037	3 831	425,7	481,4	20,24	1 363	151,4	231,0	42,16	93,75
HEB 200	200	78,08	1,151	5 696	569,6	642,5	24,83	2 003	200,3	305,8	59,28	171,1
HEB 220	220	91,04	1,270	8 091	735,5	827,0	27,92	2 843	258,5	393,9	76,57	295,4
HEB 240	240	106,0	1,384	11 260	938,3	1 053	33,23	3 923	326,9	498,4	102,7	486,9
HEB 260	260	118,4	1,499	14 920	1 148	1 283	37,59	5 135	395,0	602,2	123,8	753,7
HEB 280	280	131,4	1,618	19 270	1 376	1 534	41,09	6 595	471,0	717,6	143,7	1 130
HEB 300	300	149,1	1,732	25 170	1 678	1 869	47,43	8 563	570,9	870,1	185,0	1 688
HEB 320	320	161,3	1,771	30 820	1 926	2 149	51,77	9 239	615,9	939,1	225,1	2 069
HEB 340	340	170,9	1,810	36 660	2 156	2 408	56,09	9 690	646,0	985,7	257,2	2 454
HEB 360	360	180,6	1,849	43 190	2 400	2 683	60,60	10 140	676,1	1 032	292,5	2 883
HEB 400	400	197,8	1,927	57 680	2 884	3 232	69,98	10 820	721,3	1 104	355,7	3 817
HEB 450	450	218,0	2,026	79 890	3 551	3 982	79,66	11 720	781,4	1 198	440,5	5 258
HEB 500	500	238,6	2,125	107 200	4 287	4 815	89,82	12 620	841,6	1 292	538,4	7 018
HEB 550	550	254,1	2,224	136 700	4 971	5 591	100,1	13 080	871,8	1 341	600,3	8 856
HEB 600	600	270,0	2,323	171 000	5 701	6 425	110,8	13 530	902,0	1 391	667,2	10 970
HEB 650	650	286,3	2,422	210 600	6 480	7 320	122,0	13 980	932,3	1 441	739,2	13 360
HEB 700	700	306,4	2,520	256 900	7 340	8 327	137,1	14 440	962,7	1 495	830,9	16 060
HEB 800	800	334,2	2,713	359 100	8 977	10 230	161,8	14 900	993,6	1 553	946,0	21 840
HEB 900	900	371,3	2,911	494 100	10 980	12 580	188,8	15 820	1054	1 658	1 137	29 460
HEB 1000	1 000	400,0	3,110	644 700	12 890	14 860	212,5	16 280	1085	1 716	1 254	37 640



Poutrelles I européennes

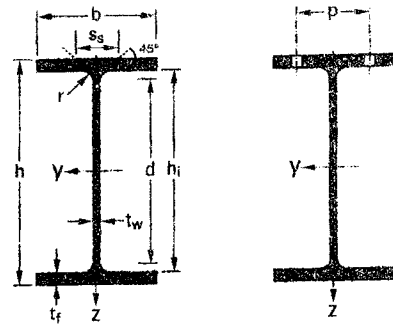
IPE 100 - 600 conformes à l'Euronorme 19-57; IPE A 100 - 600; IPE O 180 - 600; IPE 750

European I beams

IPE 100 - 600 in accordance with Euronorm 19-57; IPE A 100 - 600; IPE O 180 - 600; IPE 750

Europäische I-Profile

IPE 100 - 600 gemäß Euronorm 19-57; IPE A 100 - 600; IPE O 180 - 600; IPE 750



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						A cm ²	Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche	
	G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm		h _i mm	d mm	∅	P _{min} mm	P _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
IPE A 100*	6.9	98	55	3.6	4.7	7	8.78	88.6	74.6	-	-	-	0.397	57.57
IPE 100	8.1	100	55	4.1	5.7	7	10.32	88.6	74.6	-	-	-	0.400	49.33
IPE A 120*	8.7	117.6	64	3.8	5.1	7	11.03	107.4	93.4	-	-	-	0.472	54.47
IPE 120	10.4	120	64	4.4	6.3	7	13.21	107.4	93.4	-	-	-	0.475	45.82
IPE A 140*	10.5	137.4	73	3.8	5.6	7	13.39	126.2	112.2	-	-	-	0.547	52.05
IPE 140	12.9	140	73	4.7	6.9	7	16.43	126.2	112.2	-	-	-	0.551	42.70
IPE A 160*	12.7	157	82	4	5.9	9	16.18	145.2	127.2	-	-	-	0.619	48.70
IPE 160	15.8	160	82	5	7.4	9	20.09	145.2	127.2	-	-	-	0.623	39.47
IPE A 180*	15.4	177	91	4.3	6.5	9	19.58	164	146	M10	48	48	0.694	45.15
IPE 180	18.8	180	91	5.3	8	9	23.95	164	146	M10	48	48	0.698	37.13
IPE O 180 ⁺	21.3	182	92	6	9	9	27.10	164	146	M10	50	50	0.705	33.12
IPE A 200*	18.4	197	100	4.5	7	12	23.47	183	159	M10	54	58	0.764	41.49
IPE 200	22.4	200	100	5.6	8.5	12	28.48	183	159	M10	54	58	0.768	34.36
IPE O 200 ⁺	25.1	202	102	6.2	9.5	12	31.96	183	159	M10	56	60	0.779	31.05
IPE A 220*	22.2	217	110	5	7.7	12	28.26	201.6	177.6	M12	60	62	0.843	38.02
IPE 220	26.2	220	110	5.9	9.2	12	33.37	201.6	177.6	M12	60	62	0.848	32.36
IPE O 220 ⁺	29.4	222	112	6.6	10.2	12	37.39	201.6	177.6	M10	58	66	0.858	29.24
IPE A 240*	26.2	237	120	5.2	8.3	15	33.31	220.4	190.4	M12	64	68	0.918	35.10
IPE 240	30.7	240	120	6.2	9.8	15	39.12	220.4	190.4	M12	66	68	0.922	30.02
IPE O 240 ⁺	34.3	242	122	7	10.8	15	43.71	220.4	190.4	M12	66	70	0.932	27.17
IPE A 270*	30.7	267	135	5.5	8.7	15	39.15	249.6	219.6	M16	70	72	1.037	33.75
IPE 270	36.1	270	135	6.6	10.2	15	45.95	249.6	219.6	M16	72	72	1.041	28.86
IPE O 270 ⁺	42.3	274	136	7.5	12.2	15	53.84	249.6	219.6	M16	72	72	1.051	24.88
IPE A 300*	36.5	297	150	6.1	9.2	15	46.53	278.6	248.6	M16	72	86	1.156	31.65
IPE 300	42.2	300	150	7.1	10.7	15	53.81	278.6	248.6	M16	72	86	1.160	27.46
IPE O 300 ⁺	49.3	304	152	8	12.7	15	62.83	278.6	248.6	M16	74	88	1.174	23.81
IPE A 330*	43.0	327	160	6.5	10	18	54.74	307	271	M16	78	96	1.250	29.09
IPE 330	49.1	330	160	7.5	11.5	18	62.61	307	271	M16	78	96	1.254	25.52
IPE O 330 ⁺	57.0	334	162	8.5	13.5	18	72.62	307	271	M16	80	98	1.268	22.24



* Commande minimale: pour S 235 JR, cf. conditions techniques de livraison p. 109; pour toute autre qualité 40t ou suivant accord.

* Minimum order: for the S 235 JR grade cf. technical delivery conditions p. 109; for any other grade 40t or upon agreement.

* Mindestbestellmenge: für S 235 JR gemäß technischer Lieferbedingungen S. 109; für jede andere Güte 40t oder nach Vereinbarung.

+ Commande minimale: 40t par profilé et qualité ou suivant accord.

+ Minimum order: 40t per section and grade or upon agreement.

+ Mindestbestellmenge: 40t pro Profil und Güte oder nach Vereinbarung.

IPE

Notations pages 104-108 / Bezeichnungen Seiten 104-108

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification ENV 1993-1-1					HISTAR	
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z						pure bending y-y		pure compression				
	G kg/m	I _y cm ⁴	W _{el,y} cm ³	W _{pl,y} † cm ³	i _y cm	A _{vz} cm ²	I _z cm ⁴	W _{el,z} cm ³	W _{pl,z} † cm ³	i _z cm	s _s mm	I _t cm ⁴	I _w × 10 ³ cm ⁶	S 235	S 355	S 460	S 235		S 355
IPE A 100	6.9	141.2	28.81	32.98	4.01	4.44	13.12	4.77	7.54	1.22	21.20	0.77	0.28	1	1	-	1	1	-
IPE 100	8.1	171.0	34.20	39.41	4.07	5.08	15.92	5.79	9.15	1.24	23.70	1.2	0.35	1	1	-	1	1	-
IPE A 120	8.7	257.4	43.77	49.87	4.83	5.41	22.39	7.00	10.98	1.42	22.20	1.04	0.71	1	1	-	1	1	-
IPE 120	10.4	317.8	52.96	60.73	4.90	6.31	27.67	8.65	13.58	1.45	25.20	1.74	0.89	1	1	-	1	1	-
IPE A 140	10.5	434.9	63.30	71.60	5.70	6.21	36.42	9.98	15.52	1.65	23.20	1.36	1.58	1	1	-	1	2	-
IPE 140	12.9	541.2	77.32	88.34	5.74	7.64	44.92	12.31	19.25	1.65	26.70	2.45	1.98	1	1	-	1	1	-
IPE A 160	12.7	689.3	87.81	99.09	6.53	7.80	54.43	13.27	20.70	1.83	26.34	1.96	3.09	1	1	-	1	3	-
IPE 160	15.8	869.3	108.7	123.9	6.58	9.66	68.31	16.66	26.10	1.84	30.34	3.6	3.96	1	1	-	1	1	-
IPE A 180	15.4	1063	120.1	135.3	7.37	9.20	81.89	18.00	27.96	2.05	27.84	2.7	5.93	1	1	-	2	3	-
IPE 180	18.8	1317	146.3	166.4	7.42	11.25	100.9	22.16	34.60	2.05	31.84	4.79	7.43	1	1	-	1	2	-
IPE O 180	21.3	1505	165.4	189.1	7.45	12.70	117.3	25.50	39.91	2.08	34.54	6.76	8.74	1	1	-	1	1	-
IPE A 200	18.4	1591	161.6	181.7	8.23	11.47	117.2	23.43	36.54	2.23	32.56	4.11	10.53	1	1	-	2	4	-
IPE 200	22.4	1943	194.3	220.6	8.26	14.00	142.4	28.47	44.61	2.24	36.66	6.98	12.99	1	1	-	1	2	-
IPE O 200	25.1	2211	218.9	249.4	8.32	15.45	168.9	33.11	51.89	2.30	39.26	9.45	15.57	1	1	-	1	1	-
IPE A 220	22.2	2317	213.5	240.2	9.05	13.55	171.4	31.17	48.49	2.46	34.46	5.69	18.71	1	1	-	2	4	-
IPE 220	26.2	2772	252.0	285.4	9.11	15.88	204.9	37.25	58.11	2.48	38.36	9.07	22.67	1	1	-	1	2	-
IPE O 220	29.4	3134	282.3	321.1	9.16	17.66	239.8	42.83	66.91	2.53	41.06	12.27	26.79	1	1	-	1	2	-
IPE A 240	26.2	3290	277.7	311.6	9.94	16.31	240.1	40.02	62.40	2.68	39.37	8.35	31.26	1	1	-	2	4	-
IPE 240	30.7	3892	324.3	366.6	9.97	19.14	283.6	47.27	73.92	2.69	43.37	12.88	37.39	1	1	-	1	2	-
IPE O 240	34.3	4369	361.1	410.3	10.00	21.36	328.5	53.86	84.40	2.74	46.17	17.18	43.68	1	1	-	1	2	-
IPE A 270	30.7	4917	368.3	412.5	11.21	18.75	358.0	53.03	82.34	3.02	40.47	10.30	59.51	1	1	-	3	4	-
IPE 270	36.1	5790	428.9	484.0	11.23	22.14	419.9	62.20	96.95	3.02	44.57	15.94	70.58	1	1	-	2	3	-
IPE O 270	42.3	6947	507.1	574.6	11.36	25.23	513.5	75.51	117.7	3.09	49.47	24.90	87.64	1	1	-	1	2	-
IPE A 300	36.5	7173	483.1	541.8	12.42	22.25	519.0	69.20	107.3	3.34	42.07	13.43	107.2	1	2	-	3	4	-
IPE 300	42.2	8356	557.1	628.4	12.46	25.68	603.8	80.50	125.2	3.35	46.07	20.12	125.9	1	1	-	2	4	-
IPE O 300	49.3	9994	657.5	743.8	12.61	29.05	745.7	98.12	152.6	3.45	50.97	31.06	157.7	1	1	-	1	3	-
IPE A 330	43.0	10230	625.7	701.9	13.67	26.99	685.2	85.64	133.3	3.54	47.59	19.57	171.5	1	1	-	3	4	-
IPE 330	49.1	11770	713.1	804.3	13.71	30.81	788.1	98.52	153.7	3.55	51.59	28.15	199.1	1	1	-	2	4	-
IPE O 330	57.0	13910	833.0	942.8	13.84	34.88	960.4	118.6	185.0	3.64	56.59	42.15	245.7	1	1	-	1	3	-

† W_{pl}: Pour un dimensionnement plastique, la section doit appartenir à la classe 1 ou 2 suivant la capacité de rotation requise. Voir page 108.

