Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

# CORRIGE

**Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.**

Base Nationale des Sujets d'Examens Enseignement supérieur réseau SCEREN

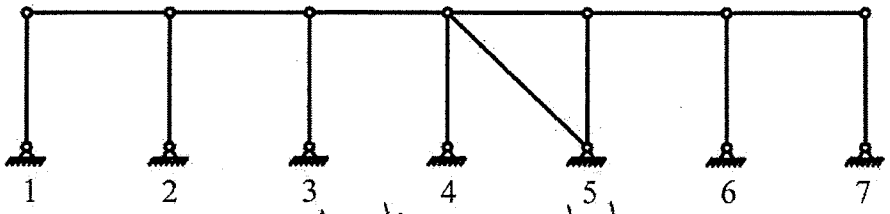
**Eléments indicatifs de corrigé**

***BTS Constructions Métalliques*** ***Epreuve : Conception***

## Partie 1 : *Etude de la stabilité de l'ouvrage*

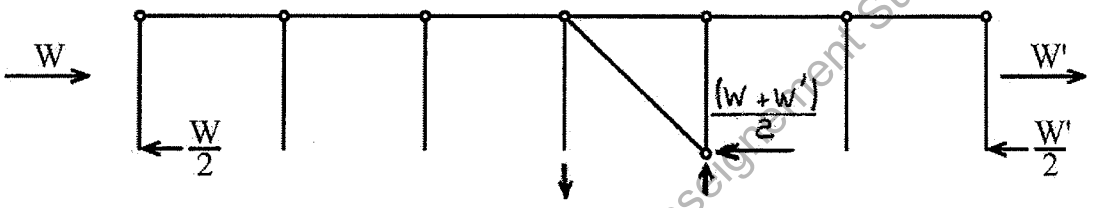
### A – Stabilité longitudinale :

**. Schéma A1 :** *Stabilité longitudinale File A -- Analyse*

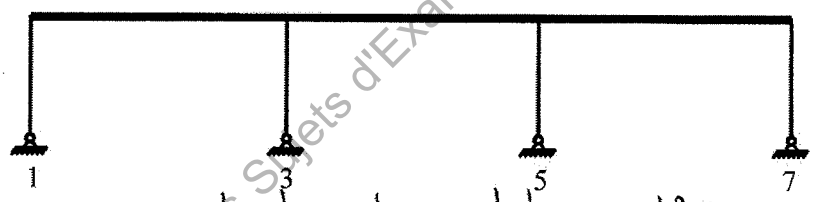



Structure isostatique

**. Schéma A2 :** *Stabilité longitudinale File A - Actions aux appuis*

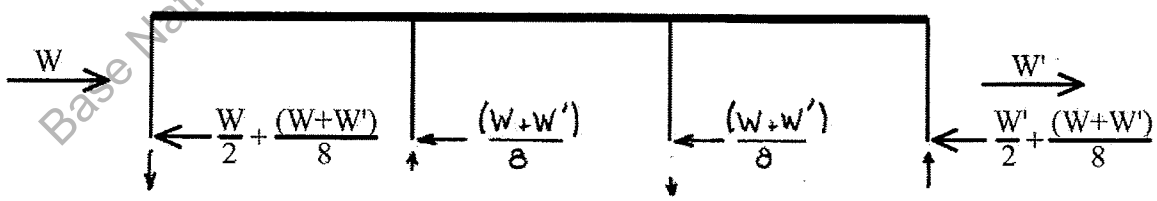



**. Schéma A3 :** *Stabilité longitudinale File D -- Analyse*




Structure hyperstatique d°5

**. Schéma A4 :** *Stabilité longitudinale File D -- Actions aux appuis*



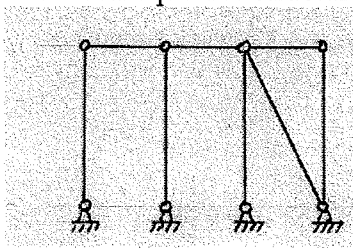

Actions horizontales : Les sens sont logiques, les valeurs approximatives dépendent du modèle du chargement et résultent de $\Sigma Fx = 0$

Actions verticales : Logiques en 1 et 7, impossible à "sentir" en 3 et 5 (Question rajoutée en commission de test)

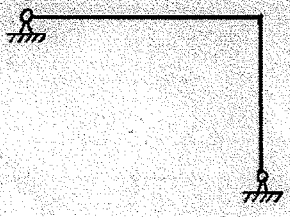
Base Nationale des Sujets d'Examens Enseignement Supérieur réseau SCEREN

