

E4-2022-corrigé DAUVERCHAIN

1. Analyse des besoins « client »

1.1. Identification.

Q1. **Constructions neuves**

Les constructions neuves sont :

- Centre social St Exupéry comprenant un hall d'accueil, des salles d'activité et une partie administrative.
- La maison de quartier comprenant un espace polyvalent, l'entrée principale et un espace pour tous.

1.2. Charte « chantier apaisé »

Q2. **Actions à mener**

Les 4 actions à mener pourront être :

- Eviter les éclairages parasites vers les habitations riveraines.
- Utiliser exclusivement les zones de stationnement affectées au chantier
- Regrouper et éloigner les travaux et actions générateur de bruit
- S'assurer de la propreté du chantier et des abords.

1.3. Charges climatiques.

1.3.1. Neige.

Q3. **Charge de neige au sol**

EC1-1.3-§4.1

Coulounieix (24) : région A2

Alt < 200m

Neige normale : $S_k = 0.45 \text{ kN/m}^2$

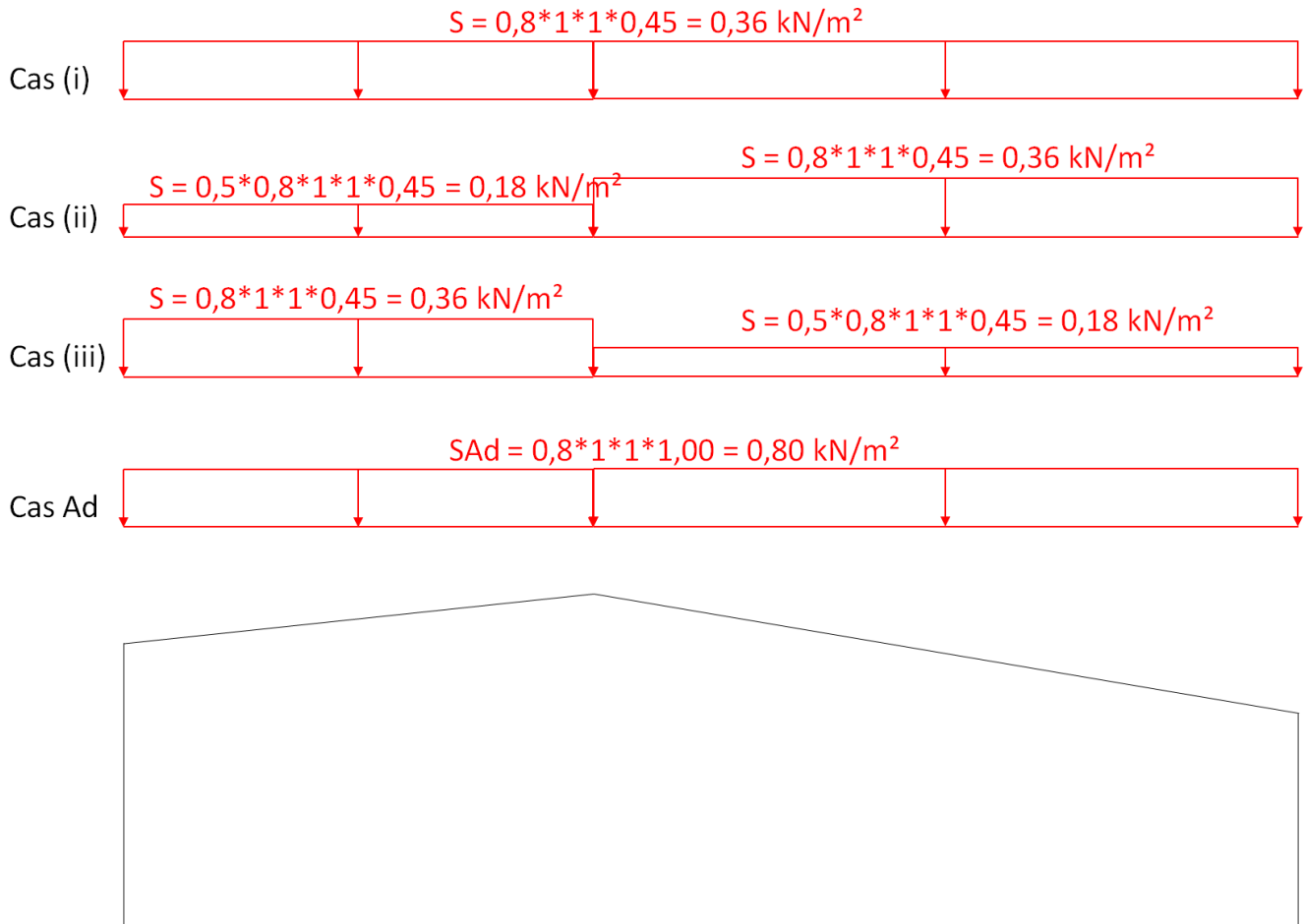
Neige accidentelle : $S_{Ad} = 1.00 \text{ kN/m}^2$

