

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 Stabilités longitudinalesQuestion n°1:

→ sur DR 1

d°H d'hyperstaticité:

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 ailes égales pour les diagonales.

Ces dernières 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-pout.) et adjonction d'une traverse.

Une poutre en K est possible également
sous réserve de respecter la gabarite.

2/15

→ sur DR1 avec portique

Question n° 3:

→ sur DR2

Question n° 4:

L'intérêt de faire participer les lisses :

- diagonales + coustes $\leq 5\text{ m}$ qui peut faciliter la commande matière.
- diminution du coup de la longueur de flambement des poutres en créant des points bloqués (fixes).

Question n° 5:

Nom : P.A.V. Poutre Au Vent

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

L'ensemble du crois crée une poutre treillis qui rigidifie le plan "couverture".

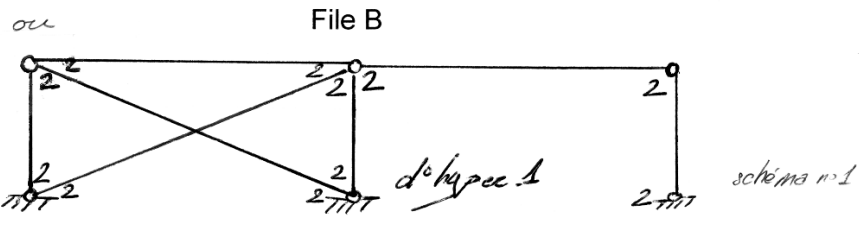
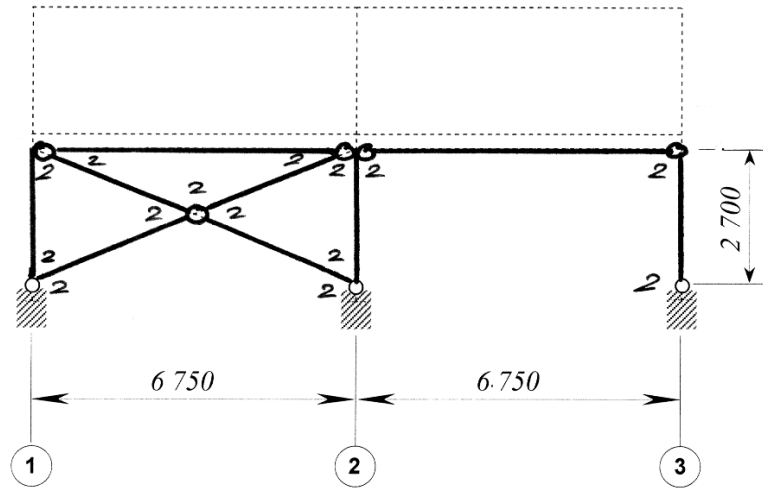
Question n° 6:

→ sur DR3

Document réponse DR1

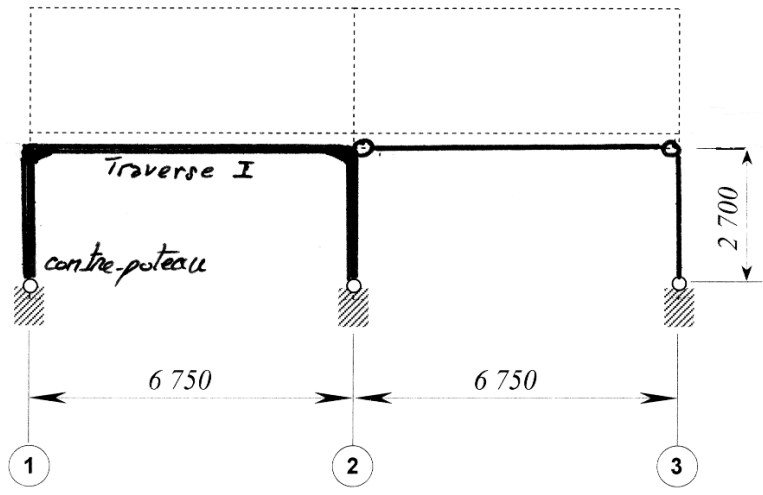
Question n°1

6000.00
3250.00
0.00



Question n°2

6000.00
3250.00
0.00



File B

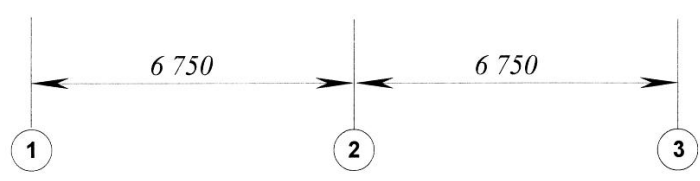
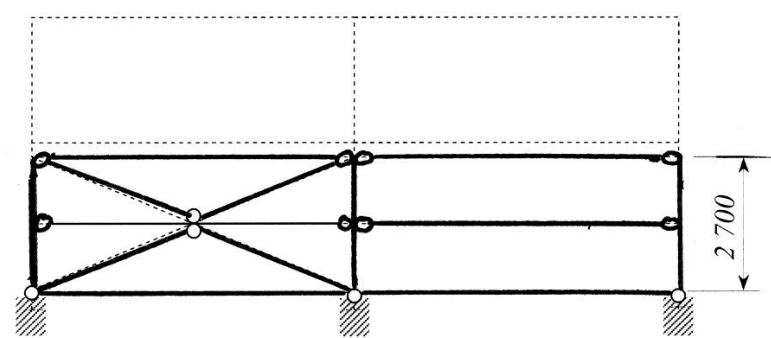
- Schéma n°2 : File B -

