

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
Constructions Métalliques

SESSION 2013

E5. DESSIN DE CONCEPTION

U5 .1 Conception

Éléments de corrigé

Barème indicatif

Partie 1 : 7 points
Partie 2 : 7 points

Partie 3 : 6 points

CODE ÉPREUVE :	EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR		SPÉCIALITÉ : CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES
SESSION 2013	CORRIGÉ	Épreuve U51 CONCEPTION	Calculatrice autorisée : oui
Durée : 4h00	Coefficient : 3	SUJET N° VP/2013/CME/05	Page : 1/16

Partie 1:1.1 Stabilité longitudinaleQuestion n°1:

→ voir DR 1

d°H d'hyperstatique:

Nombre de barres = 9 → $9 \times 3 = 27$ équations

Nombre de liaisons "articulations" = 14

soit $14 \times 2 = 28$ inconnues

$$d^{\circ}H = 28 - 27 = 1$$

La structure est hyperstatique de degré 1

Nous retrouvons la croix de St-André pour assurer la stabilité avec des cornières à coins égaux pour les diagonales.

Ces cornières se comportent très mal en compression étant sensibles au phénomène d'instabilité "flambement". Leur rôle est de fonctionner en traction suivant la direction du vent.

Question n°2:

Cvt file B: Un portique de stabilité peut être envisagé avec renforcement des poteaux (contre-pot.) et adjonction d'une traverse.

Une pâlée en K est possible également
sous réserve de respecter le gabarit.
→ sur DR1 avec portique

2/
15

Question n° 3 :

→ sur DR2

Question n° 4 :

L'intérêt de faire participer les lames :

- diagonales + courtes < 5 m qui peut faciliter la commande matérielle.
- diminution du coup de la longueur de flambement des poteaux en créant des pointes bloquées (fixes).

Question n° 5 :

Nom : P.A.V. Poutre Au Vent

Cet élément permet de réaliser la stabilité de la courbature et d'assurer la DESCENTE des CHARGES.

L'ensemble de croix crée une poutre tréillis qui rigidifie le plan "courbature".

Question n° 6 :

→ sur DR3

Document réponse DR1

Question n°1

6000.00

3250.00

0.00

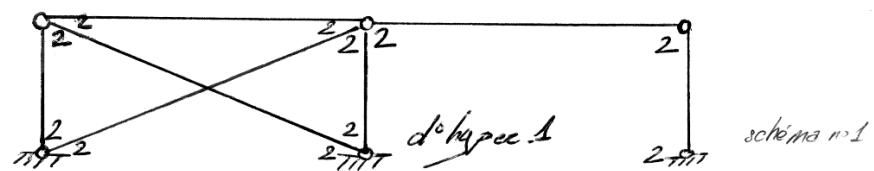
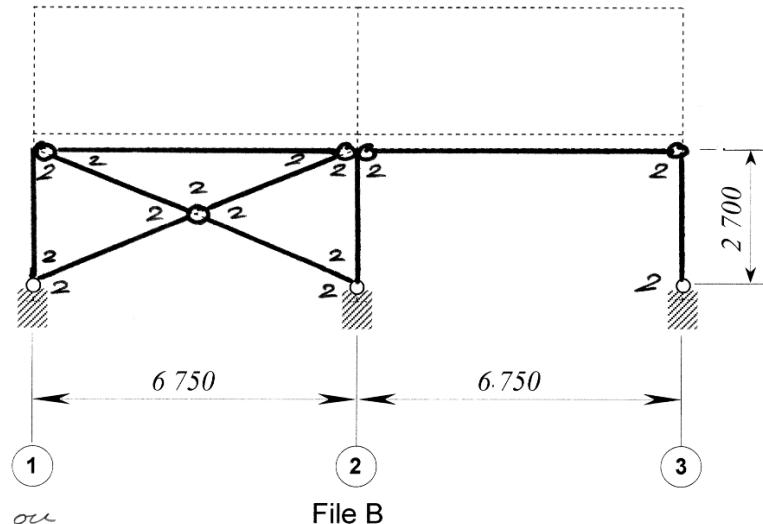