Q4. Charge de neige sur toiture

Pente 17% → angle $9.6^\circ < 30 \rightarrow \mu_1 = 0.8$

Pente 11% → angle $6.3^\circ < 30 \rightarrow \mu_1 = 0.8$

$S^* = 0$



1.3.2. Vent.

Q5. Vitesse de référence

Coulounieix (24) : région 1 → $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

$v_b = v_{b,0} * C_{dir} * C_{season} = 22 * 1 * 1 = 22 \text{ m/s}$

Q6. Pression dynamique de pointe

EC1-1.4-§4.5

$$q_{p(z)} = C_{e(z)} * q_b$$

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2 = \frac{1}{2} * 1,225 * 22^2 * 10^{-3} = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

$C_{e(7.1)} = 1,42$ (catégorie IIIb car zone urbanisée sans bâtiment >15m)

$$q_{p(7.1)} = 1,42 * 0,30 = 0,43 \text{ kN/m}^2$$

1.4. Charges sismiques.**Q7. Valeur de Agr**

Coulounieix (24) : région 1 → $a_{gr} = 0,4 \text{ m/s}^2$

Q8. Conclusion sur charges sismiques

Quelque soit la catégorie d'importance, il n'y a aucune exigence à prendre en compte les charges sismiques en zone 1.

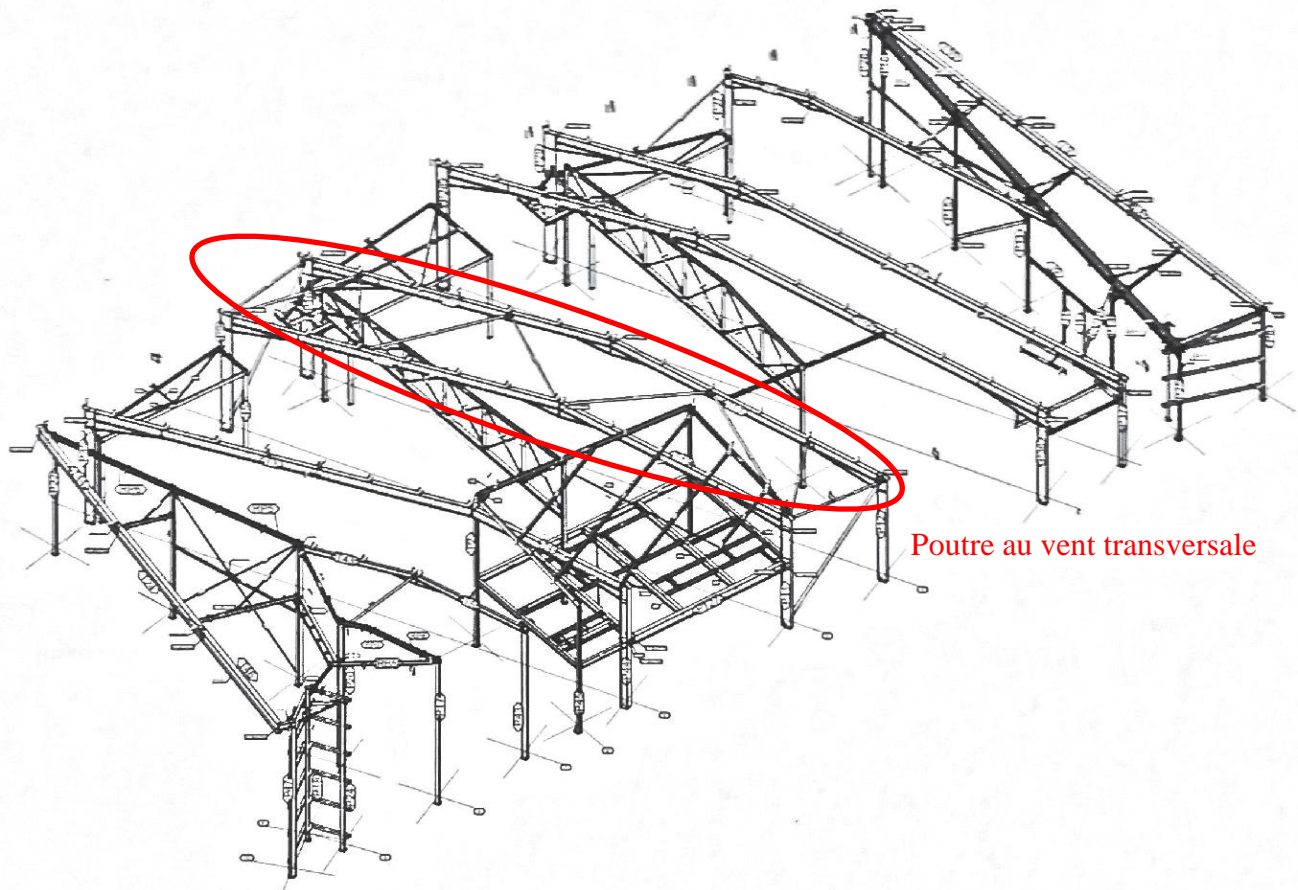
2. Conception et analyse des stabilités.

2.1. Stabilité de versant.

Q9. Stabilité des versants

Sur le DT4, on voit une poutre au vent transversale entre les files du milieu du bâtiment.