4/15

Document réponse DR2

Question n°3

6000.00
3250.00
0.00

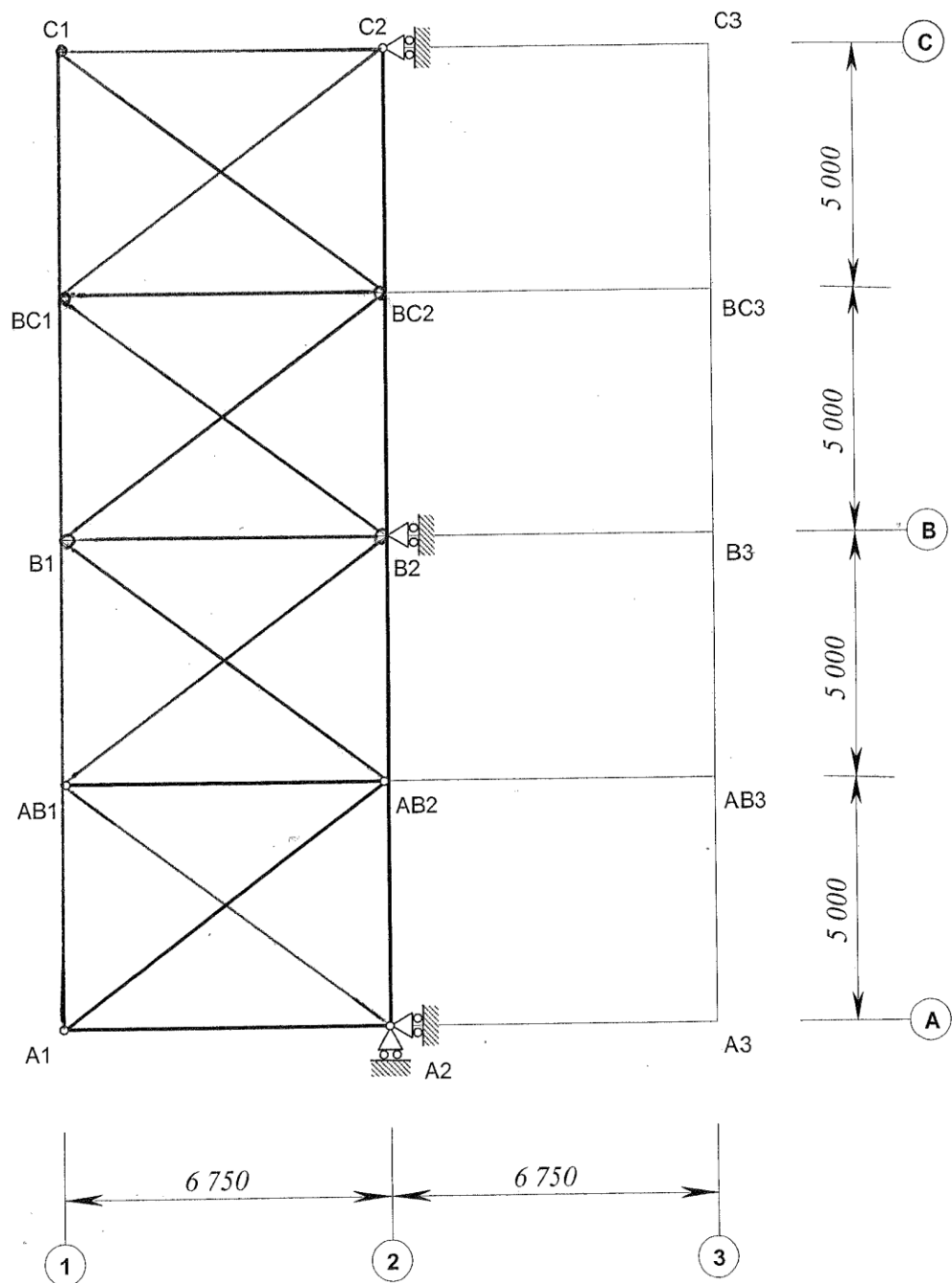


File C

- Schéma n°3 : File C -

Document réponse DR3

Question n°6



- Schéma n°4 : Vue en plan -

Question n°7:

Les intérêts:

- raccourcissement des longueurs des diagonales
- éviter les battements des cornières sous la couverture.
- création de points fixes pour diminuer la longueur de développement 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 palées de stabilités verticales 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 panne montant la plus sollicitée en COMPRESSION est BA - B2