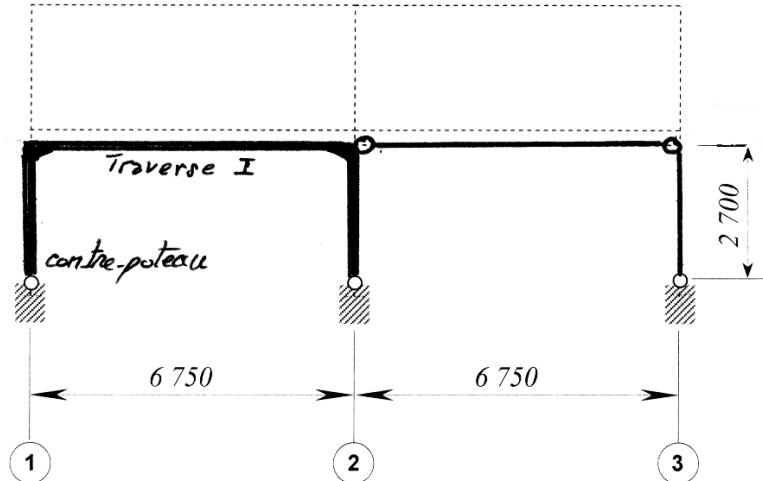
schéma n°1

Question n°2

6000.00

3250.00

0.00



File B

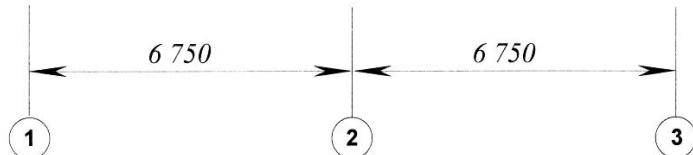
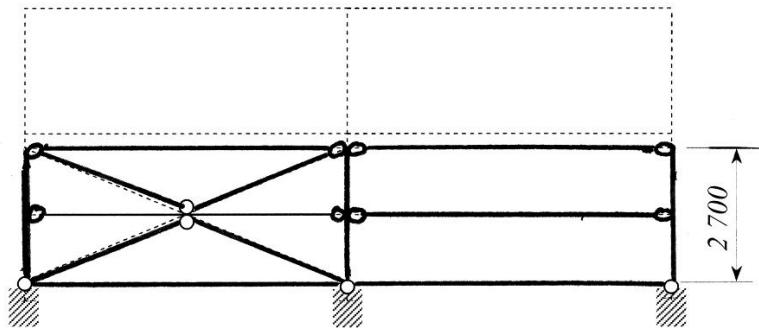
- Schéma n°2 : File B -