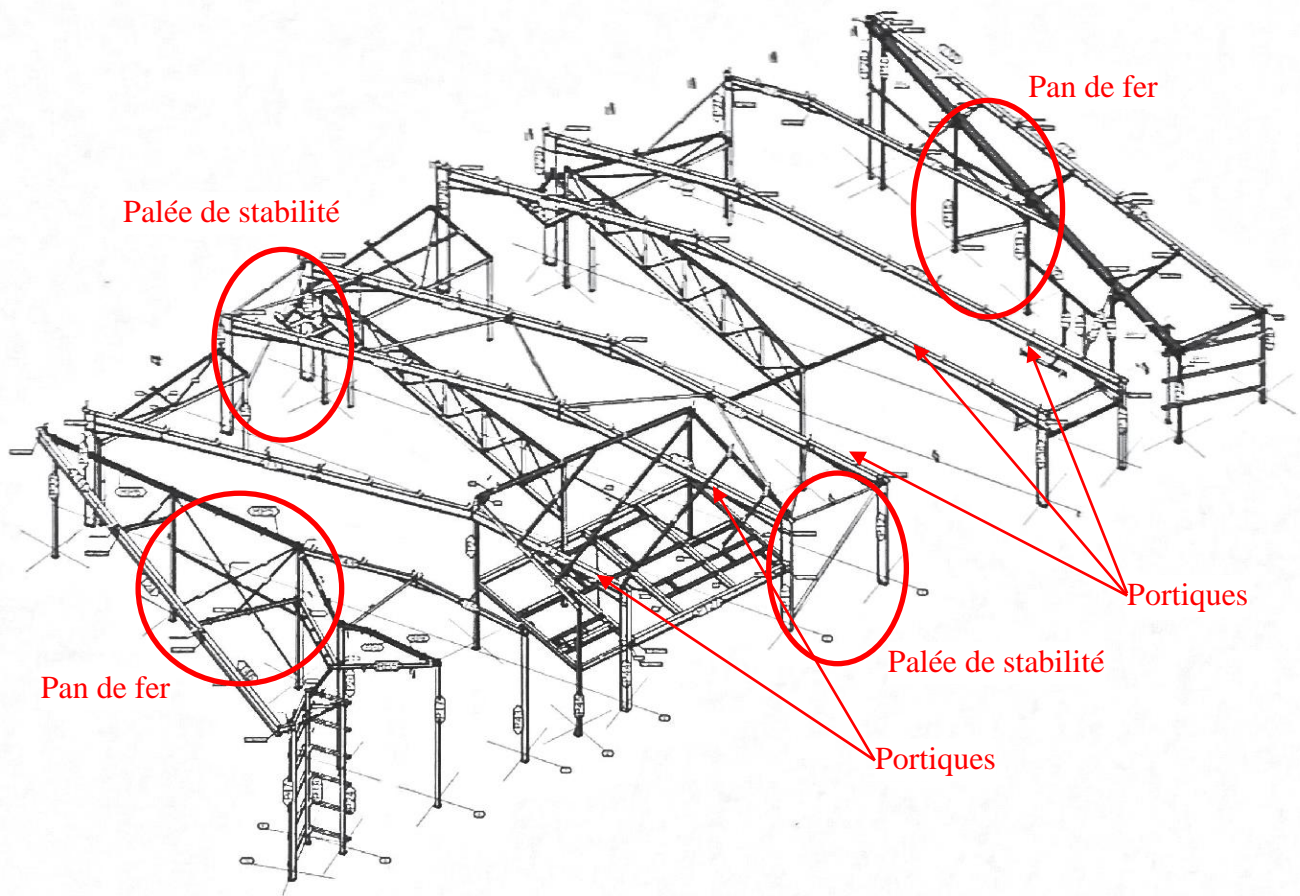
Cette PAV est réalisée avec une seule diagonale qui doivent donc reprendre des efforts de traction et de compression.



On aurait pu la réaliser en cornières et former des croix de St André dans chaque cadre.