**B – Stabilité transversale :**

B.1 – Schéma mécanique des structures de pignons



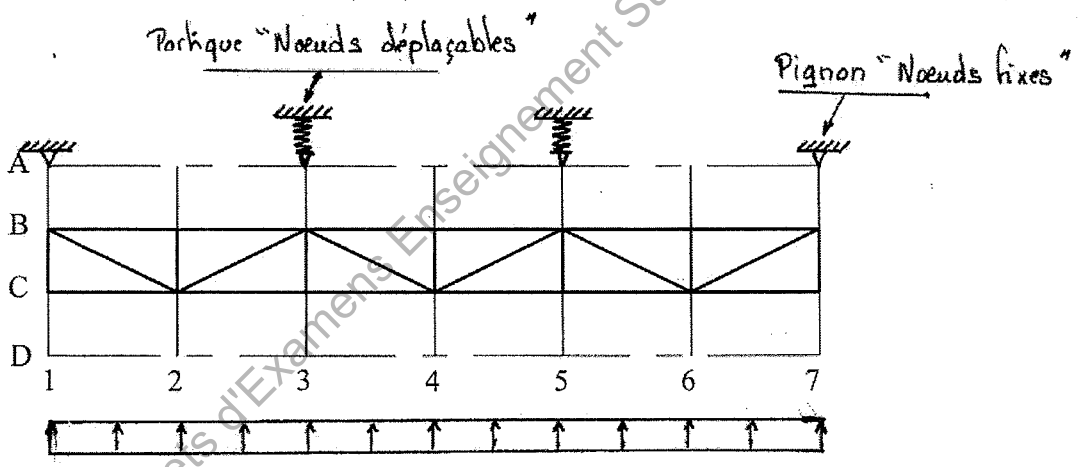
B.2 – Schéma mécanique des ½ portiques



**C – Stabilité de versant :**

C.1 - Rôle de la poutre au vent longitudinale :
- rigidifier le versant vis-à-vis des actions dues au vent transversal
- assurer la stabilité horizontale des ½ portiques
- acheminer les actions vers les stabilités transversales

C2 – Schéma C2 :




C.3 – Rôle de la poutre au vent transversale :
- rigidifier le versant vis-à-vis des actions dues au vent longitudinal
- contribuer à la rigidité horizontale du portique File D
- acheminer ces actions vers la palée de stabilité de long pan (File A, travée 4-5)

**D – Poutre treillis (File D) :**

D.1 – Rôle de la poutre treillis :
- servir d'appui (vertical) aux ½ portiques
- acheminer les actions verticales vers les portiques et pans de fer

Base Nationale des Sujets d'Examens Enseignement Supérieur réseau SCEREN

**Partie 2 :** ***Etude d'un contreventement***

2.1 – Dimensionnement à la traction d'une barre de contreventement :

2.1.1 - $N_{Ed} = 135kN \le N_{pl} = \dfrac{A.f_y}{\gamma_{M0}} \Rightarrow \boxed{A \ge \dfrac{135000}{235} = 575mm^2}$

Choix mini Φ 48,3 ep 5 ( A = 680 mm²)

2.1.2 - Flèche $\boxed{\Delta = \dfrac{5.q.l^4}{384.E.I} = \dfrac{5.53,4.10^{-3}.11200^4}{384.210000.16,2.10^4} = 321,6mm}$ soit $\dfrac{l}{35}$ !

2.2 – Dimensionnement de l'attache d'extrémité :

2.2.1 – Les boulons sont sollicités au cisaillement double, il faut vérifier :

$F_{V,Ed} \le F_{V,Rd}$ avec $F_{V,Ed} = N_{Ed}/2 = 67,5$ kN (effort sur un boulon)

$F_{V,Rd} = 2.\dfrac{\alpha_V.f_{ub}.As}{\gamma_{M2}}$ (résistance d'un boulon au cisaillement double)

Soit $A_s \ge \dfrac{67500.1,25}{2.600.0,5} = 141mm^2$ Choix mini HM 16 – classe 6-8 – $A_s$ = 157 mm²

2.2.2 – Condition de pression Φ :