† W_{pl}: For plastic design, the shape must belong to class 1 or 2 according to the required rotation capacity. See page 108.

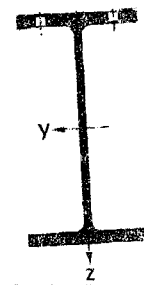
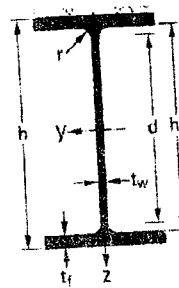
† W_{pl}: Bei einer plastischen Bemessung muss das Profil der Klasse 1 oder 2, entsprechend der erforderlichen Rotationskapazität, angehören. Siehe Seite 108.

European I beams

IPE 100 - 600 in accordance with Euronorm 19-57; IPE A 100 - 600; IPE O 180 - 600; IPE 750

Europäische I-Profile

IPE 100 - 600 gemäß Euronorm 19-57; IPE A 100 - 600; IPE O 180 - 600; IPE 750



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche		
	G kg/m	h mm	b mm	tw mm	tf mm	r mm	A cm²	hi mm	d mm	Ø	Pmin mm	Pmax mm	AL m²/m	AG m²/t
IPE A 360*	50.2	357.6	170	6.6	11.5	18	63.96	334.6	298.6	M22	86	88	1.351	26.91
IPE 360	57.1	360	170	8	12.7	18	72.73	334.6	298.6	M22	88	88	1.353	23.70
IPE O 360+	66.0	364	172	9.2	14.7	18	84.13	334.6	298.6	M22	90	90	1.367	20.69
IPE A 400*	57.4	397	180	7	12	21	73.10	373	331	M22	94	98	1.464	25.51
IPE 400	66.3	400	180	8.6	13.5	21	84.46	373	331	M22	96	98	1.467	22.12
IPE O 400+	75.7	404	182	9.7	15.5	21	96.39	373	331	M22	96	100	1.481	19.57
IPE A 450*	67.2	447	190	7.6	13.1	21	85.55	420.8	378.8	M24	100	102	1.603	23.87
IPE 450	77.6	450	190	9.4	14.6	21	98.82	420.8	378.8	M24	100	102	1.605	20.69
IPE O 450+	92.4	456	192	11	17.6	21	117.7	420.8	378.8	M24	102	104	1.622	17.56
IPE A 500*	79.4	497	200	8.4	14.5	21	101.1	468	426	M24	100	112	1.741	21.94
IPE 500	90.7	500	200	10.2	16	21	115.5	468	426	M24	102	112	1.744	19.23
IPE O 500+	107	506	202	12	19	21	136.7	468	426	M24	104	114	1.760	16.40
IPE A 550*	92.1	547	210	9	15.7	24	117.3	515.6	467.6	M24	106	122	1.875	20.36
IPE 550	106	550	210	11.1	17.2	24	134.4	515.6	467.6	M24	110	122	1.877	17.78
IPE O 550+	123	556	212	12.7	20.2	24	156.1	515.6	467.6	M24	110	122	1.893	15.45
IPE A 600*	108	597	220	9.8	17.5	24	137.0	562	514	M27	114	118	2.013	18.72
IPE 600	122	600	220	12	19	24	156.0	562	514	M27	116	118	2.015	16.45
IPE O 600+	154	610	224	15	24	24	196.8	562	514	M27	118	122	2.045	13.24
IPE 750 x 147	147	753	265	13.2	17	17	187.5	719	685	M27	104	164	2.510	17.06
IPE 750 x 173+	173	762	267	14.4	21.6	17	221.3	718.8	684.8	M27	104	166	2.534	14.58
IPE 750 x 196+	196	770	268	15.6	25.4	17	250.8	719.2	685.2	M27	106	166	2.552	12.96



* Commande minimale: pour S 235 JR, cf. conditions techniques de livraison p. 109; pour toute autre qualité 40t ou suivant accord.
+ Commande minimale: 40t par profilé et qualité ou suivant accord.

* Minimum order: for the S 235 JR grade cf. technical delivery conditions p. 109; for any other grade 40t or upon agreement.
+ Minimum order: 40t per section and grade or upon agreement.

* Mindestbestellmenge: für S 235 JR gemäß technischen Lieferbedingungen S. 109; für jede andere Güte 40t oder nach Vereinbarung.
+ Mindestbestellmenge: 40t pro Profil und Güte oder nach Vereinbarung.

IPE

Notations pages 104-108 / Bezeichnungen Seiten 104-108

Désignation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification ENV 1993-1-1						HISTAR
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z						pure bending y-y			pure compression			
	G kg/m	I_y cm ⁴	$W_{el,y}$ cm ³	$W_{pl,y}^{\dagger}$ cm ³	I_z cm ⁴	A_{vz} cm ²	I_z cm ⁴	$W_{el,z}$ cm ³	$W_{pl,z}^{\dagger}$ cm ³	I_z cm ⁴	s_s mm	I_t cm ⁴	$W_w \times 10^{-3}$ cm ³	S 235	S 355	S 460	S 235	S 355	
IPE A 360	50.2	14520	811.8	906.8	15.06	29.76	944.3	111.1	171.9	3.84	50.69	26.51	282	1	1	-	4	4	-
IPE 360	57.1	16270	903.6	1019	14.95	35.14	1043	122.8	191.1	3.79	54.49	37.32	313.6	1	1	-	2	4	-
IPE O 360	66.0	19050	1047	1186	15.05	40.21	1251	145.5	226.9	3.86	59.69	55.76	380.3	1	1	-	1	3	-
IPE A 400	57.4	20290	1022	1144	16.66	35.78	1171	130.1	202.1	4.00	55.60	34.79	432.2	1	1	-	4	4	-
IPE 400	66.3	23130	1156	1307	16.55	42.69	1318	146.4	229.0	3.95	60.20	51.08	490	1	1	-	3	4	-
IPE O 400	75.7	26750	1324	1502	16.66	47.98	1564	171.9	269.1	4.03	65.30	73.10	587.6	1	1	-	2	3	-
IPE A 450	67.2	29760	1331	1494	18.65	42.26	1502	158.1	245.7	4.19	58.40	45.67	704.9	1	1	-	4	4	-
IPE 450	77.6	33740	1500	1702	18.48	50.85	1676	176.4	276.4	4.12	63.20	66.87	791	1	1	-	3	4	-
IPE O 450	92.4	40920	1795	2046	18.65	59.4	2085	217.2	341.0	4.21	70.80	109	997.6	1	1	-	2	4	-
IPE A 500	79.4	42930	1728	1946	20.61	50.41	1939	193.9	301.6	4.38	62.00	62.78	1125	1	1	-	4	4	-
IPE 500	90.7	48200	1928	2194	20.43	59.87	2142	214.2	335.9	4.31	66.80	89.29	1249	1	1	1	3	4	4
IPE O 500	107	57780	2284	2613	20.56	70.21	2622	259.6	408.5	4.38	74.60	143.5	1548	1	1	1	2	4	4
IPE A 550	92.1	59980	2193	2475	22.61	60.30	2432	231.6	361.5	4.55	68.52	86.53	1710	1	1	-	4	4	-
IPE 550	106	67120	2441	2787	22.35	72.34	2668	254.1	400.5	4.45	73.62	123.2	1884	1	1	1	4	4	4
IPE O 550	123	79160	2847	3263	22.52	82.69	3224	304.2	480.5	4.55	81.22	187.5	2302	1	1	1	2	4	4
IPE A 600	108	82920	2778	3141	24.6	70.14	3116	283.3	442.1	4.77	72.92	118.8	2607	1	1	-	4	4	-
IPE 600	122	92080	3069	3512	24.3	83.78	3387	307.9	485.6	4.66	78.12	165.4	2846	1	1	1	4	4	4
IPE O 600	154	118300	3879	4471	24.52	104.4	4521	403.6	640.1	4.79	91.12	318.1	3860	1	1	1	2	4	4
IPE 750 x 147	147	166100	4411	5110	29.76	105.4	5289	399.2	630.8	5.31	67.12	161.5	7141	1	1	-	4	4	-
IPE 750 x 173	173	205800	5402	6218	30.49	116.4	6873	514.9	809.9	5.57	77.52	273.6	9391	1	1	1	4	4	4
IPE 750 x 196	196	240300	6241	7174	30.95	127.3	8175	610.1	958.8	5.71	86.32	408.9	11290	1	1	1	4	4	4

† W_{pl} : Pour un dimensionnement plastique, la section doit appartenir à la classe 1 ou 2 suivant la capacité de rotation requise. Voir page 108.

† W_{pl} : For plastic design, the shape must belong to class 1 or 2 according to the required rotation capacity. See page 108.

† W_{pl} : Bei einer plastischen Bemessung muss das Profil der Klasse 1 oder 2, entsprechend der erforderlichen Rotationskapazität, angehören. Siehe Seite 108.

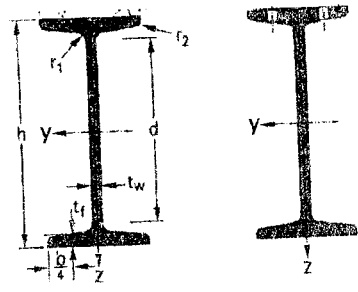
Inclinaison des ailes: 14%
 conformes à DIN 1025-1: 1963, NF A 45-209 (1983)

European standard beams

Flange slope: 14%
 in accordance with DIN 1025-1: 1963, NF A 45-209 (1983)

Europäische Normalträger

Flanschneigung: 14%
 gemäß DIN 1025-1: 1963, NF A 45-209 (1983)



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen							A cm ²	Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße				Surface Oberfläche	
	G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r _f mm	r ₂ mm		d mm	∅	P _{min} mm	P _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
IPN 120	11.1	120	58	5.1	7.7	5.1	3.1	14.2	92.4	-	-	-	0.439	39.38
IPN 140	14.3	140	66	5.7	8.6	5.7	3.4	18.3	109.1	-	-	-	0.502	34.94
IPN 160	17.9	160	74	6.3	9.5	6.3	3.8	22.8	125.8	-	-	-	0.575	32.13
IPN 180	21.9	180	82	6.9	10.4	6.9	4.1	27.9	142.4	-	-	-	0.64	29.22
IPN 200	26.2	200	90	7.5	11.3	7.5	4.5	33.4	159.1	-	-	-	0.709	27.04
IPN 220	31.1	220	98	8.1	12.2	8.1	4.9	39.5	175.8	M10	50	56	0.775	24.99
IPN 240	36.2	240	106	8.7	13.1	8.7	5.2	46.1	192.5	M10	54	60	0.844	23.32
IPN 260	41.9	260	113	9.4	14.1	9.4	5.6	53.3	208.9	M12	62	62	0.906	21.65
IPN 280	47.9	280	119	10.1	15.2	10.1	6.1	61.0	225.1	M12	68	68	0.966	20.17
IPN 300	54.2	300	125	10.8	16.2	10.8	6.5	69.0	241.6	M12	70	74	1.03	19.02
IPN 320	61.0	320	131	11.5	17.3	11.5	6.9	77.7	257.9	M12	70	80	1.09	17.87
IPN 340	68.0	340	137	12.2	18.3	12.2	7.3	86.7	274.3	M12	78	86	1.15	16.90
IPN 360	76.1	360	143	13	19.5	13	7.8	97.0	290.2	M12	78	92	1.21	15.89
IPN 380	84.0	380	149	13.7	20.5	13.7	8.2	107	306.7	M16	84	86	1.27	15.12
IPN 400	92.4	400	155	14.4	21.6	14.4	8.6	118	322.9	M16	86	92	1.33	14.36
IPN 450	115	450	170	16.2	24.3	16.2	9.7	147	363.6	M16	92	106	1.48	12.83
IPN 500	141	500	185	18	27	18	10.8	179	404.3	M20	102	110	1.63	11.60
IPN 550	166	550	200	19	30	19	11.9	212	445.6	M22	112	118	1.80	10.80



IPN

Notations pages 104-108 / Bezeichnungen Seiten 104-108

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification ENV 1993-1-1				
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z						pure bending y-y		pure compression		
	G kg/m	I_y cm ⁴	$W_{el,y}$ cm ³	$W_{pl,y}^{\dagger}$ cm ³	I_y cm	A_{v2} cm ²	I_z cm ⁴	$W_{el,z}$ cm ³	$W_{pl,z}^{\dagger}$ cm ³	I_z cm	s_s mm	J_t cm ⁴	$I_w \times 10^3$ cm ⁶	S 235	S 355	S 235	S 355
IPN 120	11.1	328	54.7	63.6	4.81	6.63	21.5	7.41	12.4	1.23	28.4	2.71	0.69	1	1	1	1
IPN 140	14.3	573	81.9	95.4	5.61	8.65	35.2	10.7	17.9	1.40	31.8	4.32	1.54	1	1	1	1
IPN 160	17.9	935	117	136	6.4	10.83	54.7	14.8	24.9	1.55	35.2	6.57	3.14	1	1	1	1
IPN 180	21.9	1450	161	187	7.2	13.35	81.3	19.8	33.2	1.71	38.6	9.58	5.92	1	1	1	1
IPN 200	26.2	2140	214	250	8.0	16.03	117	26.0	43.5	1.87	42.0	13.5	10.5	1	1	1	1
IPN 220	31.1	3060	278	324	8.8	19.06	162	33.1	55.7	2.02	45.4	18.6	17.8	1	1	1	1
IPN 240	36.2	4250	354	412	9.59	22.33	221	41.7	70.0	2.20	48.9	25.0	28.7	1	1	1	1
IPN 260	41.9	5740	442	514	10.4	26.08	288	51.0	85.9	2.32	52.6	33.5	44.1	1	1	1	1
IPN 280	47.9	7590	542	632	11.1	30.18	364	61.2	103	2.45	56.4	44.2	64.6	1	1	1	1
IPN 300	54.2	9800	653	762	11.9	34.58	451	72.2	121	2.56	60.1	56.8	91.8	1	1	1	1
IPN 320	61.0	12510	782	914	12.7	39.26	555	84.7	143	2.67	63.9	72.5	129	1	1	1	1
IPN 340	68.0	15700	923	1080	13.5	44.27	674	98.4	166	2.80	67.6	90.4	176	1	1	1	1
IPN 360	76.1	19610	1090	1276	14.2	49.95	818	114	194	2.90	71.8	115	240	1	1	1	1
IPN 380	84.0	24010	1260	1482	15.0	55.55	975	131	221	3.02	75.4	141	319	1	1	1	1
IPN 400	92.4	29210	1460	1714	15.7	61.69	1160	149	253	3.13	79.3	170	420	1	1	1	1
IPN 450	115	45850	2040	2400	17.7	77.79	1730	203	345	3.43	88.9	267	791	1	1	1	1
IPN 500	141	68740	2750	3240	19.6	95.6	2480	268	456	3.72	98.5	402	1400	1	1	1	1
IPN 550	166	99180	3610	4240	21.6	111.3	3490	349	592	4.02	107.3	544	2390	1	1	1	1

† W_{pl} : Pour un dimensionnement plastique, la section doit appartenir à la classe 1 ou 2 suivant la capacité de rotation requise. Voir page 108.