2.2. Stabilités verticales.

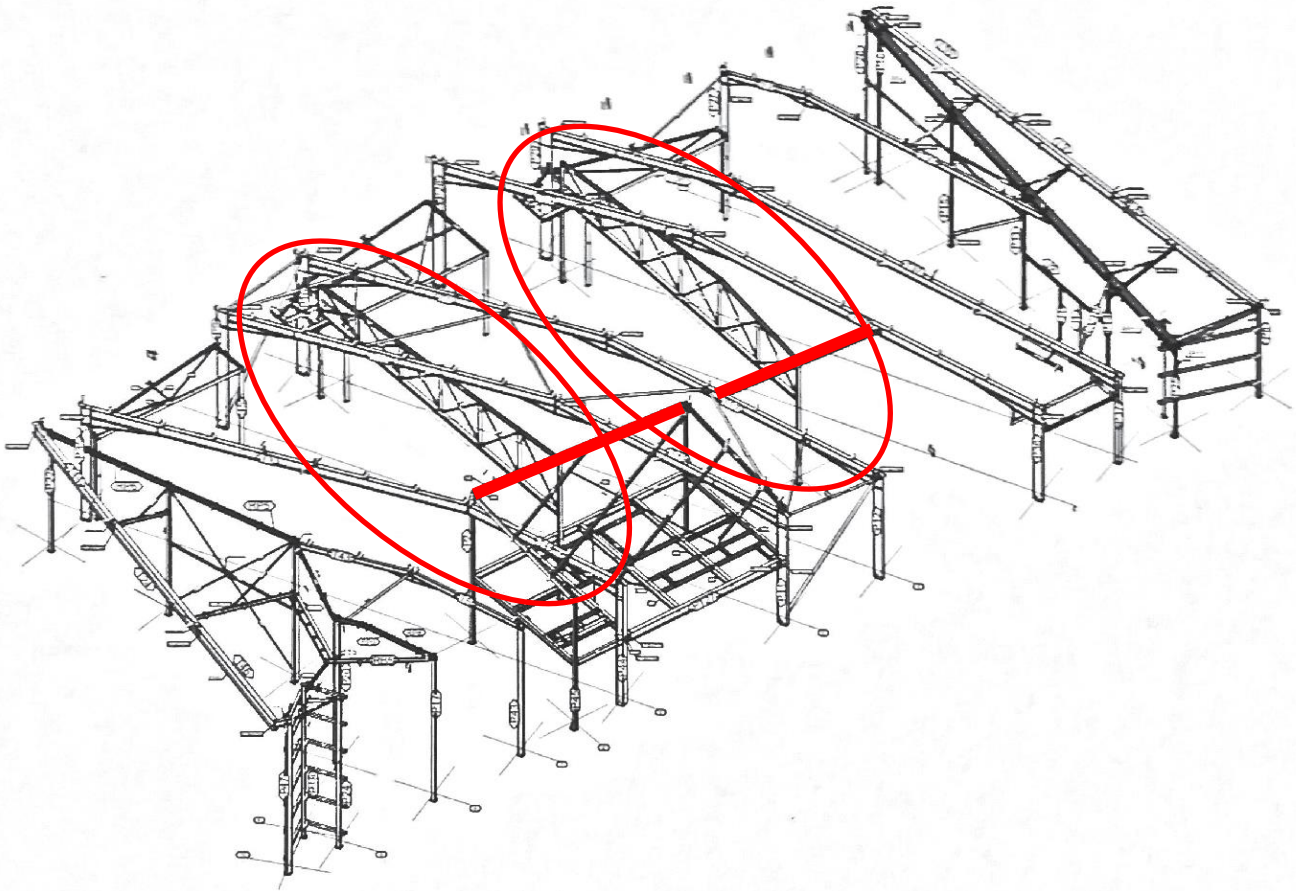
Q10. Stabilités



Q11. Stabilités non usuelles

Les portiques constitués de traverses en poutres treillis sont auto-stables dans leur plan.

En dehors de leur plan ils sont stabilisés du côté extérieur par la palée et du côté intérieur par des barres reliées aux traverses des portiques qui elles-mêmes sont stabilisées par la PAV transversale et les palées.