Il faut vérifier : $F_{V,Ed} \le F_{b,Rd}$ avec $F_{V,Ed} = N_{Ed}/2 = 67,5$ kN

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1.\alpha_b.f_u.d.t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_b = \min\left(\frac{f_{ub}}{fu} ou 1; \frac{e_1}{3.d_0}; \frac{p_1}{3.d_0} - \frac{1}{4}\right) = 0,56$$

$\dfrac{f_{ub}}{f_u} = \dfrac{600}{360} = 1,67$ $\dfrac{e_1}{3.d_0} = \dfrac{30}{3.18} = 0,56$ $\dfrac{p_1}{3.d_0} - \dfrac{1}{4} =$ sans objet

$$k_1 = \min\left(2,8.\frac{e_2}{d_0} - 1,7; 2,5\right) = 2,19$$

$$2,8.\frac{e_2}{d_0} - 1,7 = 2,8.\frac{25}{18} - 1,7 = 2,19$$

Soit $t \ge \dfrac{67500.1,25}{2,19.0,56.16.360} = 11,95mm$ Choix t = 12mm

2.2.3 - $N_{Ed} = 135kN \le N_{u,Rd} = \dfrac{0,9.A_{net}.f_u}{\gamma_{M2}} \Rightarrow \boxed{A_{net} \ge \dfrac{1,25.135000}{0,9.360} = 521mm^2}$

$h = \dfrac{A_{net}}{t} + 2.d_0 = \dfrac{521}{12} + 2.18 = 79,4mm$ mais $h \ge 2.e_2 + p_{2,min\,i} = 2.25 + 2,4.18 = 93,2mm$

Choix h = 100 mm

Base Nationale des Sujets d'Examens Enseignement Supérieur réseau SCEREN

2.2.4 – Cordons de soudure : a = 3 mm (cordon mini pour t =12)

$$F_{w,Ed} = 135kN \le F_{w,Rd} = \frac{f_u}{\sqrt{3}.\beta_w.\gamma_{M2}}.\sum a.l = f_{vw,Rd}.a.\sum l \quad \Rightarrow \quad \sum l \ge \frac{135000}{208.3} = 216,4mm$$

$$\boxed{L \ge \frac{216,4}{4} + 2.3 = 60,1mm}$$

2.3 – Condition de ductilité :

$N_{u,Rd}$ =(0,9.[100-2.18].12.360)/1,25 = 199 kN

$N_{pl}$ = 680.235 = 159,8 kN ( Φ 48,3 ep 5)

La condition de ductilité est satisfaite, pas de risque de rupture fragile mais il conviendrait de surdimensionner les soudures.($F_{w,Rd}$>$N_{u,Rd}$)

2.4 – Vérification au flambement du profil Φ 139,7 ep 5 : (A=21,2 cm² ; I = 481 cm$^4$ ; i = 4,77 cm)

2.3.1 - $L_{cr} = L_0$ = 11,2 m $\quad N_{cr} = \frac{\pi^2.E.I}{L_{cr}} = 79,47kN \quad N_{pl} = A.f_y = 498,2kN$

$$\overline{\lambda} = \sqrt{\frac{N_{pl}}{N_{cr}}} = 2,503 \quad \Rightarrow \quad \text{Courbe a :} \quad \chi = 0,1464 \Rightarrow N_{b,Rd} = \chi.\frac{A.f_y}{\gamma_{M1}} = 72,9\text{kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{135}{72,9} = 1,85 > 1 \text{ !} \qquad \boxed{\text{Vérification non satisfaite, barre instable}}$$

2.3.2 – Contrairement à la résistance d'une section, l'augmentation de nuance n'agit pas de manière significative sur la résistance de l'élément à une instabilité .

2.3.3 - Optimisation :

Φ 139,7 ep 12,5 - S235 $\quad \overline{\lambda} = 2,64 \quad \chi = 0,1323 \quad N_{b,Rd} = 155,4kN$ Ratio : 0,87

Φ 139,7 ep 12,5 – S355 $\quad \overline{\lambda} = 3,245 \quad \chi = 0,08903 \quad N_{b,Rd} = 158kN$ Ratio : 0,85

( gain stabilité ≈ 2% pour un gain de résistance ≈ 50% )

Φ 177,8 ep 5 – S235 $\quad \overline{\lambda}$ =1,95 $\quad \chi = 0,234 \quad N_{b,Rd}$ = 148 kN Ration : 0,91