Document réponse DR2**Question n°3**

6000.00

3250.00

0.00

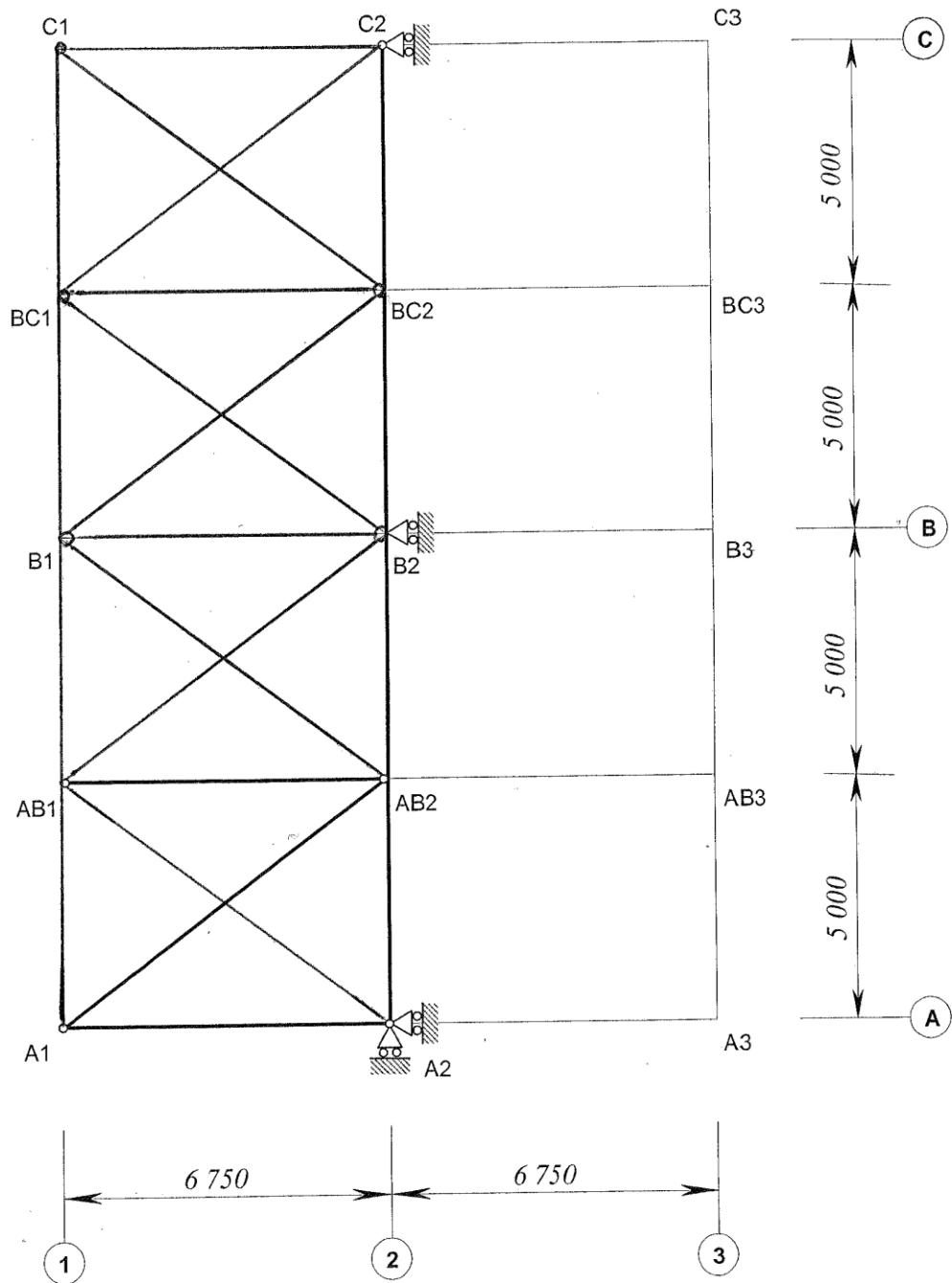


File C

- Schéma n°3 : File C -

Document réponse DR3

Question n°6



—Schéma n°4 : Vue en plan —

Question n° 7 :

6/15

Les intérêts :

- raccourcissement des longueurs des diagonales
- éviter les battements des cornières sous la charge
- création de points fixes pour diminuer la longueur de déversement des traverses en affaissement.

Question n° 8 :

La modélisation des appuis simples en A2, B2 et C2 provient de la création de points fixes avec les paires de stabilité verticale des fûts A, B et C.

Question n° 9 :

→ sur DR4

Question n° 10 :