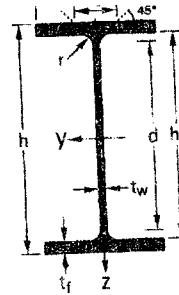
† W_{pl} : For plastic design, the shape must belong to class 1 or 2 according to the required rotation capacity. See page 108.

† W_{pl} : Bei einer plastischen Bemessung muss das Profil der Klasse 1 oder 2, entsprechend der erforderlichen Rotationskapazität, angehören. Siehe Seite 108.

Poutrelles européennes à larges ailes
 HE A, HE B et HE M 100 - 1000 conformes à l'Euronorme 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

European wide flange beams
 HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

Euronormische Breitflanchenträger
 HE A, HE B und HE M 100 - 1000 gemäß Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL HL 920 - 1100



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche		
	G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm	A cm ²	h ₁ mm	d mm	∅	P _{min} mm	P _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
HE 100 AA ⁺	12.2	91	100	4.2	5.5	12	15.60	80	56	M10	54	58	0.553	45.17
HE 100 A	16.7	96	100	5	8	12	21.24	80	56	M10	54	58	0.561	33.68
HE 100 B	20.4	100	100	6	10	12	26.04	80	56	M10	56	58	0.567	27.76
HE 100 M	41.8	120	106	12	20	12	53.24	80	56	M10	62	64	0.619	14.82
HE 120 AA ⁺	14.6	109	120	4.2	5.5	12	18.55	98	74	M12	58	68	0.669	45.94
HE 120 A	19.9	114	120	5	8	12	25.34	98	74	M12	58	68	0.677	34.06
HE 120 B	26.7	120	120	6.5	11	12	34.01	98	74	M12	60	68	0.686	25.71
HE 120 M	52.1	140	126	12.5	21	12	66.41	98	74	M12	66	74	0.738	14.16
HE 140 AA ⁺	18.1	128	140	4.3	6	12	23.02	116	92	M16	64	76	0.787	43.53
HE 140 A	24.7	133	140	5.5	8.5	12	31.42	116	92	M16	64	76	0.794	32.21
HE 140 B	33.7	140	140	7	12	12	42.96	116	92	M16	66	76	0.805	23.88
HE 140 M	63.2	160	146	13	22	12	80.56	116	92	M16	72	82	0.857	13.56
HE 160 AA ⁺	23.8	148	160	4.5	7	15	30.36	134	104	M20	76	84	0.901	37.81
HE 160 A	30.4	152	160	6	9	15	38.77	134	104	M20	78	84	0.906	29.78
HE 160 B	42.6	160	160	8	13	15	54.25	134	104	M20	80	84	0.918	21.56
HE 160 M	76.2	180	166	14	23	15	97.05	134	104	M20	85	90	0.970	12.74
HE 180 AA ⁺	28.7	167	180	5	7.5	15	36.53	152	122	M24	84	92	1.018	35.51
HE 180 A	35.5	171	180	6	9.5	15	45.25	152	122	M24	86	92	1.024	28.83
HE 180 B	51.2	180	180	8.5	14	15	65.25	152	122	M24	88	92	1.037	20.25
HE 180 M	88.9	200	186	14.5	24	15	113.3	152	122	M24	94	98	1.089	12.25
HE 200 AA ⁺	34.6	186	200	5.5	8	18	44.13	170	134	M27	96	100	1.130	32.62
HE 200 A	42.3	190	200	6.5	10	18	53.83	170	134	M27	98	100	1.136	26.89
HE 200 B	61.3	200	200	9	15	18	78.08	170	134	M27	100	100	1.151	18.78
HE 200 M	103	220	206	15	25	18	131.3	170	134	M27	106	106	1.203	11.67
HE 220 AA ⁺	40.4	205	220	6	8.5	18	51.46	188	152	M27	98	118	1.247	30.87
HE 220 A	50.5	210	220	7	11	18	64.34	188	152	M27	98	118	1.255	24.85
HE 220 B	71.5	220	220	9.5	16	18	91.04	188	152	M27	100	118	1.270	17.77
HE 220 M	117	240	226	15.5	26	18	149.4	188	152	M27	108	124	1.322	11.27
HE 240 AA ⁺	47.4	224	240	6.5	9	21	60.38	206	164	M27	104	138	1.359	28.67
HE 240 A	60.3	230	240	7.5	12	21	76.84	206	164	M27	104	138	1.369	22.70
HE 240 B	83.2	240	240	10	17	21	106.0	206	164	M27	108	138	1.384	16.63
HE 240 M	157	270	248	18	32	21	199.6	206	164	M27	116	146	1.460	9.318
HE 260 AA ⁺	54.1	244	260	6.5	9.5	24	68.97	225	177	M27	110	158	1.474	27.22
HE 260 A	68.2	250	260	7.5	12.5	24	86.82	225	177	M27	110	158	1.484	21.77
HE 260 B	93.0	260	260	10	17.5	24	118.4	225	177	M27	114	158	1.499	16.12
HE 260 M	172	290	268	18	32.5	24	219.6	225	177	M27	122	166	1.575	9.133

+ Commande minimale: 40t par profilé et qualité ou suivant accord.

+ Minimum order: 40t per section and grade or upon agreement.

+ Mindestbestellmenge: 40t pro Profil und Güte oder nach Vereinbarung.

HE

Notations pages 104-108 / Bezeichnungen Seiten 104-108

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification ENV 1993-1-1						HISTAR
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z						pure bending y-y			pure compression			
	G kg/m	I_y cm ⁴	$W_{el,y}$ cm ³	$W_{pl,y}^{\dagger}$ cm ³	i_y cm	A_{vz} cm ²	I_z cm ⁴	$W_{el,z}$ cm ³	$W_{pl,z}^{\dagger}$ cm ³	i_z cm	s_s mm	I_t cm ⁴	$I_w \times 10^3$ cm ⁶	S 235	S 355	S 460	S 235	S 355	
HE 100 AA	12.2	236.5	51.98	58.36	3.89	6.15	92.06	18.41	28.44	2.43	29.26	2.51	1.68	1	3	-	1	3	-
HE 100 A	16.7	349.2	72.76	83.01	4.06	7.56	133.8	26.76	41.14	2.51	35.06	5.24	2.58	1	1	-	1	1	-
HE 100 B	20.4	449.5	89.91	104.2	4.16	9.04	167.3	33.45	51.42	2.53	40.06	9.25	3.38	1	1	-	1	1	-
HE 100 M	41.8	1143	190.4	235.8	4.63	18.04	399.2	75.31	116.3	2.74	66.06	68.21	9.93	1	1	-	1	1	-
HE 120 AA	14.6	413.4	75.85	84.12	4.72	6.90	158.8	26.47	40.62	2.93	29.26	2.78	4.24	2	3	-	2	3	-
HE 120 A	19.9	606.2	106.3	119.5	4.89	8.46	230.9	38.48	58.85	3.02	35.06	5.99	6.47	1	1	-	1	1	-
HE 120 B	26.7	864.4	144.1	165.2	5.04	10.96	317.5	52.92	80.97	3.06	42.56	13.84	9.41	1	1	-	1	1	-
HE 120 M	52.1	2018	288.2	350.6	5.51	21.15	702.8	111.6	171.6	3.25	68.56	91.66	24.79	1	1	-	1	1	-
HE 140 AA	18.1	719.5	112.4	123.8	5.59	7.92	274.8	39.26	59.93	3.45	30.36	3.54	10.21	3	3	-	3	3	-
HE 140 A	24.7	1033	155.4	173.5	5.73	10.12	389.3	55.62	84.85	3.52	36.56	8.13	15.06	1	2	-	1	2	-
HE 140 B	33.7	1509	215.6	245.4	5.93	13.08	549.7	78.52	119.8	3.58	45.06	20.06	22.48	1	1	-	1	1	-
HE 140 M	63.2	3291	411.4	493.8	6.39	24.46	1144	156.8	240.5	3.77	71.06	120	54.33	1	1	-	1	1	-
HE 160 AA	23.8	1283	173.4	190.4	6.50	10.38	478.7	59.84	91.36	3.97	36.07	6.33	23.75	3	3	-	3	3	-
HE 160 A	30.4	1673	220.1	245.1	6.57	13.21	615.6	76.95	117.6	3.98	41.57	12.19	31.41	1	2	-	1	2	-
HE 160 B	42.6	2492	311.5	354.0	6.78	17.59	889.2	111.2	170.0	4.05	51.57	31.24	47.94	1	1	-	1	1	-
HE 160 M	76.2	5098	566.5	674.6	7.25	30.81	1759	211.9	325.5	4.26	77.57	162.4	108.1	1	1	-	1	1	-
HE 180 AA	28.7	1967	235.6	258.2	7.34	12.16	730.0	81.11	123.6	4.47	37.57	8.33	46.36	3	3	-	3	3	-
HE 180 A	35.5	2510	293.6	324.9	7.45	14.47	924.6	102.7	156.5	4.52	42.57	14.80	60.21	1	3	-	1	3	-
HE 180 B	51.2	3831	425.7	481.4	7.66	20.24	1363	151.4	231.0	4.57	54.07	42.16	93.75	1	1	-	1	1	-
HE 180 M	88.9	7483	748.3	883.4	8.13	34.65	2580	277.4	425.2	4.77	80.07	203.3	199.3	1	1	-	1	1	-
HE 200 AA	34.6	2944	316.6	347.1	8.17	15.45	1068	106.8	163.2	4.92	42.59	12.69	84.49	3	4	-	3	4	-
HE 200 A	42.3	3692	388.6	429.5	8.28	18.08	1336	133.6	203.8	4.98	47.59	20.98	108	1	3	-	1	3	-
HE 200 B	61.3	5696	569.6	642.5	8.54	24.83	2003	200.3	305.8	5.07	60.09	59.28	171.1	1	1	-	1	1	-
HE 200 M	103	10640	967.4	1135	9.00	41.03	3651	354.5	543.2	5.27	86.09	259.4	346.3	1	1	-	1	1	-
HE 220 AA	40.4	4170	406.9	445.5	9.00	17.63	1510	137.3	209.3	5.42	44.09	15.93	145.6	3	4	-	3	4	-
HE 220 A	50.5	5410	515.2	568.5	9.17	20.67	1955	177.7	270.6	5.51	50.09	28.46	193.3	1	3	-	1	3	-
HE 220 B	71.5	8091	735.5	827.0	9.43	27.92	2843	258.5	393.9	5.59	62.59	76.57	295.4	1	1	-	1	1	-
HE 220 M	117	14600	1217	1419	9.89	45.31	5012	443.5	678.6	5.79	88.59	315.3	572.7	1	1	-	1	1	-
HE 240 AA	47.4	5835	521.0	570.6	9.83	21.54	2077	173.1	264.4	5.87	49.10	22.98	239.6	3	4	-	3	4	-
HE 240 A	60.3	7763	675.1	744.6	10.05	25.18	2769	230.7	351.7	6.00	56.10	41.55	328.5	1	3	-	1	3	-
HE 240 B	83.2	11260	938.3	1053	10.31	33.23	3923	326.9	498.4	6.08	68.60	102.7	486.9	1	1	-	1	1	-
HE 240 M	157	24290	1799	2117	11.03	60.07	8153	657.5	1006	6.39	106.6	627.9	1152	1	1	-	1	1	-
HE 260 AA	54.1	7981	654.1	714.5	10.76	24.75	2788	214.5	327.7	6.36	53.62	30.31	382.6	3	4	-	3	4	-
HE 260 A	68.2	10450	836.4	919.8	10.97	28.76	3668	282.1	430.2	6.50	60.62	52.37	516.4	2	3	3	2	3	3
HE 260 B	93.0	14920	1148	1283	11.22	37.59	5135	395.0	602.2	6.58	73.12	123.8	753.7	1	1	2	1	1	2
HE 260 M	172	31310	2159	2524	11.94	66.89	10450	779.7	1192	6.90	111.1	719	1728	1	1	1	1	1	1

† W_{pl} : Pour un dimensionnement plastique, la section doit appartenir à la classe 1 ou 2 suivant la capacité de rotation requise. Voir page 108.