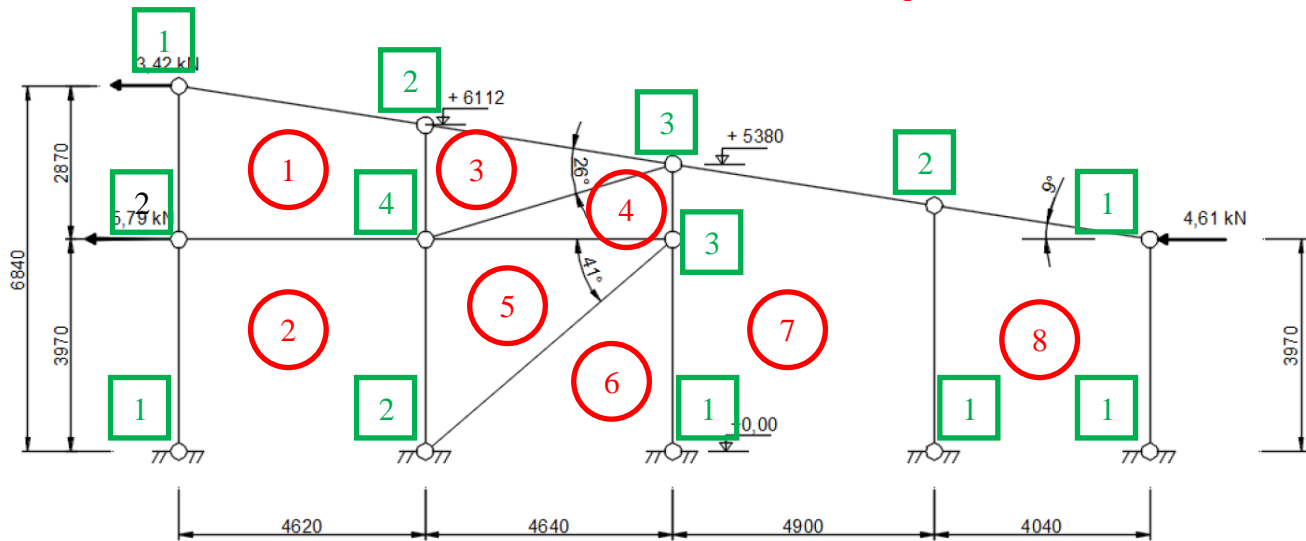


2.3. Descente de charges du pan de fer.

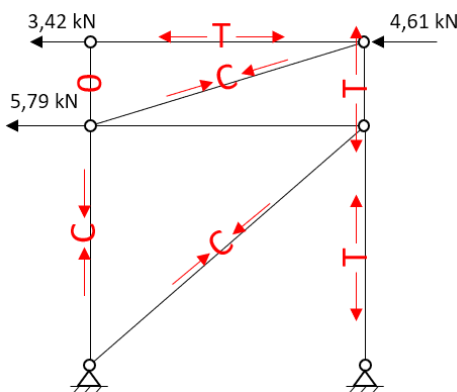
Q12. Isostatisme

Méthode des cadres : $d^{\circ} = 3 * \text{nb de cadres} - \sum d_{dl}$

$d^{\circ} = 3 * 8 - (1+2+1+1+1+2+4+3+1+2+3+2+1) = 0 \rightarrow$ structure isostatique



Q13. Efforts dû au vent



T = traction
 C = compression
 0 = pas d'effort

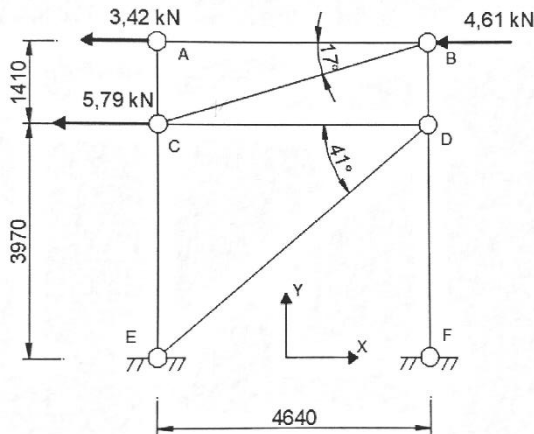
Q14. Sollicitation des butons

Les butons sont soumis à un effort normal de compression.

Q15. Efforts dans les butons

$$N_{\text{buton sup}} = \frac{3.42+4.61}{\cos 17} = 8.39 \text{ kN}$$

$$N_{\text{buton inf}} = \frac{3.42+4.61+5.79}{\cos 41} = 18.31 \text{ kN}$$



2.4. Etude de la stabilité au flambement du buton dans le plan du pan de fer.

Q16. Modèle mécanique

Le modèle mécanique fait l'hypothèse d'une articulation.

La liaison proposée par boulonnage de goussets n'est pas assez rigide dans le plan de la palée (et hors plan) pour être considérée comme un encastrement.

Q17. Longueur de flambement du buton

On peut prendre comme dans le plan et en dehors du plan du portique la longueur de flambement aux épures soit $l_{fy} = l_{fz} = 5360 + 100 + 100 = 5560 \text{ mm}$

Remarque : la suite des questions montre que la longueur retenue est de 5360 mm, ce qui n'est pas très logique étant donné qu'au moment de calculer la résistance au flambement du buton l'attache n'est pas encore conçue et que la cote de 5360 ne correspond donc à rien.

Q18. Calcul de N_{cr} et $\bar{\lambda}$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_f^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2.1 \cdot 10^8 \cdot 234 \cdot 10^{-8}}{5.36^2} = 168.6 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{cr}} = \frac{18.3}{168.6} = 0.11 > 0.04 \rightarrow \text{le flambement doit être pris en compte}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{15.3 \cdot 10^{-4} \cdot 275 \cdot 10^3}{169}} = 1.58 > 0.2 \rightarrow \text{le flambement doit être pris en compte}$$

Q19. Coefficient de réduction

Courbe de flambement :

- Tube fini à chaud
- Acier S275

→ Courbe a

$$\bar{\lambda} = 1.57$$

Courbe a

$$\rightarrow \chi = 0.3444$$

Q20. Vérification au flambement

$$N_{b,Rd} = \chi \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 0.344 \frac{15.3 \cdot 10^{-4} \cdot 275 \cdot 10^3}{1} = 144.74 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{18.3}{144.74} = 0.13 < 1 \rightarrow \text{vérifié}$$

2.5. Etude de l'attache boulonnée pour le cas de vent Ouest-Est.**Q21. Pas et pinces**

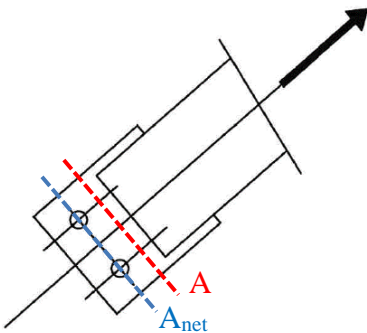
$$e_1 = 30 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 1.2 \cdot 18 = 22 \text{ mm}$$