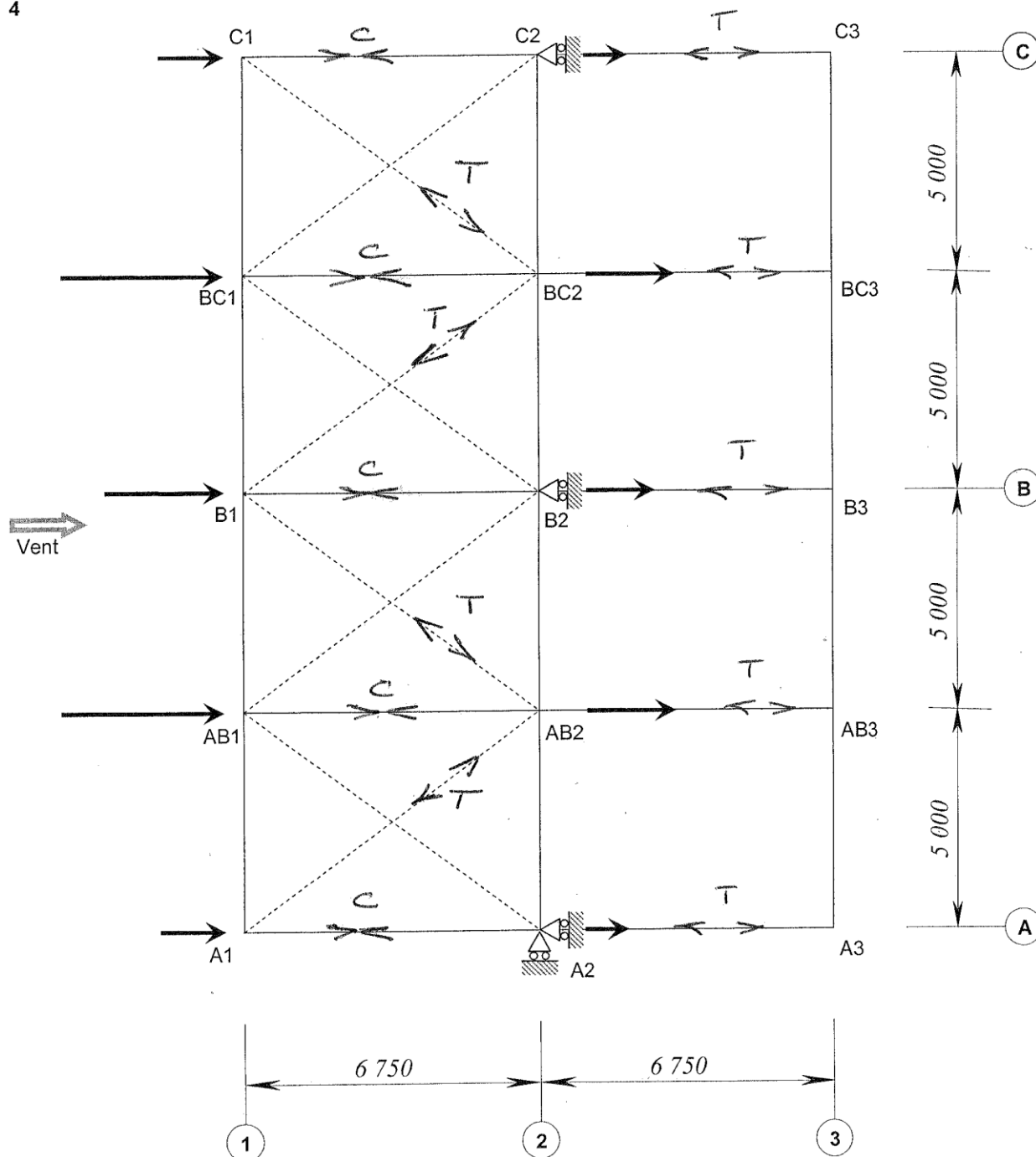
Document réponse DR4

Question n°9

Barre comprimée : 

Barre tendue : 

4



– Schéma n°5 : Vue en plan –

Partie 2: Nœud B2 supérieure cut.Question n° 11:

Dispositions constructives Cl. 8 Art. 3.1

HM 12 6.8 $\phi 12$ $d_o = 13$ mm

$$A = 113 \text{ mm}^2 \quad A_s = 84,3 \text{ mm}^2 \quad \left. \begin{array}{l} f_{yb} = 480 \text{ MPa} \\ f_{ub} = 600 \text{ MPa} \end{array} \right\}$$

Pina longitudinale e_1 OK

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

Entreaxe p_1 OKpince transv. $e_2 = 25$ mm

non exposé

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

Question n° 12:

Résistance blo au cisaillement Cl. 8 Tab. 3.4

$$F_{v,rd} = \frac{\alpha_v f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_v = 0,5$$

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

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

* Hypothèse axe effort/blo confondus

2 blo au simple cisaillement \rightarrow répartition 1/2

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

ratio 35% OK

* Hypothèse avec excentrement

$$M_{cdr} = 14,124 \times (25 - 14) = 155,36 \text{ kN}\cdot\text{mm}$$

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

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

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

ratio 39% OK

Question n° 13:

Résistance des bts à la pression diamétrale

Ch. 8 Tab 3.4

$$F_{b,rd} = \frac{k_1 \alpha_b f_{ub} d t}{\gamma_{M2}}$$

$$\alpha_b = \min \left\{ \alpha_d; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1 \right\}$$

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

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

↳ Art. 3.2 tab. 3.1

$$\text{↳ } \alpha_b = 0,54$$

k_1 pour les bts de rive

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

$$\text{↳ } k_1 = 2,5 \quad \text{↳ } 2,8 \times \frac{25}{13} - 1,7 = 3,68$$

$$\begin{aligned} \text{D'où } F_{b,rd} &= \frac{2,5 \times 0,54 \times 0,36 \times 12 \times 5}{1,25} \\ &= 23,328 \text{ kN} \quad (23,262 \text{ kN exactly}) \end{aligned}$$

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

states 30% OK

Question n° 14:

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

Les possibilités sont:

→ Ø bts 10 mais peu répandus en charpente.

→ 1 seul bt. mais brochage pour le montage impossible.

10/15

Question n° 15:

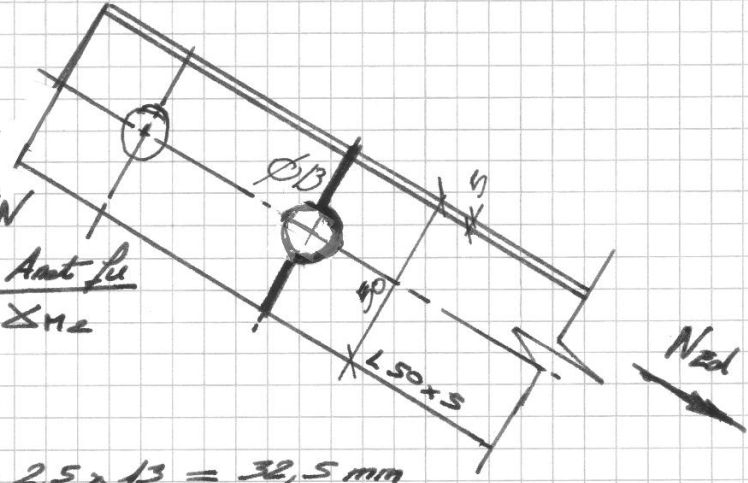
Section nette : $A_{net} = A - d_o \times e_p$