Les diagonales les plus sollicitées en TRACTION sont C1-BC2 et A1-AB2

La pannier montant la plus sollicitée en COMPRESSION est B1-B2

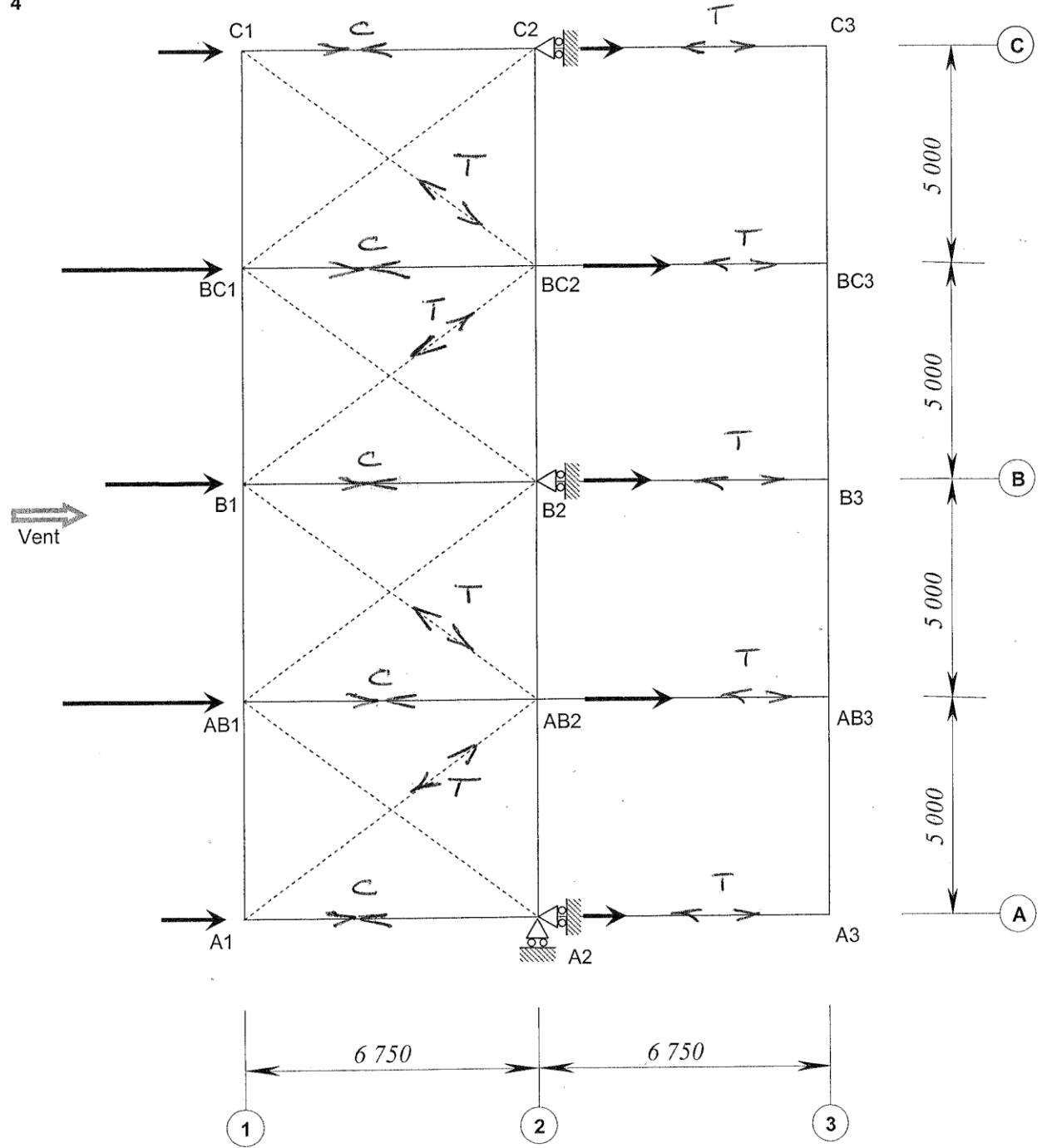
Document réponse DR4

Question n°9

Barre comprimée : 

Barre tendue : 

4



— Schéma n°5 : Vue en plan —

Partie 2 : Nœud B2 supérieur cut.

8/15

Question n° 11 :

Dispositions constructives C1-8 Art. 3.1

HM 12 6-8 $\phi 12$ $d_o = 13 \text{ mm}$

$A = 113 \text{ mm}^2$ $A_s = 84,3 \text{ mm}^2$ $f_{yb} = 480 \text{ MPa}$

Pince longitudinale c_1 ok

$1,2 d_o = 15,6 \text{ mm} \leq e_1 = 21 \text{ mm}$

Entreaxe p_1 ok

$2,2 d_o = 28,6 \text{ mm} \leq p_1 = 42 \text{ mm} \leq \min \begin{cases} 14t = 14 \times 5 = 70 \text{ mm} \\ 200 \text{ mm} \end{cases}$

pince transv. $c_2 = 25 \text{ mm}$

non exposé

Question n° 12 :

Résistance bâti au cisaillement C1-8 Tab. 3.4

$$F_{V,rd} = \frac{\alpha r f_{ub} A_r}{\Delta_{M2}}$$

$\alpha r = 0,5$

$$\hookrightarrow F_{V,rd} = \frac{0,5 \times 0,6 \times 84,3}{1,25} = 20,232 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 14,124 \text{ kN}$$

✗ Hypothèse axe effet/bâti confondues

2 bâti au simple cisaillement \rightarrow égalépartition :/2

$$F_{V,ed/bi} = \frac{14,124}{2} = 7,062 \text{ kN} \leq F_{V,rd} = 20,232 \text{ kN}$$

ratio 35% \rightarrow ok

✗ Hypothèse avec excentrement

$$M_{ed} = 14,124 \times (25 - 14) = 155,36 \text{ kN.m}$$

$$\text{Effort } F_{V,\perp} = \frac{M_{ed}}{d} = \frac{155,36}{42} = 3,70 \text{ kN}$$

$$\text{d'où } F_{V,ed} = \sqrt{7,062^2 + 3,70^2} = 7,972 \text{ kN}$$

$$\leq F_{V,rd}$$

$$\text{ratio 39% } \rightarrow \text{ok}$$

Question n° 13:

Résistance des bâts à la pression diamétrale

Cl. 8 Tab 3.4

$$F_{b,rd} = \frac{k_2 \alpha_b f_u d t}{\Delta M_2}$$

$$\alpha_b = \min \{ \alpha_d; f_{ub}/f_u; 1 \}$$

$$b1 \text{ de rive} \quad \alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{21}{3 \times 13} = 0,54$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = \frac{600}{360} = 1,67$$

→ Art. 3.2 Tab. 3.1

$$\hookrightarrow \alpha_b = 0,54$$

k_2 pour les bâts de rive

$$= \min \left[\underbrace{\left(2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 \right)}_{2,5}; 2,5 \right]$$

$$\hookrightarrow k_2 = 2,5 \quad \hookrightarrow 2,8 \cdot \frac{25}{13} - 1,7 = 3,68$$

$$\text{D'où } F_{b,rd} = \frac{2,5 \times 0,54 \times 0,36 \times 12 \times 5}{1,125}$$

$$= 23,328 \text{ kN} \quad (23,262 \text{ kN exactly})$$

$$F_{v,rd,b1} = 7,052 \text{ kN} \leq F_{b,rd} = 23,328 \text{ kN}$$

réduire 30% $\rightarrow 0,7$

Question n° 14:

Les ratios obtenus pour les vérifications des questions précédentes restent faibles.

Les possibilités sont :

- Ø bâts 10 mais peu répandus en charpente.
- 1 seul bâti mais brochage pour le montage impossible.

Question n°15:

10/15

Section nette : $A_{\text{net}} = A - d_0 \cdot \text{ép.}$

$$L50 \times 5 \quad A = 4,80 \text{ cm}^2 \quad = 480 - 13 \times 5 = 415 \text{ mm}^2$$

Cl-8

Act. 3.10.3

$$N_{\text{ed}} = 14,124 \text{ kN}$$

$$\leq N_{u,\text{ed}} = \frac{\beta_2 A_{\text{net}} f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$p_c = 42 \text{ mm}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2,5 d_0 = 2,5 \times 13 = 32,5 \text{ mm} \\ 5 d_0 = 5 \times 13 = 65 \text{ mm} \end{array} \right.$$

hyp. cette entre les 2 pts

$$\begin{aligned} \beta_2 &= 0,4 + \frac{0,7 - 0,4}{65 - 32,5} \cdot (42 - 32,5) \\ &= 0,49 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{u,\text{ed}} &= \frac{0,49 \times 415 \times 0,35}{1,25} \\ &= 58,565 \text{ kN} \quad (58,289 \text{ kN exactly}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{\text{ed}} &= 14,124 \text{ kN} \quad \leq N_{u,\text{ed}} = 58,565 \text{ kN} \\ \text{ratio } 24\% & \quad \text{OK} \end{aligned}$$

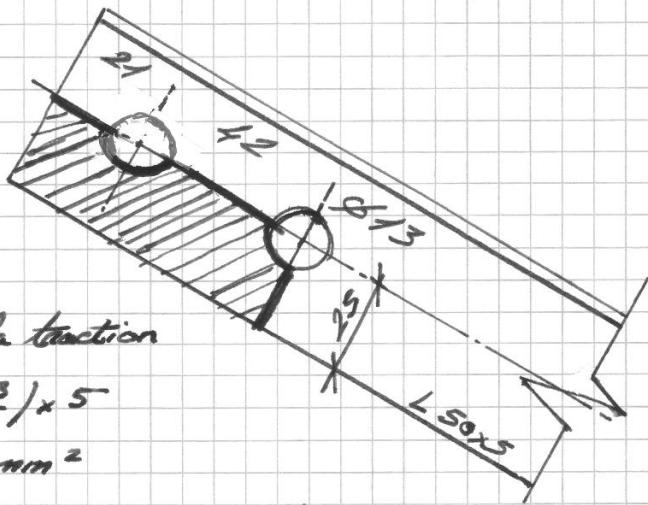
Question n°16:

Cisaillement de bloc de la canière 50x5

Cl-8 Act. 3.10.2

$$N_{\text{ed}} = 14,124 \text{ kN} \leq V_{f,1,\text{ed}} = \frac{f_c A_{\text{net}}}{\gamma_{M2}} + \frac{f_y A_{\text{av}} / \sqrt{3}}{\gamma_{M2}}$$

