

E4-2023-corrigé DAUVERCHAIN

2. Analyse du contexte du projet.

2.1. Etude des charges de neige.

2.1.1. Etude des charges de neige.

Q1. Charge de neige au sol

EC1-1.3-§4.1

Cambes (Lot 46) : région A2

Altitude : 325 m

Neige normale : $S_k = S_{k,0} + \Delta_{S1} = 0.45 + \frac{0.10 \cdot 325 - 20}{100} = 0.58 \text{ kN/m}^2$

Neige accidentelle : $S_{Ad} \rightarrow$ non traitée

Q2. Charge de neige S1 sur toiture de l'atelier

EC1-1.3

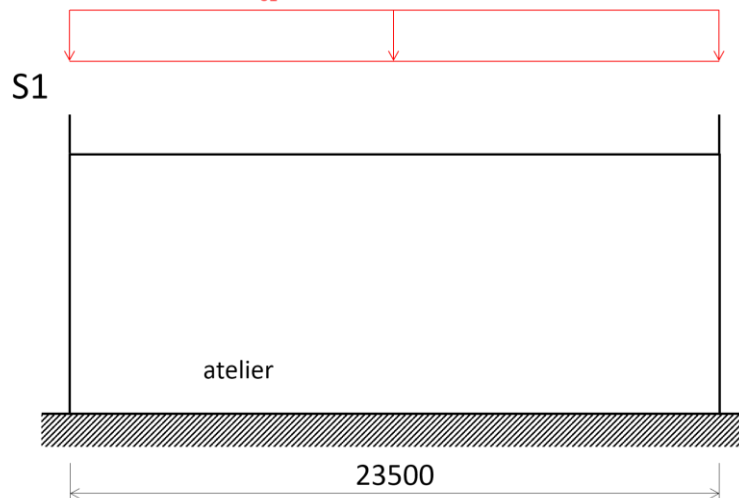
§5.2

Pente 0% $\rightarrow S^* = 0.20 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ imposé par le sujet

