

**BACCALAUREAT PROFESSIONNEL
OUVRAGES DU BATIMENT
Métallerie**

Session 2011

Durée : 3 heures

Coefficient : 2

EPREUVE E11 (U11) - Analyse technique d'un ouvrage

Ce dossier comporte 4 pages, numérotées de DTC 1 / 4 à DTC 4 / 4.
Assurez-vous que cet exemplaire est complet.
S'il est incomplet, demandez un autre exemplaire au chef de salle.

Tableau des poutrelles IPE

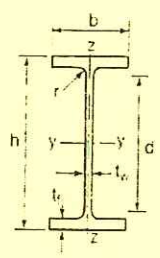
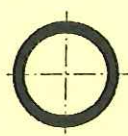
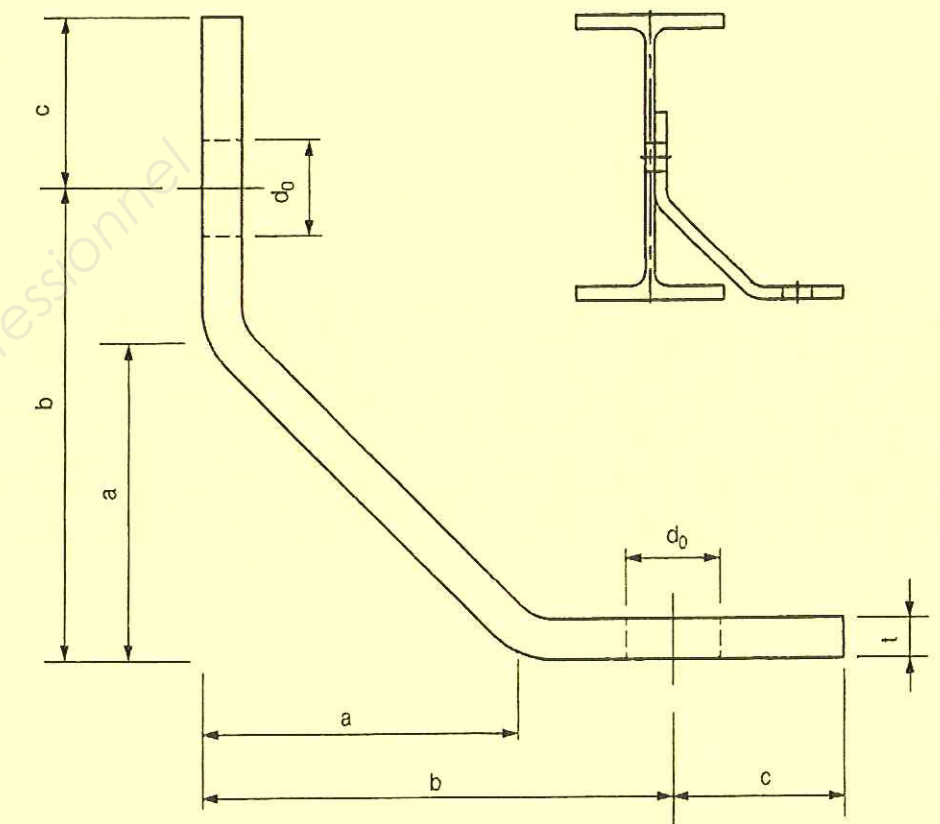
|  | Dimensions | | | | | | Masse par mètre | Aire de la section |
|---|------------|-----|----------------|----------------|----|----------------|-----------------|--------------------|
| | h | b | a | e | r | h ₁ | P | A |
| | h | b | t _w | t _f | r | d | G | A |
| | mm | mm | mm | mm | mm | mm | kg/m | cm ² |
| IPE 80 | 80,0 | 46 | 3,8 | 5,2 | 5 | 59,6 | 6,0 | 7,6 |
| IPE 100 | 100,0 | 55 | 4,1 | 5,7 | 7 | 74,6 | 8,1 | 10,3 |
| IPE 120 | 120,0 | 64 | 4,4 | 6,3 | 7 | 93,4 | 10,4 | 13,2 |
| IPE 140 | 140,0 | 73 | 4,7 | 6,9 | 7 | 112,2 | 12,9 | 16,4 |
| IPE 160 | 160,0 | 82 | 5,0 | 7,4 | 9 | 127,2 | 15,8 | 20,1 |
| IPE 180 | 180,0 | 91 | 5,3 | 8,0 | 9 | 146,0 | 18,8 | 23,9 |
| IPE 200 | 200,0 | 100 | 5,6 | 8,5 | 12 | 159,0 | 22,4 | 28,5 |
| IPE 220 | 220,0 | 110 | 5,9 | 9,2 | 12 | 177,6 | 26,2 | 33,4 |