$L 50 \times 5 \quad A = 4,80 \text{ cm}^2 = 480 - 13 \times 5 = 415 \text{ mm}^2$

C.L. 8

Art. 3.10.3

$N_{ed} = 14,124 \text{ kN}$
 $\leq N_{u,rd} = \frac{\beta_2 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}}$



$p_2 = 42 \text{ mm}$

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

hyp. entre entre les 2 pts

$\beta_2 = 0,4 + \frac{0,7 - 0,4}{65 - 32,5} \times (42 - 32,5)$
 $= 0,49$

$N_{u,rd} = \frac{0,49 \times 415 \times 9,36}{1,25}$
 $= 58,565 \text{ kN} \quad (58,289 \text{ kN exactly})$

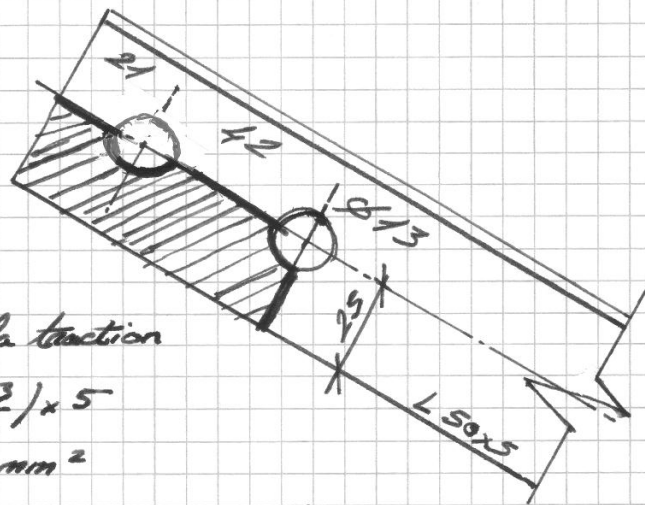
$N_{ed} = 14,124 \text{ kN} \leq N_{u,rd} = 58,565 \text{ kN}$
 ratio 24% OK

Question n° 16:

Cisaillement de bloc de la cornière 50 x 5

C.L. 8 Art. 3.10.2

$N_{ed} = 14,124 \text{ kN} \leq V_{eff,rd} = \frac{f_u A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{f_y A_{nv} / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}}$



Ant aire

soumise à la traction

$$A_{nt} = (25 - \frac{13}{2}) \times 5$$

$$= 92,5 \text{ mm}^2$$

Anv aire soumise au cisaillement

$$A_{nv} = [(42 + 21) - (1,5 \times 13)] \times 5$$

$$= 217,5 \text{ mm}^2$$

$$V_{eff,1,rd} = \frac{0,36 \times 92,5}{1,25} + \frac{0,235 \times 217,5 / \sqrt{3}}{1,0}$$

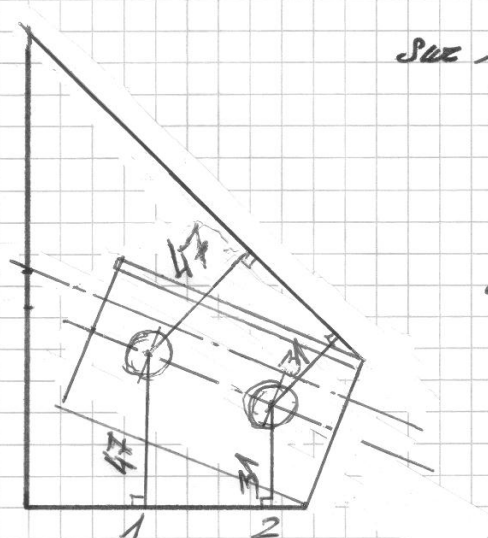
$$= 56,150 \text{ kN}$$

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

ratio 25% OK

Question n° 17:

Résistance du gousset à la traction



Sur le gousset :

1 section 1

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

2 section 2

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

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

$$= 405 \text{ mm}^2$$

12/15

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

$$= 245 \text{ mm}^2$$

La section la plus sollicitée est la 1.