† W_{pl} : For plastic design, the shape must belong to class 1 or 2 according to the required rotation capacity. See page 108.

† W_{pl} : Bei einer plastischen Bemessung muss das Profil der Klasse 1 oder 2, entsprechend der erforderlichen Rotationskapazität, angehören. Siehe Seite 108.

Profilles européennes à larges ailes

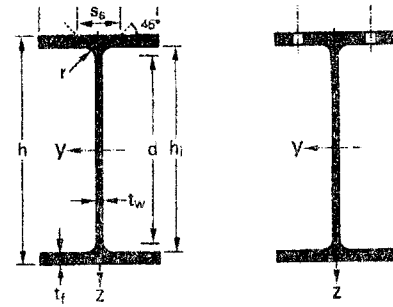
HE A, HE B et HE M 100 - 1000 conformes à l'Euronorme 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

European wide flange beams

HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

Europäische Breitflanschträger

HE A, HE B und HE M 100 - 1000 gemäß Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche		
	G kg/m	h mm	b mm	tw mm	tf mm	r mm	A cm ²	hj mm	d mm	Ø	Pmin mm	Pmax mm	AL m ² /m	AG m ² /t
HE 280 AA ⁺	61.2	264	280	7	10	24	78.02	244	196	M27	110	178	1.593	26.01
HE 280 A	76.4	270	280	8	13	24	97.26	244	196	M27	112	178	1.603	20.99
HE 280 B	103	280	280	10.5	18	24	131.4	244	196	M27	114	178	1.618	15.69
HE 280 M	189	310	288	18.5	33	24	240.2	244	196	M27	122	186	1.694	8.984
HE 300 AA ⁺	69.8	283	300	7.5	10.5	27	88.91	262	208	M27	116	198	1.705	24.42
HE 300 A	88.3	290	300	8.5	14	27	112.5	262	208	M27	118	198	1.717	19.43
HE 300 B	117	300	300	11	19	27	149.1	262	208	M27	120	198	1.732	14.80
HE 300 M	238	340	310	21	39	27	303.1	262	208	M27	132	208	1.832	7.699
HE 320 AA ⁺	74.2	301	300	8	11	27	94.58	279	225	M27	118	198	1.740	23.43
HE 320 A	97.6	310	300	9	15.5	27	124.4	279	225	M27	118	198	1.756	17.98
HE 320 B	127	320	300	11.5	20.5	27	161.3	279	225	M27	122	198	1.771	13.98
HE 320 M	245	359	309	21	40	27	312.0	279	225	M27	132	204	1.866	7.616
HE 340 AA ⁺	78.9	320	300	8.5	11.5	27	100.5	297	243	M27	118	198	1.777	22.52
HE 340 A	105	330	300	9.5	16.5	27	133.5	297	243	M27	118	198	1.795	17.13
HE 340 B	134	340	300	12	21.5	27	170.9	297	243	M27	122	198	1.810	13.49
HE 340 M	248	377	309	21	40	27	315.8	297	243	M27	132	204	1.902	7.670
HE 360 AA ⁺	83.7	339	300	9	12	27	106.6	315	261	M27	118	198	1.814	21.67
HE 360 A	112	350	300	10	17.5	27	142.8	315	261	M27	120	198	1.834	16.36
HE 360 B	142	360	300	12.5	22.5	27	180.6	315	261	M27	122	198	1.849	13.04
HE 360 M	250	395	308	21	40	27	318.8	315	261	M27	132	204	1.934	7.73
HE 400 AA ⁺	92.4	378	300	9.5	13	27	117.7	352	298	M27	118	198	1.891	20.46
HE 400 A	125	390	300	11	19	27	159.0	352	298	M27	120	198	1.912	15.32
HE 400 B	155	400	300	13.5	24	27	197.8	352	298	M27	124	198	1.927	12.41
HE 400 M	256	432	307	21	40	27	325.8	352	298	M27	132	202	2.004	7.835
HE 450 AA ⁺	99.7	425	300	10	13.5	27	127.1	398	344	M27	120	198	1.984	19.89
HE 450 A	140	440	300	11.5	21	27	178.0	398	344	M27	122	198	2.011	14.39
HE 450 B	171	450	300	14	26	27	218.0	398	344	M27	124	198	2.026	11.84
HE 450 M	263	478	307	21	40	27	335.4	398	344	M27	132	202	2.096	7.959
HE 500 AA ⁺	107	472	300	10.5	14	27	136.9	444	390	M27	120	198	2.077	19.33
HE 500 A	155	490	300	12	23	27	197.5	444	390	M27	122	198	2.110	13.60
HE 500 B	187	500	300	14.5	28	27	238.6	444	390	M27	124	198	2.125	11.34
HE 500 M	270	524	306	21	40	27	344.3	444	390	M27	132	202	2.184	8.079
HE 550 AA ⁺	120	522	300	11.5	15	27	152.8	492	438	M27	122	198	2.175	18.13
HE 550 A	166	540	300	12.5	24	27	211.8	492	438	M27	122	198	2.209	13.29
HE 550 B	199	550	300	15	29	27	254.1	492	438	M27	124	198	2.224	11.15
HE 550 M	278	572	306	21	40	27	354.4	492	438	M27	132	202	2.280	8.195



+ Commande minimale: 40t par profilé et qualité ou suivant accord.

+ Minimum order: 40t per section and grade or upon agreement.

+ Mindestbestellmenge: 40t pro Profil und Güte oder nach Vereinbarung.

HE

Notations pages 104-108 / Bezeichnungen Seiten 104-108

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification ENV 1993-1-1						HISTAR	
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z						pure bending y-y			pure compression				
	G kg/m	I _y cm ⁴	W _{el,y} cm ³	W _{pl,y} † cm ³	I _y cm	A _{vz} cm ²	I _z cm ⁴	W _{el,z} cm ³	W _{pl,z} † cm ³	I _z cm	s _s mm	I _t cm ⁴	I _w x 10 ³ cm ⁶	S 235	S 355	S 460	S 235	S 355		S 460
HE 280 AA	61.2	10560	799.8	873.1	11.63	27.52	3664	261.7	399.4	6.85	55.12	36.22	590.1	3	4	-	3	4	-	HI
HE 280 A	76.4	13670	1013	1112	11.86	31.74	4763	340.2	518.1	7.00	62.12	62.10	785.4	2	3	4	2	3	4	HI
HE 280 B	103	19270	1376	1534	12.11	41.09	6595	471.0	717.6	7.09	74.62	143.7	1130	1	1	2	1	1	2	HI
HE 280 M	189	39550	2551	2966	12.83	72.03	13160	914.1	1397	7.40	112.6	807.3	2520	1	1	1	1	1	1	HI
HE 300 AA	69.8	13800	975.6	1065	12.46	32.37	4734	315.6	482.3	7.30	60.13	49.35	877.2	3	4	-	3	4	-	HI
HE 300 A	88.3	18260	1260	1383	12.74	37.28	6310	420.6	641.2	7.49	68.13	85.17	1200	2	3	3	2	3	3	HI
HE 300 B	117	25170	1678	1869	12.99	47.43	8563	570.9	870.1	7.58	80.63	185	1688	1	1	3	1	1	3	HI
HE 300 M	238	59200	3482	4078	13.98	90.53	19400	1252	1913	8.00	130.6	1408	4386	1	1	1	1	1	1	HI
HE 320 AA	74.2	16450	1093	1196	13.19	35.40	4959	330.6	505.7	7.24	61.63	55.87	1041	3	4	-	3	4	-	HI
HE 320 A	97.6	22930	1479	1628	13.58	41.13	6985	465.7	709.7	7.49	71.63	108	1512	1	3	3	1	3	3	HI
HE 320 B	127	30820	1926	2149	13.82	51.77	9239	615.9	939.1	7.57	84.13	225.1	2069	1	1	2	1	1	2	HI
HE 320 M	245	68130	3796	4435	14.78	94.85	19710	1276	1951	7.95	132.6	1501	5004	1	1	1	1	1	1	HI
HE 340 AA	78.9	19550	1222	1341	13.95	38.69	5185	345.6	529.3	7.18	63.13	63.07	1231	3	4	-	3	4	-	HI
HE 340 A	105	27690	1678	1850	14.40	44.95	7436	495.7	755.9	7.46	74.13	127.2	1824	1	3	3	1	3	3	HI
HE 340 B	134	36660	2156	2408	14.65	56.09	9690	646.0	985.7	7.53	86.63	257.2	2454	1	1	1	1	1	1	HI
HE 340 M	248	76370	4052	4718	15.55	98.63	19710	1276	1953	7.90	132.6	1506	5584	1	1	1	1	1	1	HI
HE 360 AA	83.7	23040	1359	1495	14.70	42.17	5410	360.7	553.0	7.12	64.63	70.99	1444	3	4	-	3	4	-	HI
HE 360 A	112	33090	1891	2088	15.22	48.96	7887	525.8	802.3	7.43	76.63	148.8	2177	1	2	3	1	2	3	HI
HE 360 B	142	43190	2400	2683	15.46	60.60	10140	676.1	1032	7.49	89.13	292.5	2883	1	1	1	1	1	1	HI
HE 360 M	250	84870	4297	4989	16.32	102.4	19520	1268	1942	7.83	132.6	1507	6137	1	1	1	1	1	1	HI
HE 400 AA	92.4	31250	1654	1824	15.30	47.95	5861	390.8	599.7	7.06	67.13	84.69	1948	3	3	-	3	3	-	HI
HE 400 A	125	45070	2311	2562	16.84	57.33	8564	570.9	872.9	7.34	80.63	189	2942	1	1	3	1	2	3	HI
HE 400 B	155	57680	2884	3232	17.08	69.98	10820	721.3	1104	7.40	93.13	355.7	3817	1	1	1	1	1	1	HI
HE 400 M	256	104100	4820	5571	17.88	110.2	19340	1260	1934	7.70	132.6	1515	7410	1	1	1	1	1	1	HI
HE 450 AA	99.7	41890	1971	2183	18.16	54.70	6088	405.8	624.4	6.92	68.63	95.61	2572	3	3	-	3	4	-	HI
HE 450 A	140	63720	2896	3216	18.92	65.78	9465	631.0	965.5	7.29	85.13	243.8	4148	1	1	1	1	2	3	HI
HE 450 B	171	79890	3551	3982	19.14	79.66	11720	781.4	1198	7.33	97.63	440.5	5258	1	1	1	1	1	2	HI
HE 450 M	263	131500	5501	6331	19.80	119.8	19340	1260	1939	7.59	132.6	1529	9251	1	1	1	1	1	1	HI
HE 500 AA	107	54640	2315	2576	19.98	61.91	6314	420.9	649.3	6.79	70.13	107.7	3304	2	3	-	2	4	-	HI
HE 500 A	155	86970	3550	3949	20.98	74.72	10370	691.1	1059	7.24	89.63	309.3	5643	1	1	1	1	3	4	HI
HE 500 B	187	107200	4287	4815	21.19	89.82	12620	841.6	1292	7.27	102.1	538.4	7018	1	1	1	1	2	2	HI
HE 500 M	270	161900	6180	7094	21.69	129.5	19150	1252	1932	7.46	132.6	1539	11190	1	1	1	1	1	1	HI
HE 550 AA	120	72870	2792	3128	21.84	72.66	6767	451.1	698.6	6.65	73.13	133.7	4338	1	3	-	3	4	-	HI
HE 550 A	166	111900	4146	4622	22.99	83.72	10820	721.3	1107	7.15	92.13	351.5	7189	1	1	1	2	4	4	HI
HE 550 B	199	136700	4971	5591	23.20	100.1	13080	871.8	1341	7.17	104.6	600.3	8856	1	1	1	1	2	3	HI
HE 550 M	278	198000	6923	7933	23.64	139.6	19160	1252	1937	7.35	132.6	1554	13520	1	1	1	1	1	1	HI

† W_{pl}: Pour un dimensionnement plastique, la section doit appartenir à la classe 1 ou 2 suivant la capacité de rotation requise. Voir page 108.

† W_{pl}: For plastic design, the shape must belong to class 1 or 2 according to the required rotation capacity. See page 108.

† W_{pl}: Bei einer plastischen Bemessung muss das Profil der Klasse 1 oder 2, entsprechend der erforderlichen Rotationskapazität, angehören. Siehe Seite 108.