Tableau des profils tubes creux

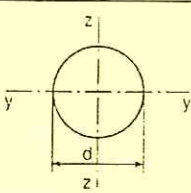
|  | Épaisseur | Masse par mètre | Aire de la section | Moment d'inertie de torsion | Constante de torsion | Moment d'inertie de flexion | Module d'inertie de flexion | Rayon de giration |
|---|-----------|-----------------|--------------------|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|
| | t | G | A | J | C | I | W | i |
| Diamètre extérieur en mm | mm | kg/m | cm ² | cm ⁴ | cm ³ | cm ⁴ | cm ³ | cm |
| ∅ 21,3 | 2,3 | 1,08 | 1,373 | 1,257 | 1,180 | 0,6286 | 0,5902 | 0,6767 |
| ∅ 26,9 | 2,3 | 1,40 | 1,778 | 2,713 | 2,017 | 1,356 | 1,008 | 0,8735 |
| ∅ 33,7 | 2,6 | 1,99 | 2,540 | 6,185 | 3,671 | 3,093 | 1,835 | 1,103 |
| ∅ 42,4 | 2,6 | 2,55 | 3,251 | 12,93 | 6,099 | 6,464 | 3,049 | 1,410 |
| ∅ 48,3 | 2,9 | 3,25 | 4,136 | 21,40 | 8,861 | 10,70 | 4,431 | 1,608 |
| ∅ 48,3 | 3,2 | 3,56 | 4,534 | 23,17 | 9,595 | 11,59 | 4,797 | 1,599 |
| ∅ 60,3 | 2,9 | 4,11 | 5,229 | 43,18 | 14,32 | 21,59 | 7,162 | 2,032 |
| ∅ 70 | 3,2 | 5,27 | 6,715 | 75,09 | 21,45 | 37,54 | 10,73 | 2,384 |

Echantignoies standard

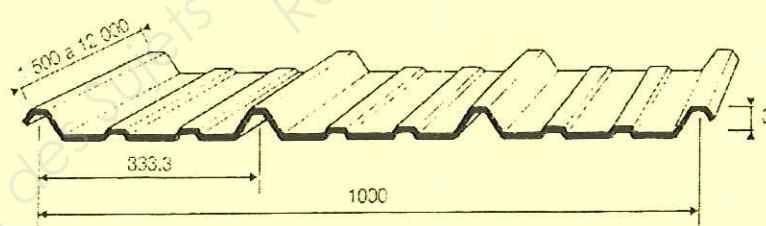


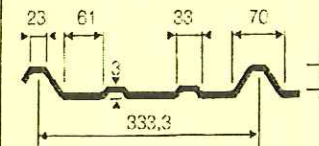
| Panne à fixer | a en mm | b en mm | c en mm | t en mm | d ₀ en mm | diamètre boulons en mm |
|------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------|------------------------|
| IPN 80 | 24 | 40 | 17 | 5 | 11 | 10 |
| IPN100 IPE100 | 28 | 50 | 22 | 5 | 14 | 12 |
| IPN120 IPE120 | 38 | 60 | 22 | 6 | 14 | 12 |
| IPN140 IPE140 | 48 | 70 | 22 | 6 | 14 | 12 |