§5.3.1 et §5.3.3

Pente 0% $\rightarrow \alpha = 0^\circ < 30^\circ \rightarrow \mu_1 = 0.8$

$$q_{S1} = 0,8 * 1 * 0,58 + 0,20 = 0,66 \text{ kN/m}^2$$

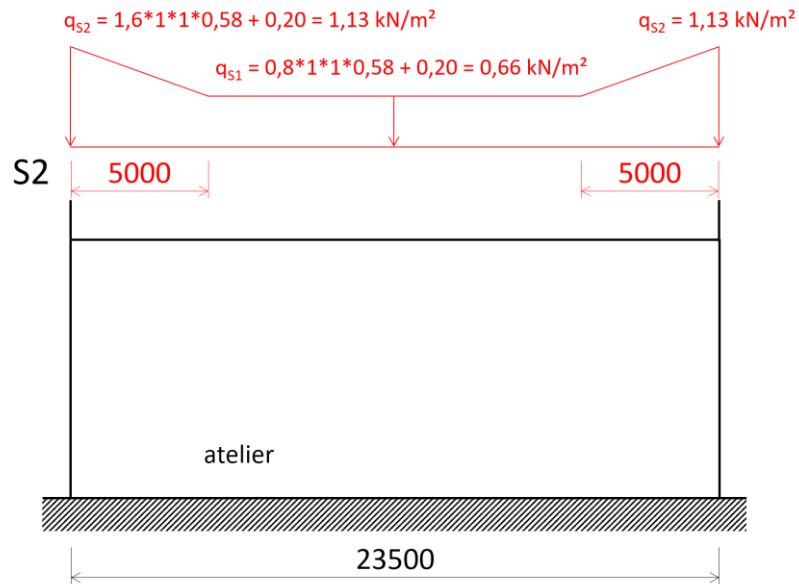


Q3. Charge de neige S2 sur toiture de l'atelier

§6.2

$$\mu_2 = \frac{2 * 1.38}{0.58} = 4.76 \rightarrow \text{limité à } 1.6$$

$$l_s = 2 * 1.38 = 2.76 \rightarrow \text{limité à } 5 \text{ m}$$



Q4. Charge de neige S2 sur la toiture des bureaux

§5.3.6

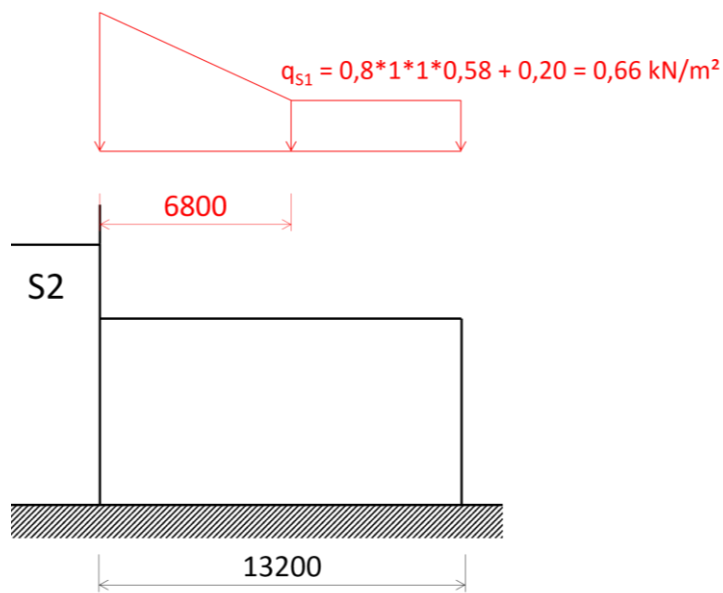
$$\mu_2 = \mu_s + \mu_w$$

$$\mu_s = 0$$

$$\mu_w = \min\left(\frac{31,86 + 13,2}{2 * 3,40}; \frac{2 * 3,40}{0,58}; 2,8\right) = \min(6,63; \frac{2 * 3,40}{0,58}; 11,72; 2,8) = 2,8$$

$$l_s = 2 * 3,40 = 6,80 \text{ m}$$

$$q_{s2} = 2,8 * 1 * 1 * 0,58 + 0,20 = 1,82 \text{ kN/m}^2$$



2.1.2. Etude des charges de vent.

Q5. Pression dynamique de pointe

EC1-1.4-§4.5

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

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2 = \frac{1}{2} * 1.225 * 19.8^2 * 10^{-3} = 0.240 \text{ kN/m}^2$$

Cambes (Lot 46) : région 1 $\rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

$$v_b = v_{b,0} * C_{dir} * C_{season} = 22 * 1 * 0.9 = 19.8 \text{ m/s}$$

$$z = 10.75 \text{ m}$$

$$C_{e(10.75)} = 1.92 \text{ (catégorie IIIa)}$$

$$q_{p(7.48)} = 1.92 * 0.240 = 0.46 \text{ kN/m}^2$$

Q6. Coef de pression extérieure face Nord-Est

$$h = 10.75 \text{ m}$$

$$d = 23.50 \text{ m}$$

$$h/d = 0.46 \rightarrow C_{pe,10} = +0.73$$

Q7. Pression de vent sur la façade Nord-Est

$$C_{p,net} = 0.73 + 0.3 = 1.03$$

$$q_{w,surf} = 1.03 * 0.46 = 0.47 \text{ kN/m}^2$$

Q8. Toiture atelier**Q9. Face dominante****Q10. Coef de pression intérieure****Q11. Comparaison****Q12. Surpression intérieure**

2.2. Etude d'une panne intermédiaire.

Q13. Epaisseur de l'isolant

$R_{\text{mini}} = 4.8 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W} \rightarrow \text{épaisseur } 110 \text{ mm } (5.00 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W})$

Q14. Poids surfacique

Poids surfacique Efigreen épaisseur 110 mm = $0.36 \cdot 11 = 4.0 \text{ daN}/\text{m}^2$