Profilles européennes à larges ailes

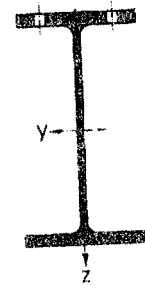
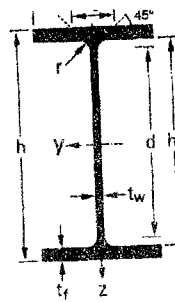
HE A, HE B et HE M 100 - 1000 conformes à l'Euronorme 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

European wide flange beams

HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

Europäische Breitflanschträger

HE A, HE B und HE M 100 - 1000 gemäß Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100



Designation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche		
	G kg/m	h mm	b mm	tw mm	tr mm	r mm	A cm²	h ₁ mm	d mm	∅	P _{min} mm	P _{max} mm	A _t m²/m	A _G m²/t
HE 600 AA+	129	571	300	12	15.5	27	164.1	540	486	M27	122	198	2.272	17.64
HE 600 A	178	590	300	13	25	27	226.5	540	486	M27	122	198	2.308	12.98
HE 600 B	212	600	300	15.5	30	27	270.0	540	486	M27	126	198	2.323	10.96
HE 600 M	285	620	305	21	40	27	363.7	540	486	M27	132	200	2.372	8.308
HE 600 x 337+	337	632	310	25.5	46	27	429.2	540	486	M27	138	202	2.407	7.144
HE 600 x 399+	399	648	315	30	54	27	508.5	540	486	M27	142	208	2.450	6.137
HE 650 AA+	138	620	300	12.5	16	27	175.8	588	534	M27	122	198	2.369	17.17
HE 650 A	190	640	300	13.5	26	27	241.6	588	534	M27	124	198	2.407	12.69
HE 650 B	225	650	300	16	31	27	286.3	588	534	M27	126	198	2.422	10.77
HE 650 M	293	668	305	21	40	27	373.7	588	534	M27	132	200	2.468	8.411
HE 650 x 343+	343	680	309	25	46	27	437.5	588	534	M27	138	202	2.500	7.278
HE 650 x 407+	407	696	314	29.5	54	27	518.8	588	534	M27	142	206	2.543	6.243
HE 700 AA+	150	670	300	13	17	27	190.9	636	582	M27	122	198	2.468	16.46
HE 700 A	204	690	300	14.5	27	27	260.5	636	582	M27	124	198	2.505	12.25
HE 700 B	241	700	300	17	32	27	306.4	636	582	M27	126	198	2.520	10.48
HE 700 M	301	716	304	21	40	27	383.0	636	582	M27	132	200	2.560	8.513
HE 700 x 352+	352	728	308	25	46	27	448.6	636	582	M27	138	200	2.592	7.359
HE 700 x 418+	418	744	313	29.5	54	27	531.9	636	582	M27	142	206	2.635	6.310
HE 800 AA+	172	770	300	14	18	30	218.5	734	674	M27	130	198	2.660	15.51
HE 800 A	224	790	300	15	28	30	285.8	734	674	M27	130	198	2.698	12.03
HE 800 B	262	800	300	17.5	33	30	334.2	734	674	M27	134	198	2.713	10.34
HE 800 M	317	814	303	21	40	30	404.3	734	674	M27	138	198	2.746	8.655
HE 800 x 373+	373	826	308	25	46	30	474.6	734	674	M27	144	200	2.782	7.469
HE 800 x 444+	444	842	313	30	54	30	566.0	734	674	M27	148	206	2.824	6.357
HE 900 AA+	198	870	300	15	20	30	252.2	830	770	M27	130	198	2.858	14.44
HE 900 A	252	890	300	16	30	30	320.5	830	770	M27	132	198	2.896	11.51
HE 900 B	291	900	300	18.5	35	30	371.3	830	770	M27	134	198	2.911	9.990
HE 900 M	333	910	302	21	40	30	423.6	830	770	M27	138	198	2.934	8.824
HE 900 x 391+	391	922	307	25	46	30	497.7	830	770	M27	144	200	2.970	7.604
HE 900 x 466+	466	938	312	30	54	30	593.7	830	770	M27	148	204	3.012	6.464



+ Commande minimale: 40t par profilé et qualité ou suivant accord.

+ Minimum order: 40t per section and grade or upon agreement.

+ Mindestbestellmenge: 40t pro Profil und Güte oder nach Vereinbarung.

Profilés européens à larges ailes

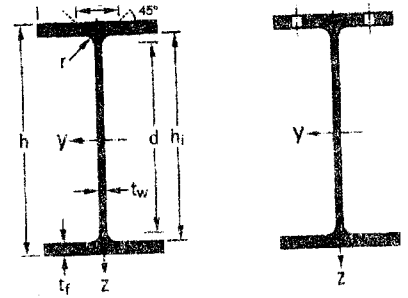
HE A, HE B et HE M 100 - 1000 conformes à l'Euronorme 53-62; HE AA 100 - 1000, HL 920 - 1100

European wide flange beams

HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

Europäische Breitflanschträger

HE A, HE B und HE M 100 - 1000 gemäß Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100



Designation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche		
	G kg/m	h mm	b mm	tw mm	tf mm	r mm	A cm ²	hi mm	d mm	Ø	Pmin mm	Pmax mm	AL m ² /m	AG m ² /t
HE 600 AA ⁺	129	571	300	12	15.5	27	164.1	540	486	M27	122	198	2.272	17.64
HE 600 A	178	590	300	13	25	27	226.5	540	486	M27	122	198	2.308	12.98
HE 600 B	212	600	300	15.5	30	27	270.0	540	486	M27	126	198	2.323	10.96
HE 600 M	285	620	305	21	40	27	363.7	540	486	M27	132	200	2.372	8.308
HE 600 x 337 ⁺	337	632	310	25.5	46	27	429.2	540	486	M27	138	202	2.407	7.144
HE 600 x 399 ⁺	399	648	315	30	54	27	508.5	540	486	M27	142	208	2.450	6.137
HE 650 AA ⁺	138	620	300	12.5	16	27	175.8	588	534	M27	122	198	2.369	17.17
HE 650 A	190	640	300	13.5	26	27	241.6	588	534	M27	124	198	2.407	12.69
HE 650 B	225	650	300	16	31	27	286.3	588	534	M27	126	198	2.422	10.77
HE 650 M	293	668	305	21	40	27	373.7	588	534	M27	132	200	2.468	8.411
HE 650 x 343 ⁺	343	680	309	25	46	27	437.5	588	534	M27	138	202	2.500	7.278
HE 650 x 407 ⁺	407	696	314	29.5	54	27	518.8	588	534	M27	142	206	2.543	6.243
HE 700 AA ⁺	150	670	300	13	17	27	190.9	636	582	M27	122	198	2.468	16.46
HE 700 A	204	690	300	14.5	27	27	260.5	636	582	M27	124	198	2.505	12.25
HE 700 B	241	700	300	17	32	27	306.4	636	582	M27	126	198	2.520	10.48
HE 700 M	301	716	304	21	40	27	383.0	636	582	M27	132	200	2.560	8.513
HE 700 x 352 ⁺	352	728	308	25	46	27	448.6	636	582	M27	138	200	2.592	7.359
HE 700 x 418 ⁺	418	744	313	29.5	54	27	531.9	636	582	M27	142	206	2.635	6.310
HE 800 AA ⁺	172	770	300	14	18	30	218.5	734	674	M27	130	198	2.660	15.51
HE 800 A	224	790	300	15	28	30	285.8	734	674	M27	130	198	2.698	12.03
HE 800 B	262	800	300	17.5	33	30	334.2	734	674	M27	134	198	2.713	10.34
HE 800 M	317	814	303	21	40	30	404.3	734	674	M27	138	198	2.746	8.655
HE 800 x 373 ⁺	373	826	308	25	46	30	474.6	734	674	M27	144	200	2.782	7.469
HE 800 x 444 ⁺	444	842	313	30	54	30	566.0	734	674	M27	148	206	2.824	6.357
HE 900 AA ⁺	198	870	300	15	20	30	252.2	830	770	M27	130	198	2.858	14.44
HE 900 A	252	890	300	16	30	30	320.5	830	770	M27	132	198	2.896	11.51
HE 900 B	291	900	300	18.5	35	30	371.3	830	770	M27	134	198	2.911	9.990
HE 900 M	333	910	302	21	40	30	423.6	830	770	M27	138	198	2.934	8.824
HE 900 x 391 ⁺	391	922	307	25	46	30	497.7	830	770	M27	144	200	2.970	7.604
HE 900 x 466 ⁺	466	938	312	30	54	30	593.7	830	770	M27	148	204	3.012	6.464



+ Commande minimale: 40t par profilé et qualité ou suivant accord.

+ Minimum order: 40t per section and grade or upon agreement.

+ Mindestbestellmenge: 40t pro Profil und Güte oder nach Vereinbarung.



HE

Notations pages 104-108 / Bezeichnungen Seiten 104-108

Designation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification ENV 1993-1-1						HISTAR	
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z						pure bending y-y			pure compression				
	G kg/m	I_y cm ⁴	$W_{el,y}$ cm ³	$W_{pl,y}^\dagger$ cm ³	I_y cm	A_{V2} cm ²	I_z cm ⁴	$W_{el,z}$ cm ³	$W_{pl,z}^\dagger$ cm ³	I_z cm	s_x mm	I_t cm ⁴	$I_w \times 10^{-3}$ cm ⁶	S 235	S 355	S 460	S 235	S 355		S 460
HE 600 AA	129	91900	3218	3623	23.66	81.29	6993	466.2	724.5	6.53	74.63	149.8	5381	1	3	-	3	4	-	HI
HE 600 A	178	141200	4787	5350	24.97	93.21	11270	751.4	1156	7.05	94.63	397.8	8978	1	1	1	2	4	4	HI
HE 600 B	212	171000	5701	6425	25.17	110.8	13530	902.0	1391	7.08	107.1	667.2	10970	1	1	1	1	3	4	HI
HE 600 M	285	237400	7660	8772	25.55	149.7	18980	1244	1930	7.22	132.6	1564	15910	1	1	1	1	1	1	HI
HE 600 x 337	337	283200	8961	10380	25.69	180.5	22940	1480	2310	7.31	149.1	2451	19610	1	1	1	1	1	1	HI
HE 600 x 399	399	344600	10640	12460	26.03	213.6	28280	1796	2814	7.46	169.6	3966	24810	1	1	1	1	1	1	HI
HE 650 AA	138	113900	3676	4160	25.46	90.40	7221	481.4	750.7	6.41	76.13	167.5	6567	1	3	-	4	4	-	HI
HE 650 A	190	175200	5474	6136	26.93	103.2	11720	781.6	1205	6.97	97.13	448.3	11030	1	1	1	3	4	4	HI
HE 650 B	225	210600	6480	7320	27.12	122.0	13980	932.3	1441	6.99	109.6	739.2	13360	1	1	1	2	3	4	HI
HE 650 M	293	281700	8433	9657	27.45	159.7	18980	1245	1936	7.13	132.6	1579	18650	1	1	1	1	1	2	HI
HE 650 x 343	343	333700	9815	11350	27.62	189.6	22720	1470	2300	7.21	148.6	2442	22730	1	1	1	1	1	1	HI
HE 650 x 407	407	405400	11650	13620	27.95	224.8	28020	1785	2803	7.35	169.1	3958	28710	1	1	1	1	1	1	HI
HE 700 AA	150	142700	4260	4840	27.34	100.3	7673	511.5	799.7	6.34	78.63	195.2	8155	1	2	-	4	4	-	HI
HE 700 A	204	215300	6241	7032	28.75	117.0	12180	811.9	1257	6.84	100.1	513.9	13350	1	1	1	3	4	4	HI
HE 700 B	241	256900	7340	8327	28.96	137.1	14440	962.7	1495	6.87	112.6	830.9	16060	1	1	1	2	4	4	HI
HE 700 M	301	329300	9198	10540	29.32	169.8	18800	1237	1929	7.01	132.6	1589	21400	1	1	1	1	2	3	HI
HE 700 x 352	352	389700	10710	12390	29.47	201.6	22510	1461	2293	7.08	148.6	2461	26050	1	1	1	1	1	1	HI
HE 700 x 418	418	472500	12700	14840	29.80	239.0	27760	1774	2797	7.22	169.1	3989	32850	1	1	1	1	1	1	HI
HE 800 AA	172	208900	5426	6225	30.92	123.8	8134	542.2	856.6	6.10	85.15	256.8	11450	1	2	-	4	4	-	HI
HE 800 A	224	303400	7682	8699	32.58	138.8	12640	842.6	1312	6.65	106.1	596.9	18290	1	1	1	4	4	4	HI
HE 800 B	262	359100	8977	10230	32.78	161.8	14900	993.6	1553	6.68	118.6	946	21840	1	1	1	3	4	4	HI
HE 800 M	317	442600	10870	12490	33.09	194.3	18630	1230	1930	6.79	136.1	1646	27780	1	1	1	1	3	4	HI
HE 800 x 373	373	523900	12690	14700	33.23	230.3	22530	1463	2311	6.89	152.1	2554	34070	1	1	1	1	2	2	HI
HE 800 x 444	444	634500	15070	17640	33.48	276.5	27800	1776	2827	7.01	173.1	4180	42840	1	1	1	1	1	1	HI
HE 900 AA	198	301100	6923	7999	34.55	147.2	9041	602.8	957.7	5.99	90.15	334.9	16260	1	1	-	4	4	-	HI
HE 900 A	252	422100	9485	10810	36.29	163.3	13550	903.2	1414	6.50	111.1	736.8	24960	1	1	1	4	4	4	HI
HE 900 B	291	494100	10980	12580	36.48	188.8	15820	1054	1658	6.53	123.6	1137	29460	1	1	1	3	4	4	HI
HE 900 M	333	570400	12540	14440	36.70	214.4	18450	1222	1929	6.60	136.1	1671	34750	1	1	1	2	4	4	HI
HE 900 x 391	391	674300	14630	16990	36.81	254.3	22320	1454	2312	6.70	152.1	2597	42560	1	1	1	1	3	4	HI
HE 900 x 466	466	814900	17380	20380	37.05	305.3	27560	1767	2832	6.81	173.1	4256	53400	1	1	1	1	1	2	HI

† W_{pl} : Pour un dimensionnement plastique, la section doit appartenir à la classe 1 ou 2 suivant la capacité de rotation requise. Voir page 108.