11/15



Ant aile
soumise à la traction

$$A_{nt} = (25 - \frac{13}{2}) \times 5 = 92,5 \text{ mm}^2$$

Ant aile soumise au cisaillement

$$A_{av} = [(42 + 21) - (1,5 \times 13)] \times 5 = 217,5 \text{ mm}^2$$

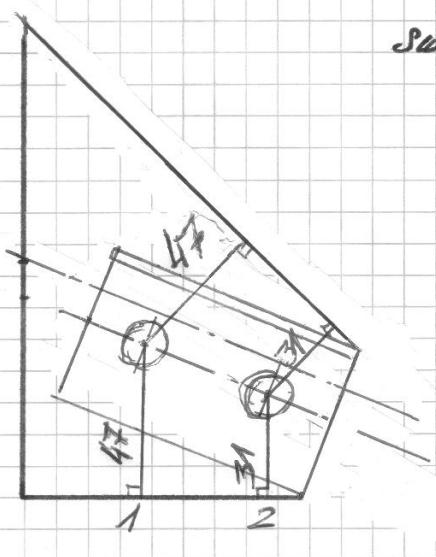
$$V_{eff,1,ad} = \frac{0,36 \times 92,5}{1,25} + \frac{0,235 \times 217,5}{1,0} = 56,150 \text{ kN}$$

$$N_{ad} = 14,124 \text{ kN} \leq V_{eff,1,ad} = 56,150 \text{ kN}$$

ratio 25% \rightarrow OK

Question n° 17:

Résistance du gousset à la traction



Sur le gousset :

à section 1

$$\approx 14,124 \text{ kN}$$

à section 2

$$\approx \frac{14,124}{2} = 7,062 \text{ kN}$$

$$A_1 = \left[(47 - \frac{13}{2}) + (47 - \frac{13}{2}) \right] \times 5 \\ = 405 \text{ mm}^2$$

12/15

$$A_2 = \left[(31 - \frac{13}{2}) + (31 - \frac{13}{2}) \right] \times 5 \\ = 245 \text{ mm}^2$$

La section la plus sollicitée est la 1.

Art. 6.2.3 $N_{u,rd} = 0,9 A_{eff} f_u / \Delta_{M2}$

$$1.: N_{u,rd} = 0,9 \times 405 \times 0,36 / 1,25$$

$$= 104,98 \text{ kN} > 14,1 \text{ kN} \quad 13\%$$

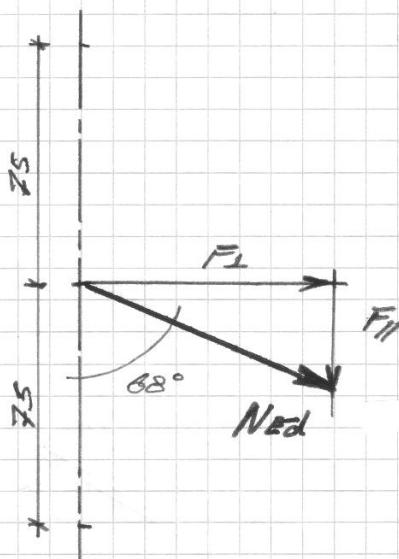
$$2.: N_{u,rd} = 0,9 \times 245 \times 0,36 / 1,25$$

$$= 63,50 \text{ kN} > 7,1 \text{ kN} \quad 11\%$$

C'est vérifié 

Question n° 18 :

Vérification des soudures de la liaison gousset-poteau.



Soudure d'angle

$$a = 5 \text{ mm} > 3 \text{ mm} \quad \text{OK}$$

$$l_{eff} = 150 - 2 \times 5$$

$$= 140 \text{ mm}$$

$$l_{eff} > \max(30 \text{ mm}; 6 \times 5) \quad \text{OK}$$

2 méthodes au choix :

- méthode directionnelle (Art 4.1.2)

Art. 4.5.3.2

- méthode simplifiée

Art. 4.5.3.3

✓ MÉTHODE DIRECTIONNELLE :

$$A_W = 2a l_{eff} = 2 \times 5 \times 140 = 2 \times 700 = 1400 \text{ mm}^2$$

$$\begin{cases} \sqrt{\sigma_1^2 + 3(\sigma_1^2 + \sigma_{11}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \Delta_{Me}} \\ \sigma_1 \leq 0,9 \frac{f_u}{\Delta_{Me}} \end{cases}$$