Tableau des profils ronds en S235

|  | Masse par mètre | Section | Moment d'inertie | Module de flexion | Moment d'inertie polaire |
|---|-----------------|-----------------|------------------|---------------------|--------------------------|
| | G | A | I _y | I _x /d/2 | I _t |
| Diamètre d | mm | cm ² | cm ⁴ | cm ³ | cm ⁴ |
| 12 | 0,887 | 1,13 | 0,1018 | 0,1696 | 0,2036 |
| 12,5 | 0,963 | 1,23 | 0,1198 | 0,192 | 0,2397 |
| 13 | 1,042 | 1,33 | 0,1402 | 0,216 | 0,2804 |
| 14 | 1,208 | 1,54 | 0,1886 | 0,2694 | 0,3772 |
| 15 | 1,387 | 1,77 | 0,2845 | 0,3313 | 0,4970 |
| 16 | 1,578 | 2,01 | 0,3217 | 0,4021 | 0,6434 |
| 17 | 1,781 | 2,27 | 0,4100 | 0,4823 | 0,8200 |
| 18 | 1,997 | 2,54 | 0,5153 | 0,5726 | 1,0306 |

Couverture NERVESCO 3.35.1000T



| Caractéristiques de la plaque | Épaisseur de la plaque en mm | |  |
|----------------------------------|------------------------------|------|---|
| | 0,63 | 0,75 | |
| masse en kg/m ² | 5,85 | 6,97 | |
| portée limite d'utilisation en m | 2,00 | 2,75 | |

Documentation technique d'après mémotech

Action de la neige sur les bâtiments *d'après Eurocode 1*

La charge de neige s est définie par la formule suivante :

$$s = \mu C_e C_t S_k$$

s : charge de neige en kN / m^2

μ : coefficient nominal fonction de la forme de la toiture (voir tableau ci-dessous)

C_e : Coefficient d'exposition (prendre $C_e = 1$)

C_t : Coefficient thermique (prendre $C_t = 1$)

S_k : valeur de la charge de neige sur le sol. (voir carte)

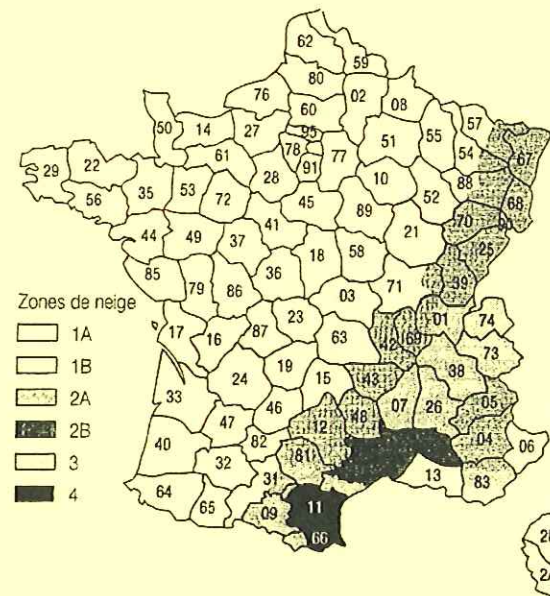
Coefficient de forme pour toiture (toiture à un seul versant)

| α : angle de toiture | 0 à 30° | 30 à 60° | Plus de 60° |
|-----------------------------|---------|--------------------------|-------------|
| μ | 0,8 | $0,8 (60 - \alpha) / 30$ | 0 |

Charge de neige sur le sol

Carte des charges de neige

Altitude < 200 m



| Eurocode 1 | Zones | | | | | |
|------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|
| | 1A | 1B | 2A | 2B | 3 | 4 |
| Unités en kN/m^2 | | | | | | |
| Charge de neige sur le sol : S_k | 0,45 | 0,45 | 0,55 | 0,55 | 0,65 | 0,90 |
| Charge accidentelle : S_A | | 1,00 | 1,00 | 1,35 | 1,35 | 1,80 |