† W_{pl} : For plastic design, the shape must belong to class 1 or 2 according to the required rotation capacity. See page 108.

† W_{pl} : Bei einer plastischen Bemessung muss das Profil der Klasse 1 oder 2, entsprechend der erforderlichen Rotationskapazität, angehören. Siehe Seite 108.

Poutrelles européennes à larges ailes

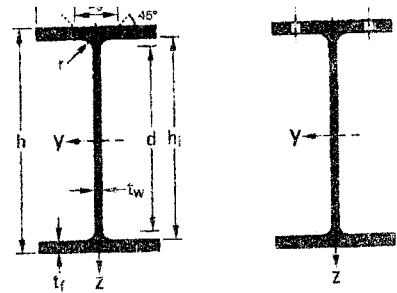
HE A, HE B et HE M 100 - 1000 conformes à l'Euronorme 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

European wide flange beams

HE A, HE B and HE M 100 - 1000 in accordance with Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100

Euronormische Breitflanschträger

HE A, HE B und HE M 100 - 1000 gemäß Euronorm 53-62; HE AA 100 - 1000; HL 920 - 1100



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche		
	G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm	A cm ²	h _l mm	d mm	∅	P _{min} mm	P _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
HE 1000 AA ⁺	222	970	300	16	21	30	282.2	928	868	M27	132	198	3.056	13.80
HE 1000 A	272	990	300	16.5	31	30	346.8	928	868	M27	132	198	3.095	11.37
HE 1000 B	314	1000	300	19	36	30	400.0	928	868	M27	134	198	3.110	9.905
HE 1000 M	349	1008	302	21	40	30	444.2	928	868	M27	138	198	3.130	8.978
HE 1000 x 393 ⁺	393	1016	303	24.4	43.9	30	500.2	928	868	M27	144	196	3.144	8.006
HE 1000 x 409 ⁺	409	1020	306	25	46	30	521.2	928	868	M27	144	198	3.162	7.729
HE 1000 x 488 ⁺	488	1036	311	30	54	30	622.0	928	868	M27	148	204	3.204	6.563
HE 1000 x 579 ⁺	579	1056	316	35	64	30	737.0	928	868	M27	154	208	3.254	5.625
HL 920 x 342 ⁺	342	912	418	19.3	32.0	24	436.1	848	800	M27	126	312	3.42	9.98
HL 920 x 365 ⁺	365	916	419	20.3	34.3	24	464.4	847.4	799.4	M27	128	314	3.43	9.40
HL 920 x 387 ⁺	387	921	420	21.3	36.6	24	493.0	847.8	799.8	M27	128	314	3.44	8.88
HL 920 x 417 ⁺	417	928	422	22.5	39.9	24	532.5	848.2	800.2	M27	130	316	3.46	8.27
HL 920 x 446 ⁺	446	933	423	24.0	42.7	24	569.6	847.6	799.6	M27	130	318	3.47	7.76
HL 920 x 488 ⁺	488	942	422	25.9	47.0	24	621.3	848	800	M27	132	316	3.48	7.13
HL 920 x 534 ⁺	534	950	425	28.4	51.1	24	680.1	847.8	799.8	M27	136	320	3.50	6.56
HL 920 x 585 ⁺	585	960	427	31.0	55.9	24	745.3	848.2	800.2	M27	138	322	3.52	6.02
HL 920 x 653 ⁺	653	972	431	34.5	62.0	24	831.9	848	800	M27	144	320	3.56	5.45
HL 920 x 784 ⁺	784	996	437	40.9	73.9	24	997.7	848.2	800.2	M27	152	326	3.62	4.62
HL 920 x 967 ⁺	967	1028	446	50.0	89.9	24	1231	848.2	800.2	M27	160	334	3.70	3.83
HL 1000 x 296 ⁺	296	982	400	16.5	27	30	376.8	928	868	M27	134	294	3.479	11.76
HL 1000 A ⁺	321	990	400	16.5	31	30	408.8	928	868	M27	134	294	3.495	10.89
HL 1000 B ⁺	371	1000	400	19	36	30	472.0	928	868	M27	136	294	3.510	9.474
HL 1000 M ⁺	412	1008	402	21	40	30	524.2	928	868	M27	142	290	3.530	8.580
HL 1000 x 477 ⁺	477	1018	404	25.5	45	30	608.0	928	868	M27	146	292	3.549	7.437
HL 1000 x 554 ⁺	554	1032	408	29.5	52	30	705.8	928	868	M27	150	296	3.585	6.471
HL 1000 x 642 ⁺	642	1048	412	34	60	30	817.6	928	868	M27	154	300	3.624	5.647
HL 1000 x 748 ⁺	748	1068	417	39	70	30	953.4	928	868	M27	160	304	3.674	4.900
HL 1000 x 883 ⁺	883	1092	424	45.5	82	30	1125.3	928	868	M27	166	312	3.737	4.231
HL 1100 A ⁺	343	1090	400	18	31	20	436.5	1028	988	M27	116	294	3.710	10.83
HL 1100 B ⁺	390	1100	400	20	36	20	497.0	1028	988	M27	118	294	3.726	9.549
HL 1100 M ⁺	433	1108	402	22	40	20	551.2	1028	988	M27	122	290	3.746	8.657
HL 1190 R ⁺	499	1118	405	26	45	20	635.2	1028	988	M27	126	294	3.770	7.560



+ Commande minimale: 40t par profilé et qualité ou suivant accord.

+ Minimum order: 40t per section and grade or upon agreement

+ Mindestbestellmenge: 40t pro Profil und Güte oder nach Vereinbarung.

HE/HL

Notations pages 104-108 / Bezeichnungen Seiten 104-108

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte												Classification ENV 1993-1-1						HISTAR	
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z						pure bending y-y			pure compression				
	G kg/m	I _y cm ⁴	W _{el,y} cm ³	W _{pl,y} ♦ cm ³	I _y cm	A _{vz} cm ²	I _z cm ⁴	W _{el,z} cm ³	W _{pl,z} ♦ cm ³	I _z cm	s _s mm	I _t cm ⁴	I _w x 10 ⁻³ cm ⁶	S 235	S 355	S 460	S 235	S 355		S 460
HE 1000 AA	222	406500	8380	9777	37.95	172.2	9501	633.4	1016	5.80	93.15	403.4	21280	1	1	-	4	4	-	HI
HE 1000 A	272	553800	11190	12820	39.96	184.6	14000	933.6	1470	6.35	113.6	822.4	32070	1	1	2	4	4	4	HI
HE 1000 B	314	644700	12890	14860	40.15	212.5	16280	1085	1716	6.38	126.1	1254	37640	1	1	1	4	4	4	HI
HE 1000 M	349	722300	14330	16570	40.32	235.0	18460	1222	1940	6.45	136.1	1701	43020	1	1	1	3	4	4	HI
HE 1000 x 393	393	807700	15900	18540	40.18	271.3	20500	1353	2168	6.40	147.3	2332	48080	1	1	1	2	4	4	HI
HE 1000 x 409	409	850800	16680	19450	40.40	278.8	22120	1446	2313	6.51	152.1	2642	52100	1	1	1	2	4	4	HI
HE 1000 x 488	488	1027000	19820	23300	40.62	334.7	27320	1757	2837	6.63	173.1	4334	65270	1	1	1	1	2	3	HI
HE 1000 x 579	579	1246000	23590	27950	41.11	393.3	34040	2154	3498	6.80	198.1	7102	82800	1	1	1	1	1	2	HI
HL 920 x 342	342	624900	13700	15450	37.85	190.1	39010	1867	2882	9.46	111.4	1193	75410	1	1	1	3	4	4	HI
HL 920 x 365	365	670500	14640	16520	38.00	200.4	42120	2011	3106	9.52	117.0	1446	81730	1	1	1	3	4	4	HI
HL 920 x 387	387	718300	15600	17630	38.17	210.9	45280	2156	3332	9.58	122.6	1734	88370	1	1	1	2	4	4	HI
HL 920 x 417	417	787600	16970	19210	38.46	223.9	50070	2373	3668	9.70	130.4	2200	98540	1	1	1	2	4	4	HI
HL 920 x 446	446	846800	18150	20600	38.56	239.1	53980	2552	3951	9.73	137.5	2685	106740	1	1	1	2	3	4	HI
HL 920 x 488	488	935390	19860	22615	38.80	259.3	59010	2797	4336	9.75	148.0	3514	117890	1	1	1	1	2	4	HI
HL 920 x 534	534	1031000	21710	24830	38.94	284.8	65560	3085	4796	9.82	158.7	4542	132070	1	1	1	1	1	2	HI
HL 920 x 585	585	1143090	23814	27363	39.16	312.0	72770	3408	5310	9.88	170.9	5932	148220	1	1	1	1	1	1	HI
HL 920 x 653	653	1292000	26590	30730	39.41	348.7	83050	3854	6022	9.99	186.6	8124	171280	1	1	1	1	1	1	HI
HL 920 x 784	784	1593000	31980	37340	39.95	417.6	103300	4728	7424	10.18	216.8	13730	218490	1	1	-	1	1	-	HI
HL 920 x 967	967	2033000	39540	46810	40.64	517.1	133900	6003	9486	10.43	257.9	24930	292450	1	1	-	1	1	-	HI
HL 1000 x 296	296	618700	12600	14220	40.52	181.5	28850	1443	2235	8.75	105.6	756.9	65670	1	1	2	4	4	4	HI
HL 1000 A	321	696400	14070	15800	41.27	184.6	33120	1656	2555	9.00	113.6	1021	76030	1	1	2	4	4	4	HI
HL 1000 B	371	812100	16240	18330	41.48	212.5	38480	1924	2976	9.03	126.1	1565	89210	1	1	1	4	4	4	HI
HL 1000 M	412	909800	18050	20440	41.66	235.0	43410	2160	3348	9.10	136.1	2128	101460	1	1	1	3	4	4	HI
HL 1000 x 477	477	1047000	20570	23530	41.50	282.8	49610	2456	3838	9.03	150.6	3159	117050	1	1	1	2	3	4	HI
HL 1000 x 554	554	1232000	23880	27500	41.79	328.0	59100	2897	4547	9.15	168.6	4860	141330	1	1	1	1	2	3	HI
HL 1000 x 642	642	1451000	27680	32100	42.12	379.6	70280	3412	5379	9.27	189.1	7440	170670	1	1	1	1	1	1	HI
HL 1000 x 748	748	1732000	32430	37880	42.62	438.9	85111	4082	6459	9.45	214.1	11670	210650	1	1	1	1	1	1	HI
HL 1000 x 883	883	2096000	38390	45260	43.16	516.5	105000	4952	7874	9.66	244.6	18750	265670	1	1	-	1	1	-	HI
HL 1100 A	343	867400	15920	18060	44.58	206.5	33120	1656	2568	8.71	103.4	1037	92710	1	1	2	4	4	4	HI
HL 1100 B	390	1005000	18280	20780	44.98	230.6	38480	1924	2988	8.80	115.4	1564	108680	1	1	1	4	4	4	HI
HL 1100 M	433	1126000	20320	23160	45.19	254.4	43410	2160	3362	8.87	125.4	2130	123500	1	1	1	4	4	4	HI
HL 1100 R	499	1294000	23150	26600	45.14	300.4	49980	2468	3870	8.87	139.4	3135	143410	1	1	1	2	4	4	HI

♦ W_{pl}: Pour un dimensionnement plastique, la section doit appartenir à la classe 1 ou 2 suivant la capacité de rotation requise. Voir page 108.

♦ W_{pl}: For plastic design, the shape must belong to class 1 or 2 according to the required rotation capacity. See page 108.

♦ W_{pl}: Bei einer plastischen Bemessung muss das Profil der Klasse 1 oder 2, entsprechend der erforderlichen Rotationskapazität, angehören. Siehe Seite 108.