Poids du Φ 139,7 ep 12,5 = 39,2 kg/m $\qquad$ Poids du Φ 177,8 ep 5 = 21,3 kg/m

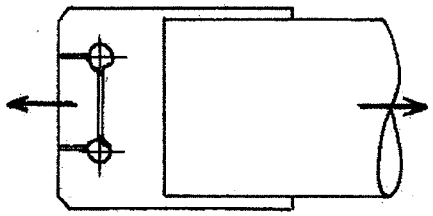
Calcul approché par excès $\quad \pi.17,78.0,5.100.\ 7,85\ \text{gr/cm}^3 = 21\ 900\ \text{gr/m} = 21,9\text{kg/m}$

Choix Φ 177,8 ep 5 : gain de poids (- 45%) = meilleur rendement

Base Nationale des Sujets d'Examens Enseignement Supérieur réseau SCEREN

2.4 - Résistance d'une attache d'extrémité (question subsidiaire non posée)

2.4.1 – Schéma de la rupture de bloc possible



| | |
|---|---|
| Φ139,7 | $d_0$ = 20 mm |
| $e_1$ = 30 mm | |
| $e_2$ = 40 mm | $p_2$ = 80 mm |
| h = 160 mm | t = 12 mm |

2.4.2 – Résistance de calcul au cisaillement de bloc : attache centrée S 235

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{A_{nt} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} + \frac{A_{nv} \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{M0}}$$

avec $A_{nt} = (80\text{-}2.10).12 = 720\ mm^2$

$A_{nv} = 2.(30 - 10).12 = 480\ mm^2$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{720.360}{1,25} + \frac{480.135}{1} = 207360 + 64800 \approx 272kN$$

2.4.3 – Résistance en section nette :

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9.A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9.(160 - 2.20).12.360}{1,25} = 373248N \approx 373kN$$

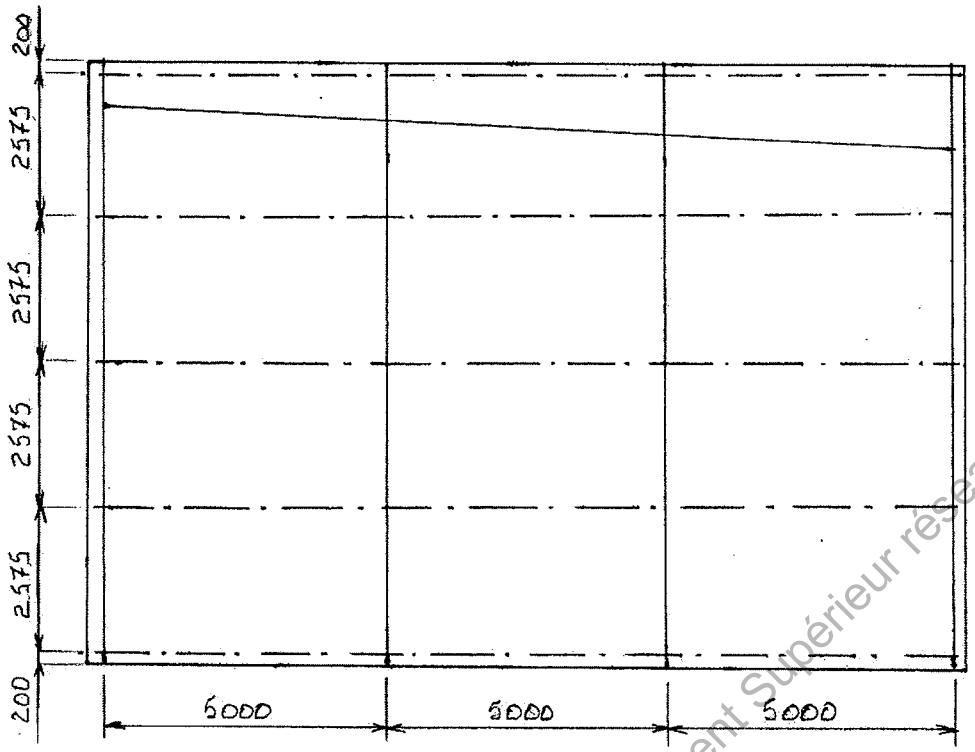
2.4.4 – La rupture de cisaillement de bloc est prédominante

**Partie 3 :** ***Habillage des pignons***

D'après l'Annexe 2, l'écartement entre lisses doit être compris entre 1,60m et 4m, le candidat doit s'orienter sur une solution comportant 4,5 ou 6 lisses. Toute solution cohérente sera considérée exacte.