Calcul d'un boulon à la traction *d'après Eurocode 3*

Effort maximum de résistance à la traction d'un boulon : $F_{t,Rd}$ (en Newton)

$$F_{t,Rd} = k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s / \gamma_{M2}$$

- $k_2 = 0,63$ pour un boulon à tête fraisée, sinon $k_2 = 0,9$

- f_{ub} : Résistance ultime à la traction (voir tableau classe de qualité des boulons)

- A_s : Aire de résistance du boulon (voir tableau caractéristiques géométriques pour assemblage)

- $\gamma_{M2} = 1,25$ pour un assemblage par boulon

Condition de résistance à la traction

$$F_{t,Ed} < F_{t,Rd}$$

$F_{t,Ed}$: Effort de traction dans le boulon (N)

$F_{t,Rd}$: Effort maximum de résistance à la traction (N)

Classe de qualité des boulons

Valeurs nominales de limite élastique f_{yb} et de résistance ultime à la traction f_{ub} pour les boulons.

| Classe de qualité | 4.6 | 4.8 | 5.6 | 5.8 | 6.8 | 8.8 | 10.9 |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| f_{yb} (Mpa) | 240 | 320 | 300 | 400 | 480 | 640 | 900 |
| f_{ub} (Mpa) | 400 | 400 | 500 | 500 | 600 | 800 | 1000 |

Caractéristiques géométriques pour assemblage par boulon

| Désignation | M8 | M10 | M12 | M14 | M16 | M18 | M20 | M22 | M24 |
|-------------------------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| d (mm) | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| d_o (mm) | 9 | 11 | 13 | 15 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 |
| A (mm^2) | 50,3 | 78,5 | 113 | 154 | 201 | 254 | 314 | 380 | 452 |
| A_s (mm^2) | 36,6 | 58 | 84,3 | 115 | 157 | 192 | 245 | 303 | 353 |

d : diamètre nominal du boulon

d_o : diamètre du trou de passage

A : section nominale du boulon

A_s : section résistante dans la partie fileté (section du noyau)

Formulaire pour l'étude de l'équilibre d'un solide

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

Poids en N

Masse en kg

Intensité de la pesanteur $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Principe fondamental de la statique (PFS) au point « o » :

Soit un solide indéformable « S » en équilibre sous l'action de forces extérieures, il restera en équilibre si :

- La somme de toutes les forces extérieures est nulle :

$$\sum \vec{F} (\text{ext/s}) = \vec{0}$$

- La somme des moments, en n'importe quel point « o », de toutes ces forces extérieures est nulle :

$$\sum M_{/o} (\vec{F} \text{ ext/s}) = 0$$

Cisaillement d'un axe articulé d'après Eurocode 3

➤ Calcul au cisaillement des attaches articulées, mode de ruine.

☞ Calcul de l'effort maximum de résistance au cisaillement pour un axe : $F_{v,Rd}$ (en N)

$$F_{v,Rd} = 0,6 \cdot A \cdot f_{up} / \gamma_{M2}$$

- A : Section totale cisailée (mm^2)

- f_{up} : Résistance ultime à la traction (voir tableau caractéristiques mécaniques des aciers)

- $\gamma_{M2} = 1,25$ pour la résistance des axes d'articulation

☞ Condition de résistance au cisaillement :

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$$

$F_{v,Rd}$: Effort maximum de résistance au cisaillement (N)

$F_{v,Ed}$: Effort tranchant de cisaillement (N)

☞ Caractéristiques mécaniques des aciers de construction :

Valeurs nominales de limite élastique f_{yp} et de résistance ultime à la traction f_{up} pour les aciers de construction.

| Nuances d'acier | f_{yp} (MPa) | f_{up} (MPa) |
|-----------------|----------------|----------------|
| S235 | 235 | 360 |
| S275 | 275 | 430 |
| S355 | 355 | 510 |
| S420 | 420 | 540 |