$p_1 \rightarrow$ sans objet

$$e_2 = 30 \text{ mm} > 1.2 \cdot d_0 = 22 \text{ mm}$$

$$p_2 = 60 \text{ mm} > 2.4 \cdot d_0 = 43 \text{ mm}$$

$$< \min(14t; 200) = \min(14 \cdot 6; 200) = 84 \text{ mm}$$

Q22. Résistance du plat du buton

Il n'est pas possible de connaître la section dimensionnante entre A et A_{net}, il faut donc calculer N_{pl,Rd} et N_{u,Rd}

Critère EC3-1.1-§6.2.3 – Résistance en traction

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$N_{Ed} = 26.00 \text{ kN}$$

$$N_{t,Rd} = \min[N_{pl,Rd}; N_{u,Rd}] = 130.64 \text{ kN}$$

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{720 \cdot 10^{-6} \cdot 235 \cdot 10^3}{1} = 169.20 \text{ kN}$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0.9 \cdot A_{net} \cdot f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \cdot 504 \cdot 10^{-6} \cdot 360 \cdot 10^3}{1.25} = 130.64 \text{ kN}$$

$$A = 120 \cdot 6 = 720 \text{ mm}^2$$

$$A_{net} = 720 - 2 \cdot 18 \cdot 6 = 504 \text{ mm}^2$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{26.00}{130.64} = 0.20 < 1 \rightarrow \text{vérifié}$$

Q23. Boulons au cisaillement

Critère EC3-1.8-§3.6 :

$$F_{v,Ed} \leq F_{v,Rd}$$

$$F_{v,Ed} = \frac{26.00}{2} = 13.0 \text{ kN} \rightarrow 2 \text{ boulons, 1 plan de cisaillement / boulon}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} = \frac{0.6 \cdot 800 \cdot 10^3 \cdot 157 \cdot 10^{-6}}{1.25} = 60.29 \text{ kN}$$

$$\alpha_v = 0.6 \rightarrow \text{classe 8.8 + plan de cisaillement passe par la partie fileté (A=As)}$$

$$F_{v,Ed} = 13.0 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 60.29 \text{ kN} \rightarrow \text{vérifié}$$

Q24. Pression diamétrale

Critère EC3-1.8-§3.6 – pression diamétrale :

$$F_{v,Ed} \leq F_{b,Rd}$$

Vérification sur le gousset du buton

$$F_{v,Ed} = \frac{26.00}{2} = 13.0 \text{ kN} \rightarrow 2 \text{ boulons}$$

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2.5 \cdot 0.56 \cdot 360 \cdot 10^3 \cdot 0.016 \cdot 0.006}{1.25} = 38.71 \text{ kN}$$

$$k_1 = \min\left[2.8 \cdot \frac{30}{18} - 1.7 ; 1.4 \cdot \frac{60}{18} - 1.7 ; 2.5\right] = 2.5$$

$$\alpha_b = \min\left[\frac{30}{3 \cdot 18} ; \frac{800}{360} ; 1\right] = 0.56$$

$$F_{v,Ed} = 13.00 \text{ kN} < F_{b,Rd} = 38.71 \text{ kN} \rightarrow \text{vérifié}$$

Q25. Cisaillement de bloc

$$A_{nt} = (60 - 2 \cdot 0.5 \cdot 18) \cdot 6 = 252 \text{ mm}^2$$

$$A_{nv} = [(30 - 0.5 \cdot 18) \cdot 6] \cdot 2 = 252 \text{ mm}^2$$

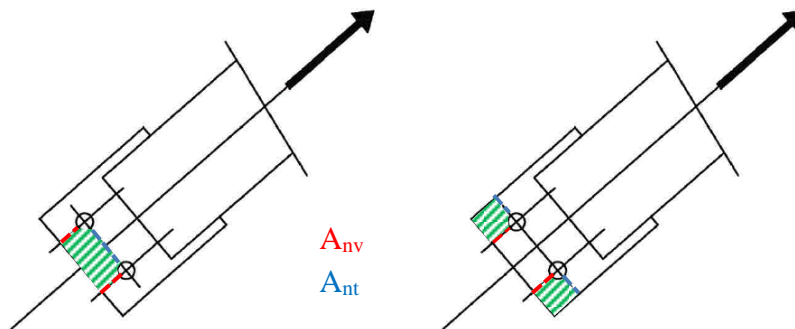
Critère EC3-1.8-§3.10.2

$$F_{v,Ed} \leq V_{eff,1,Rd} \text{ (chargement centré)}$$

$$N_{Ed} = 26.00 \text{ kN}$$

$$V_{eff,1,Rd} = \frac{f_u \cdot A_{nt}}{\gamma_{M2}} + \frac{1/\sqrt{3} \cdot f_y \cdot A_{nv}}{\gamma_{M0}} = \frac{360 \cdot 10^3 \cdot 252 \cdot 10^{-6}}{1.25} + \frac{1/\sqrt{3} \cdot 235 \cdot 10^3 \cdot 252 \cdot 10^{-6}}{1.0} = 106.77 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 26.00 \text{ kN} < V_{eff,1,Rd} = 106.77 \text{ kN} \rightarrow \text{vérifié}$$



3. Plancher.

3.1. Conception du plancher.

Q26. Epaisseur

On fait l'hypothèse que le bac porte sur plusieurs solives.