S235 : $\beta_w = 0,8$ et $f_u = 355 \text{ kN/mm}^2$

$$F_{wed} = N_{ed} = 14,124 \text{ kN}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F_{11} = 14,124 \sin 68^\circ = 13,096 \text{ kN} \text{ cordon lateral} \\ F_1 = 14,124 \cos 68^\circ = 5,291 \text{ kN} \text{ cordon frontal} \end{cases}$$

$$\text{Composante frontale } \sigma_1 = \sigma_{11} = \frac{5,291}{2 \times 12 \times 700} = 2,672 \cdot 10^{-3} \text{ kN/mm}^2 = 2,67 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{11} = 0$$

$$\text{Composante latérale } \sigma_1 = \sigma_{11} = 0$$

$$\sigma_{11} = \frac{13,096}{1400} = 9,354 \cdot 10^{-3} \text{ kN/mm}^2 = 9,35 \text{ MPa}$$

Verification :

$$\begin{aligned} \sqrt{2,67^2 + 3(2,67^2 + 9,35^2)} &= 17,05 \text{ MPa} \\ &\leq \frac{360}{0,8 \times 1,25} = 360 \text{ MPa} \text{ Vérifié ratio 5 \%} \\ \text{et } \sigma_1 &= 2,67 \text{ MPa} \leq 0,9 \cdot \frac{360}{1,25} = 259,2 \text{ MPa} \\ &\text{Vérifié } \cancel{f_u} \text{ ratio 1 \%} \end{aligned}$$

✓ MÉTHODE SIMPLIFIÉE :

$$F_{W,ed} \leq F_{W,Rd} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \beta_w \Delta_{Me}} a$$

$$= \frac{360}{\sqrt{3} \times 0,8 \times 1,25} \times 5$$

$$= 1039,2 \text{ N/mm}$$

$$\frac{14,124 \times 1000}{2 \times 140} = 50,4 \text{ N/mm} \leq \text{Vérifié } \cancel{f_u} \text{ ratio 5 \%}$$

Partie 3:

14/15

Question n° 19:

Surface projetée de couverture récoltée par la norme

$$10 \times 13,50 = 135 \text{ m}^2 \quad \text{pente } 1 \text{ mm/m}$$

→ soit pour 130 m^2 : 240 cm^2

$$140 \text{ m}^2 : 255 \text{ cm}^2$$

$$\frac{240 + 255}{2} = 247,5 \text{ cm}^2$$

+ 10% pour chéneau rectangulaire $\Rightarrow 272 \text{ cm}^2$

✓

Question n° 20:

Tuyau de descente : 1 Ø 11 pour 136 m^2 récoltés

disposé à une extrémité (si trop plein pour évacuation)

ou 2 Ø 8 pour $2 \times 71 \text{ cm}^2 = 142 \text{ m}^2$ récoltés

disposés aux 2 extrémités.

Question n° 21:

En cas d'orage, de pluie très abondante exceptionnelle
l'eau sera évacuée aux extrémités sans risque d'infiltration.

Même section que le tuyau de descente

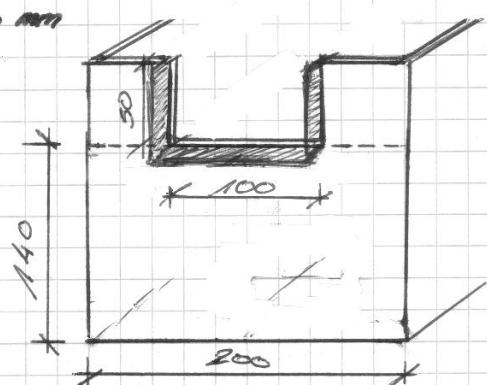
$$\pi \cdot 8^2 / 4 = 50,2 \text{ cm}^2 \quad 100 \times 50 \text{ mm}$$

chéneau $200 \times 140 \text{ mm}$

$$\rightarrow 280 \text{ cm}^2$$

Question n° 22:

→ voir DRS



15/15

Document réponse DR5

Question n°22

chéneau 15/10 1mm/m

$$18,5 \times 15,0 = 277,5 \text{ cm}^2$$

Trop-plein 50 cm²

Couronnement 1110

coiffe ép.10
230 x 120

HACIERBA 5/175.25 B 75/100

IPF 240

+ 185

TC 100x5

1

File 1

Ech : 1/8