Art. 6.2.3 $N_{u,rd} = 0,9 A_{net} f_u / \gamma_{Me}$

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

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

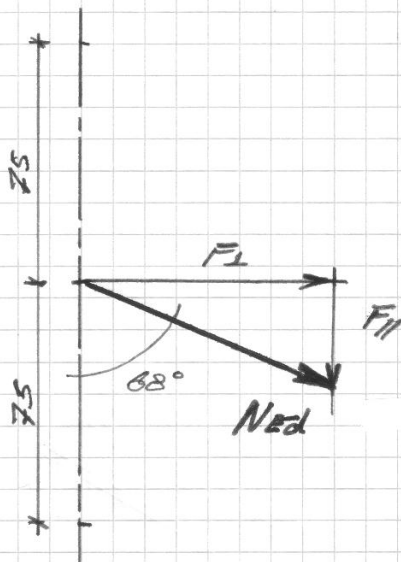
$$2.: N_{u,rd} = 0,9 \times 245 \times 0,36 / 1,25$$

$$= 63,50 \text{ kN} > 7,4 \text{ kN} \quad 11\%$$

C'est vérifié ✓

Question n°18:

Vérification des soudures de la liaison
gouset - 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 (4p/20)

Art. 4.5.3.2

- méthode simplifiée

Art. 4.5.3.3

13/15

α MÉTHODE DIRECTIONNELLE :

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

$$\left[\begin{aligned} \sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} &\leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \\ \sigma_{\perp} &\leq 0,9 \frac{f_u}{\gamma_{M2}} \end{aligned} \right.$$

S235 : $\beta_w = 0,8$ et $f_u = 0,35 \text{ kN/mm}^2$

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

$$\rightarrow \begin{cases} F_{\parallel} = 14,124 \sin 68^\circ = 13,096 \text{ kN} & \text{caden lateral} \\ F_{\perp} = 14,124 \cos 68^\circ = 5,291 \text{ kN} & \text{caden frontal} \end{cases}$$

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

$$\tau_{\parallel} = 0$$

Composante laterale $\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = 0$

$$\tau_{\parallel} = \frac{13,096}{1400} = 9,354 \cdot 10^{-3} \text{ kN/mm}^2$$

 $= 9,35 \text{ MPa}$

Verification :

$$\sqrt{2,67^2 + 3(2,67^2 + 9,35^2)} = 17,05 \text{ MPa}$$

 $\leq \frac{360}{0,8 \times 1,25} = 360 \text{ MPa}$ Vérifié ratio 5%

et $\sigma_{\perp} = 2,67 \text{ MPa} \leq 0,9 \cdot \frac{360}{1,25} = 259,2 \text{ MPa}$
Vérifié ratio 1%

α MÉTHODE SIMPLIFIÉE :

$$F_{w,ed} \leq F_{w,rd} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \beta_w \gamma_{M2}} a$$

 $= \frac{360}{\sqrt{3} \times 0,8 \times 1,25} \times 5$
 $= 1039,2 \text{ N/mm}$

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

ratio 5%

Partie 3:

14/15

Question n° 19:

Surface projetée de couverture récoltée par la neige

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

$$\rightarrow \text{soit pour } 130 \text{ m}^2 : 240 \text{ cm}^2$$

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

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

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

Question n° 20:

Tuyau de descente: 1 $\phi 11$ pour 136 m² récoltés

disposé à une extrémité (si trop plein pour évacuation)

ou 2 $\phi 8$ 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

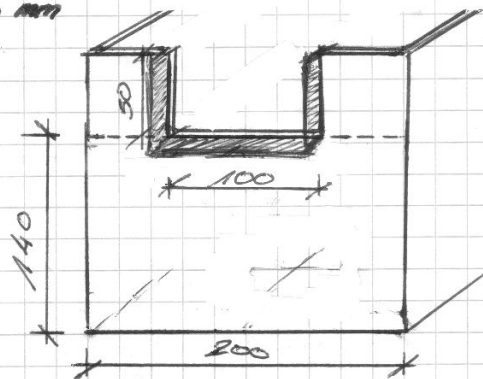
l'eau sera évacuée aux extrémités sans risque d'infiltration.