On choisit la portée la plus grande entre 2 solives pour le dimensionnement soit $L = 2.478 \approx 2.50 \text{ m}$

$I = 5.00 \text{ kN/m}^2 = 500 \text{ daN/m}^2$

Portée 2.50 m

→ $d = 11 \text{ cm}$

Q27. Etais

La pose est sans étau d'après la documentation technique.

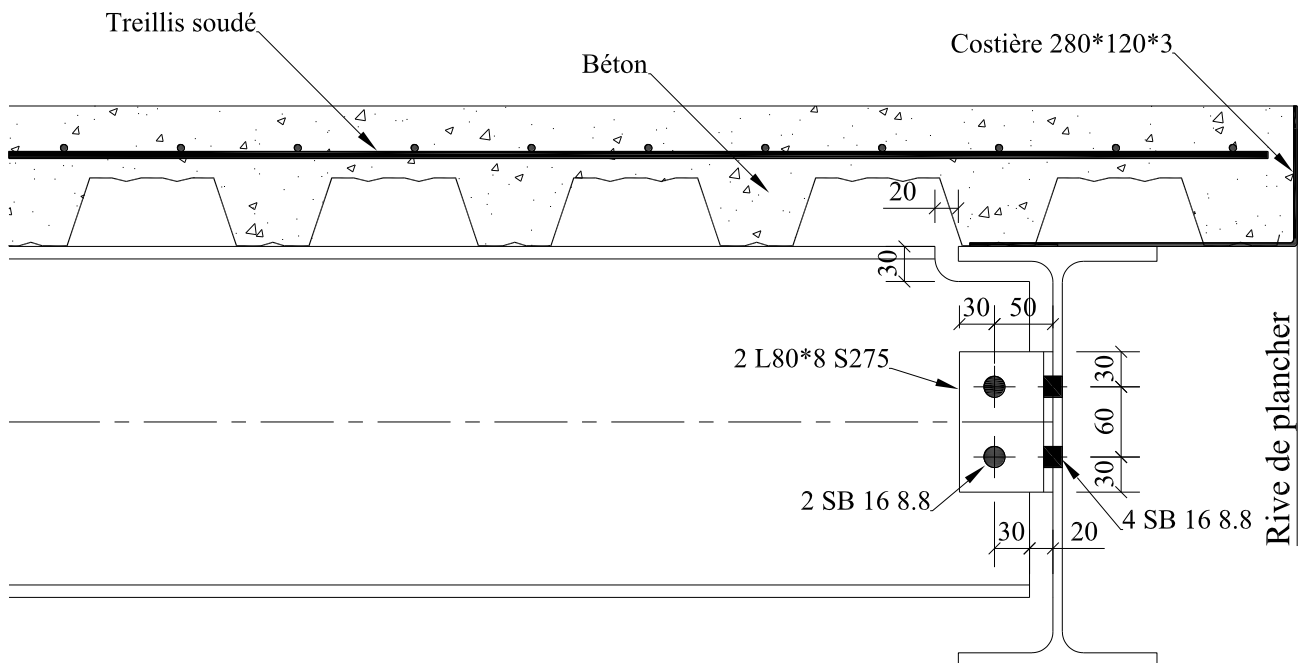
Q28. Poids surfacique du plancher

Pp du bac 10 daN/m^2

Pp du béton 213 daN/m^2

Pp dalle $213+10 = 223 \text{ daN/m}^2$

Q29. Dessin



3.2. Vérification de la section de la solive IPE300 la plus sollicitée.

Q30. Charges linéiques

La plus grande largeur de reprise est sur la 2^{ème} solive en partant de la droite.

Largeur de reprise = $\frac{2478+2309}{2} = 2394 \text{ mm}$

$q_G = 2.394 * 3 + 0.42 = 7.60 \text{ kN/m}$

$q_I = 2.394 * 5 = 11.97 \text{ kN/m}$

Q31. Flèches admissibles

Combinaison ELS à prendre en compte : G + I

Critère EC3-1.1-§7.2.1 : plancher en général

$$w_3 = L / 300 = 5862 / 300 = 19.5 \text{ mm}$$

$$w_{\max} = L / 200 = 5862 / 200 = 29.3 \text{ mm}$$

Q32. Vérification ELS

Combinaison G+I

$$f_3 = \frac{5 \cdot 12 \cdot 5.862^4}{384 \cdot 2.1 \cdot 10^8 \cdot 8356 \cdot 10^{-8}} \cdot 10^3 = 11 \text{ mm} < w_3 = 19.5 \text{ mm} \rightarrow \text{vérifié}$$

$$f_{\max} = \frac{5 \cdot (8+12) \cdot 5.862^4}{384 \cdot 2.1 \cdot 10^8 \cdot 8356 \cdot 10^{-8}} \cdot 10^3 = 18 \text{ mm} < w_{\max} = 29.3 \text{ mm} \rightarrow \text{vérifié}$$