3.1 – Schéma de poutraison du pignon : ( proposition : 5 lisses)

Base Nationale des Sujets d'Examens Enseignement Supérieur réseau SCEREN




3.2 – Résistance du panneau de bardage :

Modèle mécanique hyperstatique (panneau continu sur 5 appuis → résultats 3 appuis)

| Portée 2,60 m : | Pression | Dépression |
|---|---|---|
| ep 0,63 | 87 daN/m² = 0,87 kN/m² | 79 daN/m² = 0,79 kN/m² |
| ep 0,75 | 135 daN/m² = 1,35 kN/m² | 119 daN/m² = 1,19 kN/m² |

*Vérification :*

Pression subie dans la zone la plus exposée : $w^+ = q_p.c_p^+ = 0,6.1,5 = 0,90$ kN/m²

Dépression subie dans la zone la plus exposée : $w^- = 0,6.-1,88 = -1,13$ kN/m²

La condition de résistance en pression et dépression impose un panneau d'épaisseur 0,75

3.3 – Dimensionnement des lisses : montage supposé isostatique, portée 5m

Calculs à adapter à l'écartement des lisses retenu par le candidat

ELU :

Combinaison 1,5.W → situation défavorable en dépression w=0,60.-1,88 = -1,13 kN/m²

$q_u = 1,5.1,13.2,575 = 4,36$ kN/m

$$M_{Ed} = \frac{q_u.l^2}{8} = \frac{4,36.5^2}{8} = 13,62 kN.m \le M_{ply} = W_{ply}.f_y \quad \Rightarrow \quad \boxed{W_{ply} \ge \frac{13,62.10^6}{235} = ... = 58 cm^3}$$

Profil IPE 120 – $W_{ply} = 60,7$ cm³ – ($I_y$=317,8 cm³)

Base Nationale des Sujets d'Examens Enseignement Supérieur réseau SCEREN

ELS :
Combinaison W → situation défavorable en dépression w = -1,13 kN/m²
$q_s = 1,13.2,575 = 2,91$ kN/m

$$\Delta = \frac{5.q_s.l^4}{384.210000.I_y} \leq \frac{l}{150} \quad \Rightarrow \quad \boxed{I_y \geq \frac{5.150.2,91.5000^3}{384.210000} = ... = 338cm^4}$$

Profil IPE 140 – $I_y = 541,2$ cm⁴

Profil retenu: IPE 140 – S 235

3.5 – Vérification d'une lisse continue : (question subsidiaire non posée)

(les actions caractéristiques du vent $q_z = 2,3$ kN/m et $q_y = 0,2$ kN/m étaient données, ainsi qu'unformulaire de la poutre sur 4 appuis)

3.5.1 – Vérification ELU : IPE 100 S235 → Section de classe 1 flexion

$$\left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{y,Rd}}\right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{z,Rd}}\right]^{\beta} \leq 1 \quad \text{avec} \quad \alpha = 2 \quad \beta = 1 \quad \text{section I ou H}$$

Combinaison ELU : 1,35G + 1,5W soit $q_{uz} = 1,5.2,3 = 3,45$ kN/m
$q_{uy} = 1,35.0,2 = 0,27$ kN/m

Section la plus sollicitée: appui intermédiaire
$M_{y,Ed} = 0,1.q_{uz}.l^2 = 0,1.3,45.5^2 = 8,625$ kN.m $\quad M_{z,Ed} = 0,1.q_{uy}.l^2 = 0,1.0,27.5^2 = 0,675$ kN.m

$M_{y,Rd} = W_{ply}.f_y = 39,4.235 = ... = 9,259$ kN.m $\quad M_{z,Rd} = W_{plz}.f_y = 9,1.235 = ... = 2,138$ kN.m

Vérification: $(8,625/9,259)^2 + (0,675/2,138) = 0,868 + 0,315 = 1,18 > 1$!