UAP à flanges parallèles

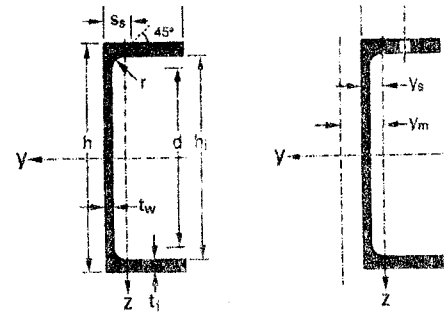
conformes à NF A 45-255 (1983)

UAP with parallel flanges

in accordance with NF A 45-255 (1983)

UAP Profile mit parallelen Flanschen

gemäß NF A 45-255 (1983)



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen						A cm ²	Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche	
	G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm		h ₁ mm	d mm	∅	e _{min} mm	e _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
UAP 80	8.4	80	45	5	8	8	10.67	64	48	-	-	-	0.32	38.56
UAP 100	10.5	100	50	5.5	8.5	8.5	13.38	83	66	M10	25	30	0.38	36.35
UAP 130	13.7	130	55	6	9.5	9.5	17.50	111	92	M10	27	35	0.46	33.48
UAP 150	17.9	150	65	7	10.25	10.25	22.84	129.5	109	M16	33	36	0.54	29.96
UAP 175	21.2	175	70	7.5	10.75	10.75	27.06	153.5	132	M16	34	41	0.61	28.52
UAP 200	25.1	200	75	8	11.5	11.5	31.98	177	154	M16	35	46	0.67	26.86
UAP 220	28.5	220	80	8	12.5	12.5	36.27	195	170	M16	36	51	0.73	25.75
UAP 250	34.4	250	85	9	13.5	13.5	43.80	223	196	M22	43	47	0.81	23.57
UAP 300	46.0	300	100	9.5	16	16	58.56	268	236	M27	51	53	0.97	21.04



UAP

Notations pages 104-108 / Bezeichnungen Seiten 104-108

Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte															Classification ENV 1993-1-1			
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z									pure bending y-y		pure compression	
	G kg/m	I_y cm ⁴	$W_{el,y}$ cm ³	$W_{pl,y}$ cm ³	I_y cm	A_{vz} cm ²	I_z cm ⁴	$W_{el,z}$ cm ³	$W_{pl,z}$ cm ³	I_z cm	s_s mm	I_t cm ⁴	$I_w \times 10^{-3}$ cm ⁶	y_s cm	y_m cm	S 235	S 355	S 235	S 355
UAP 80	8.4	107.1	26.78	31.87	3.17	4.51	21.33	7.38	13.64	1.41	17.7	1.9	0.18	1.61	3.17	1	1	1	1
UAP 100	10.5	209.5	41.90	49.59	3.96	6.07	32.83	9.95	18.47	1.57	19.0	2.65	0.45	1.70	3.38	1	1	1	1
UAP 130	13.7	459.6	70.70	83.51	5.12	8.52	51.34	13.78	25.55	1.71	21.1	4.15	1.22	1.77	3.56	1	1	1	1
UAP 150	17.9	796.1	106.1	125.3	5.90	11.28	93.25	20.97	38.78	2.02	23.3	6.51	2.99	2.05	4.15	1	1	1	1
UAP 175	21.2	1270	145.1	171.5	6.85	13.97	126.4	25.92	47.47	2.16	24.5	8.43	5.62	2.12	4.32	1	1	1	1
UAP 200	25.1	1946	194.6	230.1	7.80	16.97	169.7	32.13	58.29	2.30	26.2	11.24	9.98	2.22	4.53	1	1	1	1
UAP 220	28.5	2710	246.4	289.9	8.64	18.83	222.3	39.68	72.56	2.48	27.8	14.4	15.82	2.40	4.94	1	1	1	1
UAP 250	34.4	4136	330.9	391.8	9.72	23.89	295.4	48.87	87.65	2.60	30.4	20.38	27.43	2.45	5.04	1	1	1	1
UAP 300	46.0	8170	544.7	639.3	11.81	30.64	562.1	79.88	145.8	3.10	34.9	36.3	75.04	2.96	6.17	1	1	1	1

▪ $W_{pl,y}$ est calculé selon l'hypothèse d'un diagramme de contraintes bi-rectangulaire et n'est applicable que si deux ou plusieurs fers U sont associés de façon à constituer une section doublement symétrique pour laquelle un moment de flexion agissant dans le plan du centre de gravité n'engendre pas de torsion.

▪ $W_{pl,y}$ is determined assuming a bi-rectangular stress block distribution. Thus, the given value applies only if two or more U shapes are combined in such a way to form a doubly symmetric cross-section so that the bending moment acting in the plane of the gravity centre will not lead to torsion.

▪ Für die Berechnung von $W_{pl,y}$ wurde eine doppel-rechteckige Spannungsverteilung angenommen. Der angegebene Wert ist daher nur anwendbar, wenn zwei oder mehr U-Profile so miteinander kombiniert sind, dass sie einen doppelsymmetrischen Querschnitt bilden, womit ein Biegemoment, das in der Schwerpunktebene angreift, keine Torsion hervorruft.

Fers U normaux européens

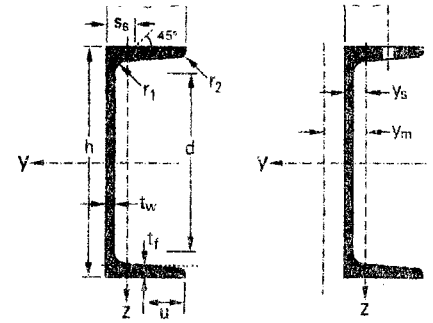
conformes à DIN 1026-1: 2000, NF A 45-202 (1983)

European standard channels

in accordance with DIN 1026-1: 2000, NF A 45-202 (1983)

Europäische U-Stahl-Normalprofile

gemäß DIN 1026-1: 2000, NF A 45-202 (1983)



Désignation Designation Bezeichnung	Dimensions Abmessungen							Dimensions de construction Dimensions for detailing Konstruktionsmaße					Surface Oberfläche	
	G kg/m	h mm	b mm	tw mm	tl mm	r1 mm	r2 mm	A cm²	d mm	∅	e _{min} mm	e _{max} mm	AL m²/m	AG m²/t
UPN 100	10.6	100	50	6	8.5	8.5	4.5	13.5	64	-	-	-	0.372	35.1
UPN 120	13.4	120	55	7	9	9	4.5	17.0	82	-	-	-	0.434	32.52
UPN 140	16.0	140	60	7	10	10	5	20.4	98	M12	33	37	0.489	30.54
UPN 160	18.8	160	65	7.5	10.5	10.5	5.5	24.0	115	M12	34	42	0.546	28.98
UPN 180	22.0	180	70	8	11	11	5.5	28.0	133	M16	38	41	0.611	27.8
UPN 200	25.3	200	75	8.5	11.5	11.5	6	32.2	151	M16	39	46	0.661	26.15
UPN 220	29.4	220	80	9	12.5	12.5	6.5	37.4	167	M16	40	51	0.718	24.46
UPN 240	33.2	240	85	9.5	13	13	6.5	42.3	184	M20	46	50	0.775	23.34
UPN 260	37.9	260	90	10	14	14	7	48.3	200	M22	50	52	0.834	22
UPN 280	41.8	280	95	10	15	15	7.5	53.3	216	M22	52	57	0.89	21.27
UPN 300	46.2	300	100	10	16	16	8	58.8	232	M24	55	59	0.95	20.58
UPN 320	59.5	320	100	14	17.5	17.5	8.75	75.8	246	M22	58	62	0.982	16.5
UPN 350	60.6	350	100	14	16	16	8	77.3	282	M22	56	62	1.047	17.25
UPN 380	63.1	380	102	13.5	16	16	8	80.4	313	M24	59	60	1.11	17.59
UPN 400	71.8	400	110	14	18	18	9	91.5	324	M27	61	62	1.182	16.46

	h ≤ 300	h > 300
u	$\frac{b}{2}$	$\frac{b - t_w}{2}$
inclinaison des ailes flange slope Flanschneigung	8 %	5 %



UPN

Notations pages 104-108 / Bezeichnungen Seiten 104-108

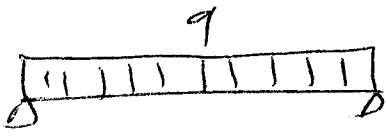
Désignation Designation Bezeichnung	Valeurs statiques / Section properties / Statische Kennwerte															Classification ENV 1993-1-1			
	axe fort y-y strong axis y-y starke Achse y-y						axe faible z-z weak axis z-z schwache Achse z-z									pure bending y-y		pure compression	
	G kg/m	I_y cm ⁴	$W_{el,y}$ cm ³	$W_{pl,y}$ cm ³	I_z cm	A_{vz} cm ²	I_z cm ⁴	$W_{el,z}$ cm ³	$W_{pl,z}$ cm ³	I_z cm	S_x mm	I_t cm ⁴	$I_w \times 10^{-3}$ cm ⁶	Y_s cm	Y_m cm	S 235	S 355	S 235	S 355
UPN 100	10.6	206	41.2	49	3.91	6.46	29.3	8.49	16.2	1.47	20.3	2.81	0.41	1.55	2.93	1	1	1	1
UPN 120	13.4	364	60.7	72.6	4.62	8.8	43.2	11.1	21.2	1.59	22.2	4.15	0.9	1.6	3.03	1	1	1	1
UPN 140	16.0	605	86.4	103	5.45	10.41	62.7	14.8	28.3	1.75	23.9	5.68	1.8	1.75	3.37	1	1	1	1
UPN 160	18.8	925	116	138	6.21	12.6	85.3	18.3	35.2	1.89	25.3	7.39	3.26	1.84	3.56	1	1	1	1
UPN 180	22.0	1350	150	179	6.95	15.09	114	22.4	42.9	2.02	26.7	9.55	5.57	1.92	3.75	1	1	1	1
UPN 200	25.3	1910	191	228	7.7	17.71	148	27	51.8	2.14	28.1	11.9	9.07	2.01	3.94	1	1	1	1
UPN 220	29.4	2690	245	292	8.48	20.62	197	33.6	64.1	2.3	30.3	16	14.6	2.14	4.2	1	1	1	1
UPN 240	33.2	3600	300	358	9.22	23.71	248	39.6	75.7	2.42	31.7	19.7	22.1	2.23	4.39	1	1	1	1
UPN 260	37.9	4820	371	442	9.99	27.12	317	47.7	91.6	2.56	33.9	25.5	33.3	2.36	4.66	1	1	1	1
UPN 280	41.8	6280	448	532	10.9	29.28	399	57.2	109	2.74	35.6	31	48.5	2.53	5.02	1	1	1	1
UPN 300	46.2	8030	535	632	11.7	31.77	495	67.8	130	2.9	37.3	37.4	69.1	2.7	5.41	1	1	1	1
UPN 320	59.5	10870	679	826	12.1	47.11	597	80.6	152	2.81	43	66.7	96.1	2.6	4.82	1	1	1	1
UPN 350	60.6	12840	734	918	12.9	50.84	570	75	143	2.72	40.7	61.2	114	2.4	4.45	1	1	1	1
UPN 380	63.1	15760	829	1014	14	53.23	615	78.7	148	2.77	40.3	59.1	146	2.38	4.58	1	1	1	1
UPN 400	71.8	20350	1020	1240	14.9	58.55	846	102	190	3.04	44	81.6	221	2.65	5.11	1	1	1	1

* $W_{pl,y}$ est calculé selon l'hypothèse d'un diagramme de contraintes bi-rectangulaire et n'est applicable que si deux ou plusieurs fers U sont associés de façon à constituer une section doublement symétrique pour laquelle un moment de flexion agissant dans le plan du centre de gravité n'engendre pas de torsion.

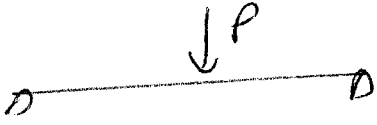
* $W_{pl,y}$ is determined assuming a bi-rectangular stress block distribution. Thus, the given value applies only if two or more U shapes are combined in such a way to form a doubly symmetric cross-section so that the bending moment acting in the plane of the gravity centre will not lead to torsion.

* Für die Berechnung von $W_{pl,y}$ wurde eine doppel-rechteckige Spannungsverteilung angenommen. Der angegebene Wert ist daher nur anwendbar, wenn zwei oder mehr U-Profile so miteinander kombiniert sind, dass sie einen doppelsymmetrischen Querschnitt bilden, womit ein Biegemoment, das in der Schwerpunktebene angreift, keine Torsion hervorruft.

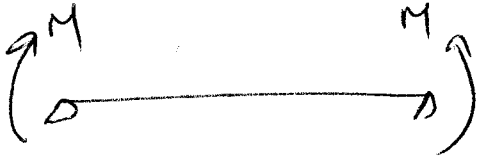
Calcul des Déformations δ_{ax}



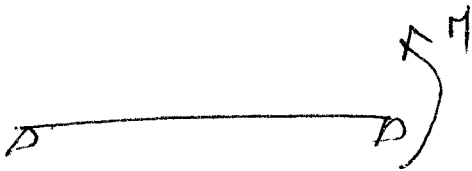
$$f = \frac{5}{384} \frac{q l^4}{EI}$$



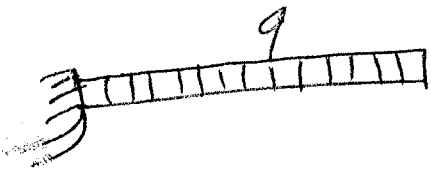
$$f = \frac{P l^3}{48 EI}$$



$$f = \frac{M l^2}{8 EI}$$



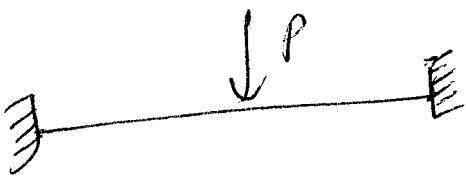
$$f = \frac{1}{15,6} \frac{M l^2}{EI}$$



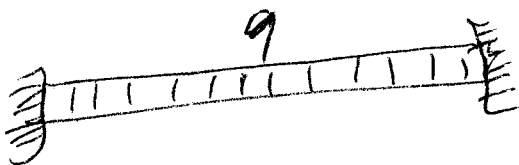
$$f = \frac{q l^4}{8 EI} \quad f_{cal} = \frac{P a^2 b^2}{3 L EI}$$