4. Toiture.

4.1. Conception

Q33. Intérêt des pannes à froid

Les intérêts principaux sont :

- La légèreté qui permet de diminuer les charges permanentes
- Le calcul et la fabrication est sous-traités au fournisseur des pannes
- Tous les accessoires sont fournis (échantignoles, liens + bretelles)

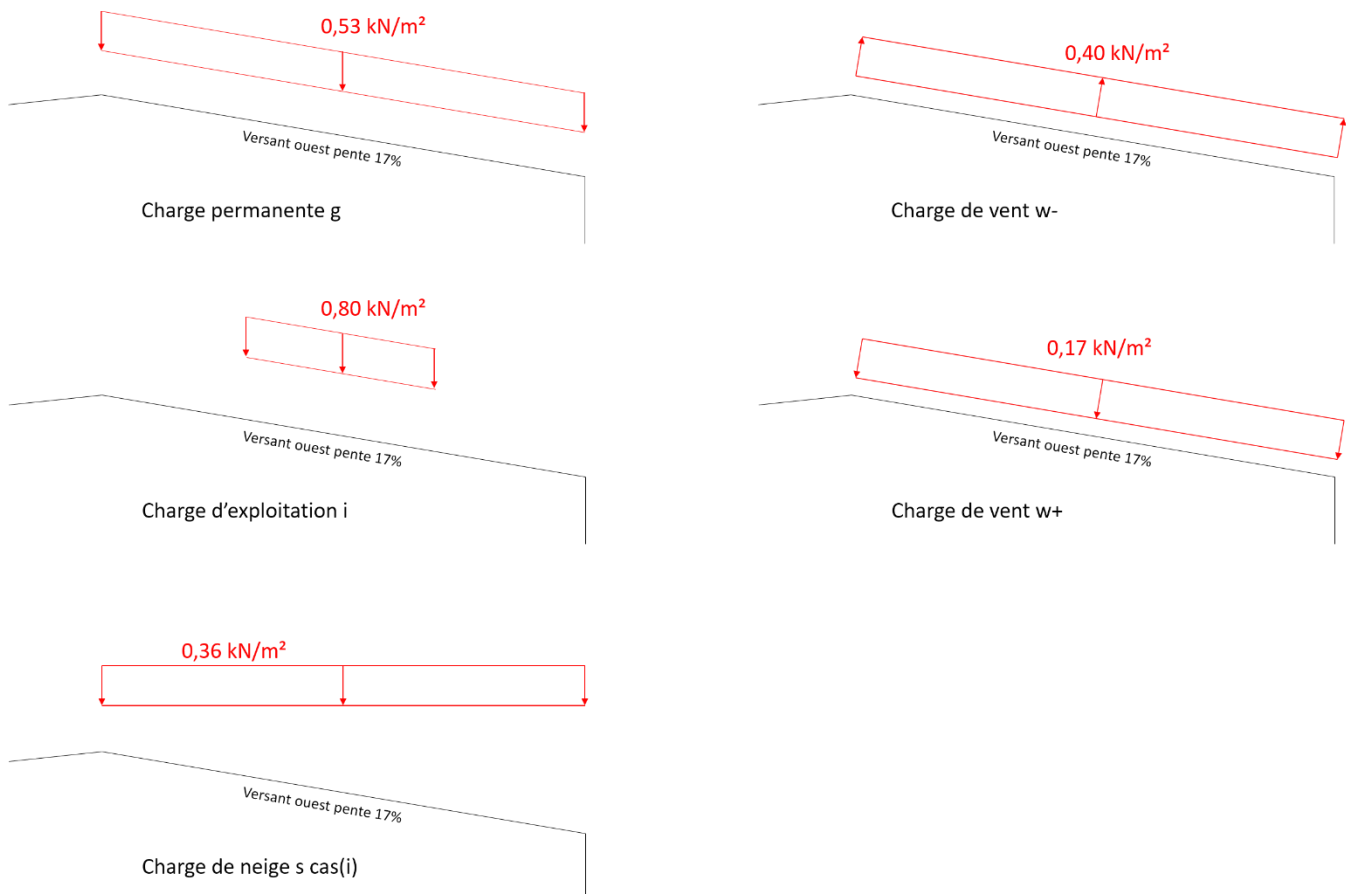
Q34. Calcul des pannes à froid

Non, l'EC3-1.1 se limite aux calculs des éléments dont l'épaisseur est supérieure à 3 mm.

Q35. Bacs acier perforés et pare-vapeur

Les bacs perforés permettent un traitement acoustique contre la réverbération du bruit dans le bâtiment.
Le pare-vapeur est nécessaire pour éviter que l'humidité contenue dans l'air sous forme de vapeur ne condense dans l'isolant.

Q36. Charges surfaciques sur versant ouest



Q37. Combinaisons ELU

Combinaisons limitées à 2 charges variables :

- $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot I + \Psi_{0S} \cdot 1.5 \cdot S$
- $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot S + \Psi_{0I} \cdot 1.5 \cdot I$
- $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot S + \Psi_{0W} \cdot 1.5 \cdot W^+$
- $G + 1.5 \cdot W^-$