Même section que le tuyau de descente

$$\pi 8^2/4 = 502 \text{ cm}^2 \quad 100 \times 50 \text{ mm}$$

chéneau 200 x 140 mm

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



Question n° 22:

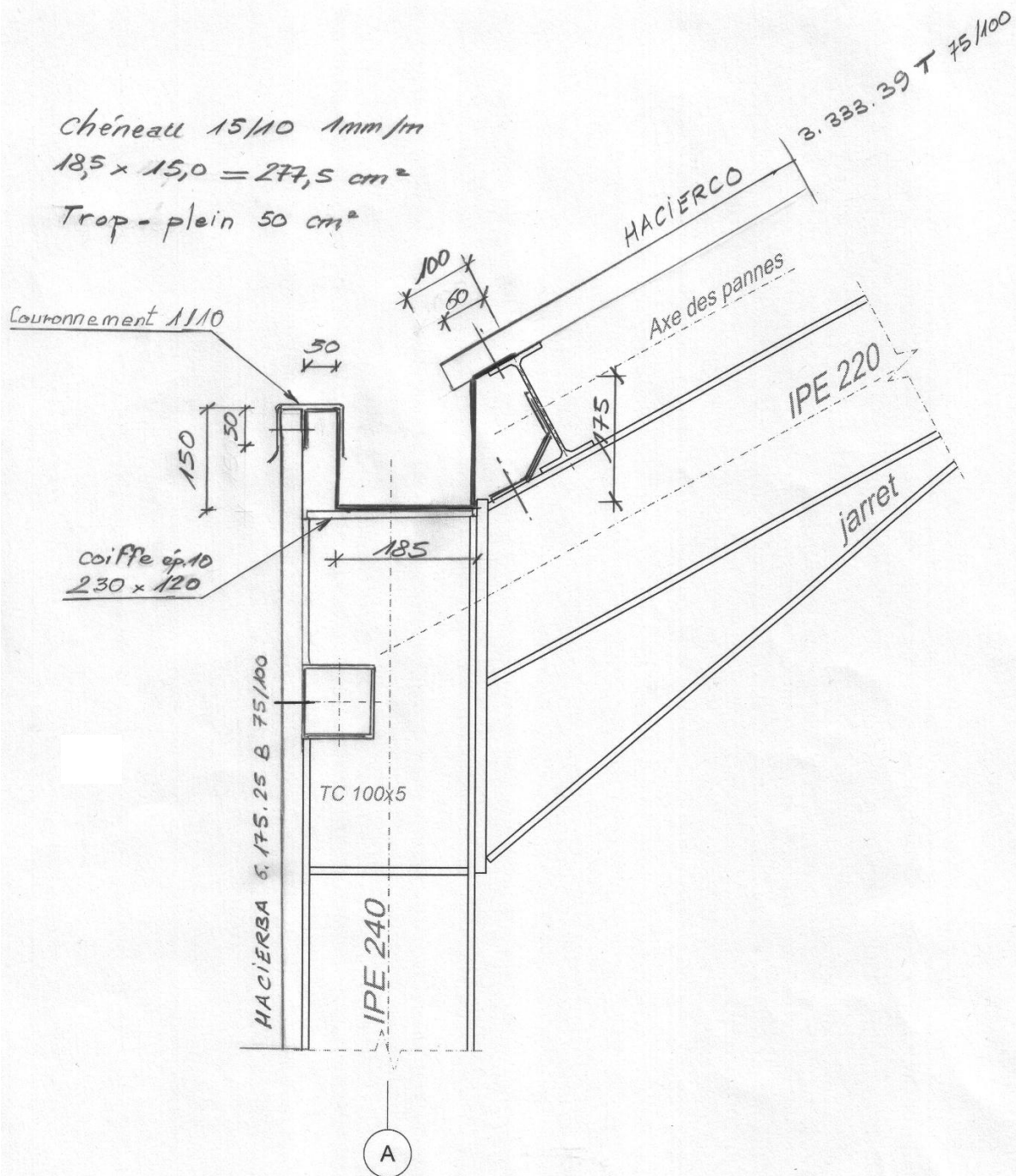
\rightarrow SUR DRS

15/15

Document réponse DR5

Question n°22

Chéneau 15/10 1mm/jm
 $18,5 \times 15,0 = 277,5 \text{ cm}^2$
Trop-plein 50 cm²



File 1

Ech : 1/8