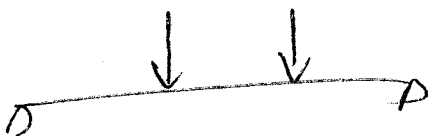
$$f = \frac{P l^3}{3 EI} \quad \begin{array}{|c|c|} \hline a & b \\ \hline \end{array}$$



$$f = \frac{P l^3}{192 EI}$$



$$f = \frac{q l^4}{384 EI}$$



$$f = \frac{M}{384} \frac{P l^3}{EI}$$



$$f = \frac{M_e - M_w}{16} \frac{l^2}{EI}$$

Question cours de charpente métallique :

- 1) **La satisfaction de la condition de résistance d'un élément métallique signifie :**
- obtention de l'aptitude au service réglementaire.
 - obtention de la sécurité réglementaire.
 - obtention de gains économique.
- 2) **Le déversement peut affecter :**
- les barres comprimées.
 - les barres tendues.
 - les poutres fléchies.
- 3) **La mesure de la ductilité d'un acier est donnée par :**
- le quotient de deux déformations.
 - le quotient de deux contraintes. ?
 - le quotient d'une déformation et d'une contrainte.
- 4) **Le voilement des parois des poutres peut affecter :**
- les parois comprimées des barres et des poutres. ?
 - les parois trouées des barres tendues.
 - les parois tendues des poutres fléchies.
- 5) **L'aire nette de la section d'une barre intervient dans les calculs de vérification quant :**
- cette barre est tendue et assemblée par soudage.
 - cette barre est comprimée et assemblée par boulonnage.
 - cette barre est tendue et assemblée par boulonnage.
- 6) **Une instabilité a pour conséquence :**
- d'amplifier la ductilité de l'acier de construction.
 - d'amplifier les contraintes générées par les actions extérieures. 2
 - réduire la soudabilité de l'acier de construction.
- 7) **La condition de résistance d'une barre comprimée est donnée par la relation :**
- $k_d \cdot \sigma \leq \sigma_e$
 - $k \cdot \sigma \leq \sigma_e$
 - $k \cdot \sigma_e \leq \sigma$
- 8) **Un acier de nuance S235 (E24) possède des valeurs de (résistances) mécaniques :**
- supérieures à celles d'un acier de nuance S355(E36).
 - qui ne sont pas satisfaisantes.
 - inférieures à celles d'un acier de nuance S355(E36).

9) Un acier de nuance S355 (E36) possède une rigidité matérielle (c'est-à-dire un module d'élasticité longitudinale ou module de Young) :

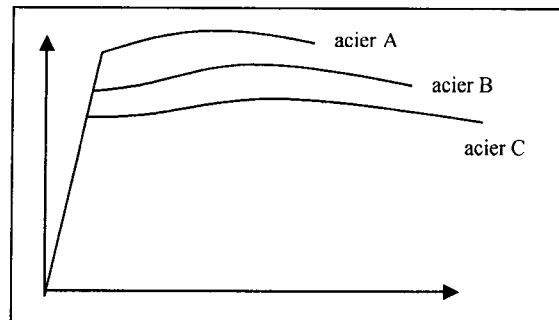
- égale à celle d'un acier de nuance S235(E24).
- plus élevée que celle d'un acier de nuance S235(E24).
- de valeur instable.

10) La ductilité d'un acier de construction est sa capacité à subir, avant la rupture, de :

- grandes déformation plastique sans pertes de résistance.
- grandes déformation élastique sans augmentation de résistance.
- grandes pertes de résistance sans déformation plastique.

11) Compte tenu des diagrammes de traction, donnés ci-dessous, se rapportant à 3 aciers de différentes nuances, notés simplement acier A, acier B et acier C

- l'acier A est le plus ductile.
- l'acier C est le plus ductile.
- l'acier B est plus ductile que l'acier C et moins ductile que l'acier A



12) La pondération des actions extérieures s'appliquant à un ouvrage, a pour but principal :

- de garantir la sécurité de cet ouvrage.
- de faciliter la réalisation de cet ouvrage.
- d'assurer la durabilité de cet ouvrage.

13) Pour vérifier la condition de résistance d'un élément métallique, il faut pondérer, c'est-à-dire majorer les actions extérieures quand l'ouvrage auquel appartient cet élément se trouve :

- hors service.
- en situation climatique exceptionnelle.
- en service normal.

14) En service normal, dans la combinaison des actions incluant l'action permanente et 3 actions variables, le coefficient de pondération des 3 actions variables groupées vaut

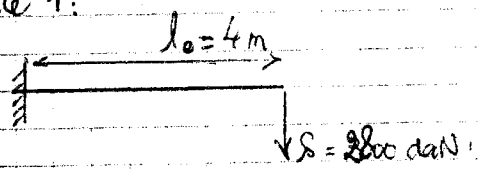
- $4/3$.
- $3/4$.
- $2/3$.

B

VARIANTE B

BILLAL

Exercice 1:



CP ≈ 0 daN.

①

A. Résistance et stabilité de chaque partie.

1. La condition de résistance supplémentaire à vérifier pour cette partie est donnée par la relation suivante.

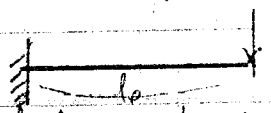
$k_d \cdot \sigma_f \leq \sigma_c$ ✓ où k_d : coefficient de diversification
 $\frac{I_p}{I_s}$: Contrainte pondérée maximale de flexion
 σ_c : Résistance limite d'élasticité = 24 daN/cm²

2. Pondération et combinaison de charges
Service normal

$\frac{4}{3} CP + \frac{3}{2} S$
 $\frac{4}{3} (0) + \frac{3}{2} (2800) = 4200 \text{ daN.}$ ✓ ①

3. Vérification de la résistance et stabilité de la partie.

1. Détermination de la contrainte de flexion
Calcul de la sollicitation de flexion M_f .

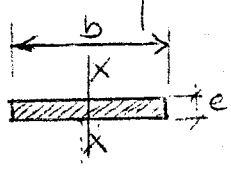
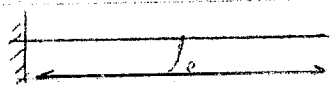


$M_f = P \cdot l_0 = 4200 \cdot 4 = 15960 \text{ daN.m.}$
 $= 4200 \cdot 3,8 = 15960 \text{ daN.m.}$

Calcul de la contrainte σ_f

$\sigma_f = \frac{M_f}{I_s} = \frac{15960}{904} = 17,65 \text{ daN/mm}^2$ ✓ ②,5

2. Etude de la stabilité de la semelle emprimée (isolée) vis à vis du flambement latéral.



Caractéristiques de la semelle

$I_{xx} = \frac{e \cdot b^3}{12} = \frac{1,27 \cdot 17^3}{12} = 520 \text{ cm}^4$
 $A_s = e \cdot b = 1,27 \cdot 17 = 21,59 \text{ cm}^2$
 $i_{xx} = \sqrt{\frac{I_{xx}}{A_s}} = \sqrt{\frac{520}{21,59}} = 4,91 \text{ cm.}$

②,5

①
B

• Condition de non-ruine

$$k \sigma \leq \sigma_e$$

k : Coefficient de flambement
 σ : Contrainte pondérée de compression dans la semelle
 σ_e : Résistance limite à l'échouement (24)

• Déterminer le coefficient de flambement k

$k = f(\lambda)$
 • Elancement latéral λ_{xx}

$$\lambda_{xx} = \frac{l_{fx}}{i_{xx}}$$

• Longueur de flambement l_{fx}
 $l_{fx} = 2 \cdot l_0 = 75 \text{ m}$ (Semelle (+ poteau) en console)

• Elancement $\lambda_{xx} = \frac{l_{fx}}{i_{xx}} = \frac{750}{491} \approx 152,8$ (0,5)

• Coefficient de flambement k
 $k = f(152,8) \rightarrow$ Tableau $\Rightarrow k = 3,90$ (0,5)

• Vérification de la résistance de la semelle

$$k \sigma = k \sigma_f = 3,90 \times 17,55 = 68,3 \text{ daN/mm}^2 \gg \sigma_e (24)$$

En conclusion la semelle comprimée de la poutre ne résiste pas au flambement latéral \Rightarrow la poutre peut déverser. (1)

3. Vérification de la stabilité au déversement

Poutre en console

a. Calcul du coefficient de charge C
 • Charge supplémentaire à l'extrémité $C = 2,77$ (0,5)

b. Calcul du coefficient de déversement k_d
 La charge S est appliquée au centre de poutre.

$$k_d = 0,1 + 2,2 \frac{l}{1000 C} \cdot \frac{R}{b \cdot e} \cdot \frac{\sigma_e}{24} \quad (l = 2b = 8)$$

$$= 0,1 + 2,2 \left(\frac{7600}{1000 \times 2,77} \cdot \frac{360}{170 \times 127} \right) \times \frac{24}{24} = 1,106 \quad (1)$$

c. Vérification de la stabilité et résistance de la poutre

$$k_d \sigma_f = 1,106 \times 17,55 = 19,52 \text{ daN/mm}^2 < \sigma_e (24)$$

En conclusion, la condition de résistance est satisfaite. (0,5)

(2)
B

B. Déformation de la poutre

4. Condition de déformation à vérifier

$$f_{cal} \leq f_{adm}$$

5. Combinaison des actions

$$CP + S$$

$$0 + 2800 = 2800 \text{ dans } (1)$$

6. Vérification de la condition de déformation

$$f_{cal} = \frac{S l_0^3}{3 E I_{zz}}$$

$$= \frac{2800 \times [3,8 \cdot 10^3]^3}{3 \times 21000 \times 16270 \cdot 10^4} = 15 \text{ mm}$$

$$f_{adm} = \frac{l_0}{200} = \frac{2800}{200} = 14 \text{ mm.}$$

$$f_{cal} = 15 \text{ mm} < f_{adm} = 14 \text{ mm}$$

En conclusion, la condition est vérifiée

C. Conclusion générale

Les 2 conditions réglementaires, celle de résistance et celle de déformation, étant vérifiées, on conclut que la poutre adoptée est satisfaisante.

Exercice 2:

(3)

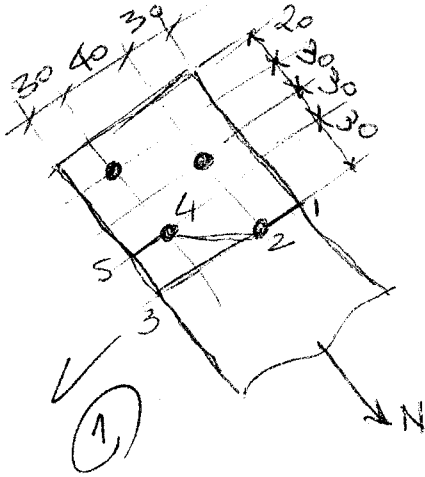
A. Resistance de la barre

1. Condition de resistance de la barre étant tendue, la condition de resistance réglementaire est donnée par la relation suivante.

$$\sigma \leq \sigma_e \quad \text{ou} \quad \sigma \leq \sigma_e \quad \text{①}$$

σ est la contrainte pondérée de traction
 σ_e est la résistance limite d'élasticité (R_{yd} dans 7)

2. Calcul de l'aire nette A_n de la section critique.



Sections à considérer

- Section droite 1-2-3

$$A_{n1} = b_{n1} \cdot e$$

$$= (100 - 13) \cdot 15 = 1305 \text{ mm}^2 \quad \text{①}$$

- Section brisée

$$A_{n2} = b_{n2} \cdot e$$

$$b_{n2} = b - \sum D + \sum \frac{e^2}{4g}$$

$$= 100 - 2 \times 13 + \frac{30^2}{4 \times 40} = 79,6$$

$$A_{n2} = b_{n2} \times e$$

$$= 79,6 \times 15 = 1194 \text{ mm}^2 \quad \text{①}$$

$$A_n \text{ critique} = \text{Mini}(A_{n1}, A_{n2})$$

$$= 1194 \text{ mm}^2 \quad \text{①,5}$$

3. Effort de traction maximal que peut supporter la barre
 N_{\max} est donné par la relation $\sigma_{\max} = \sigma_e = \frac{N_{\max}}{A_n}$

$$\text{d'où } N_{\max} = \sigma_e \cdot A_n$$

$$= 24 \times \frac{1194}{1} = 28656 \text{ daN.} \quad \text{①}$$

B. Resistance de l'assemblage.

4. Condition à vérifier pour les boulons
 La barre est sollicitée en traction, les boulons travaillent au cisaillement
 d'où la condition de résistance d'un boulon est

$$1,57 \frac{T}{A_r} \leq \sigma_e \quad \text{①}$$

T : effort de cisaillement par boulon
 A_r : Aire de la section résistante
 σ_e : Résistance élastique du boulon.

5. Vérification des boulons.

• Calcul de l'effort de cisaillement par boulon.

Il y a 4 boulons dans cet assemblage d'où

$$T_b = \frac{N_{\max}}{4} = \frac{28656}{4} = 7164 \text{ dan} \quad \checkmark \text{ (1)}$$

• Vérification de la résistance du boulon.

Chaque boulon travaille au double cisaillement

$$1,54 \frac{T_b}{2 \times A_c} \leq \sigma_{es} \quad (\text{Boulon classe 6.8})$$

$$1,54 \cdot \frac{7164}{2 \times 84} = 656,93 \text{ dan/mm}^2 > 48 \text{ dan/mm}^2 \quad \checkmark \text{ (1)}$$

En conclusion les 4 boulons M12 sont insuffisants.

- Ajouter un 5^e boulon

ou - Prendre 4 boulons d'un diamètre supérieur, M14.
et réviser.

0,5

BLL