Vérification ELU non satisfaite
(avec un lien intermédiaire, on diminue sensiblement la flexion/axe faible)

3.5.2 – Vérification ELS:

Critère ELS: $w_{max} \leq w_{adm} = l/150 = 33,33$ mm sous la combinaison G + W

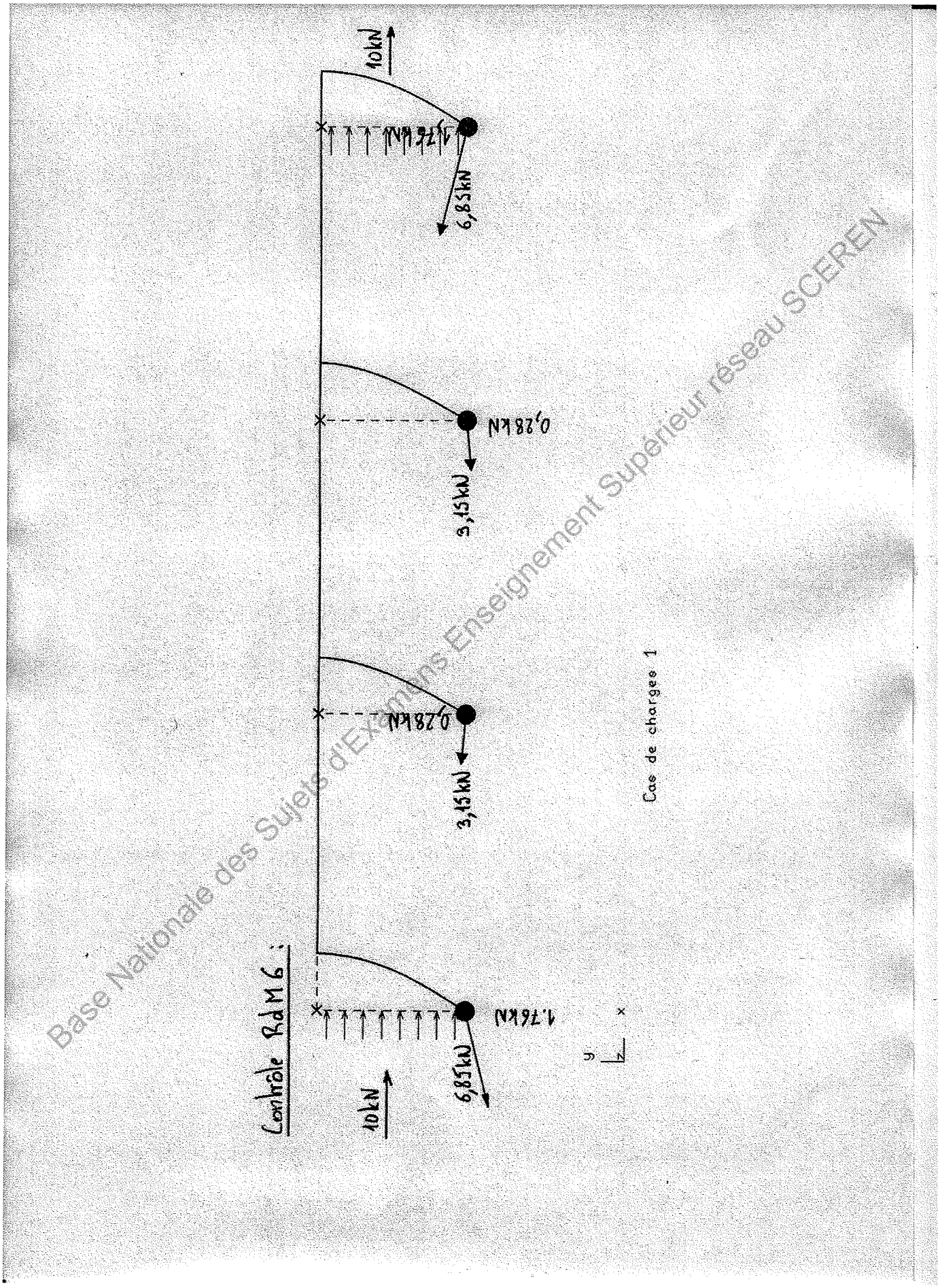
Flèche calculée au milieu de la travée de rive

Flèche horizontale : $$w_z = \frac{27.q_z.l^4}{4000.E.I_y} = \frac{27.2,3.5000^4}{4000.210000.171.10^4} = 27,02mm$$

Flèche verticale : $$w_y = \frac{27.q_y.l^4}{4000.E.I_z} = \frac{27.0,2.5000^4}{4000.210000.15,91.10^4} = 25,25mm$$

Vérification ELS satisfaite si on dispose un lien pour neutraliser $w_y$

Base Nationale des Sujets d'Examens de l'Enseignement Supérieur réseau SCEREN




Base Nationale des Sujets d'Examens Enseignement Supérieur réseau SCEREN

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.