Poids propre de la couverture		
Composition CCTP	Produit commercial	Poids surfacique daN/m ²
Bac acier support d'étanchéité 75/100 ^{ème}	Bacacier ALTEO 59.900	8
Pare vapeur	Chape d'aluminium bitumé	1
Isolant	Efigreen acier	4.0
Complexe d'étanchéité de type bi-couche élastomère, posé en adhérence	ELASTOPHENE FLAM 180-25	3.6
	Chape Atlas AR	5
Total =		21.6

Q15. Combinaison ELS

Combinaison ELS la plus défavorable : $G + W^+ + \psi_{0s} \cdot S$

$p_{\text{ELS}} = [(0.22 + 0.05) + 1.41 + 0.5 \cdot 0.76] \cdot 3.00 = 6.18 \text{ kN}/\text{m}$

Q16. Inertie de flexion

$$f_{\text{max}} = \frac{2.05 \cdot 6.20 \cdot 5.31^4}{384 \cdot 2.1 \cdot 10^8 \cdot I_y \cdot 10^{-8}} \leq w_{\text{max}} = L/200 = 5.31/200 = 0.027 \text{ m}$$

$$I_y \geq \frac{2.05 \cdot 6.20 \cdot 5.31^4}{384 \cdot 2.1 \cdot 10^8 \cdot 0.027 \cdot 10^{-8}} = 464.1 \text{ cm}^4 \rightarrow \text{IPE 140 } (I_y = 541.2 \text{ cm}^4)$$

Q17. Comparaison

Profil dimensionné (Q16) : IPE140 $\rightarrow 12.9 \text{ kg}/\text{m}$

Profil choisi pour la descente de charges (Q15) : IPE120 $\rightarrow 10.4 \text{ kg}/\text{m}$

La descente de charge est donc fautive puisque le poids propre du profil est sous-estimé mais le dimensionnement mini laisse beaucoup de marge par rapport au profil choisi ($541.2/464.1 \rightarrow +17\%$) donc ce serait inutile de redimensionner la panne.

Il peut y avoir d'autres conséquences :

- Impact sur l'estimation du prix de l'ouvrage
- Encombrement supérieur du complexe de couverture

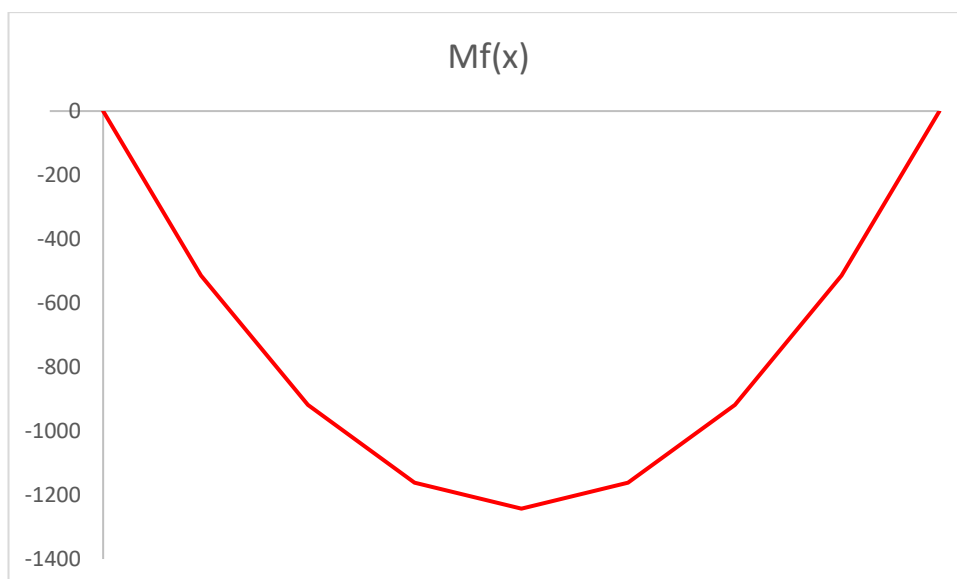
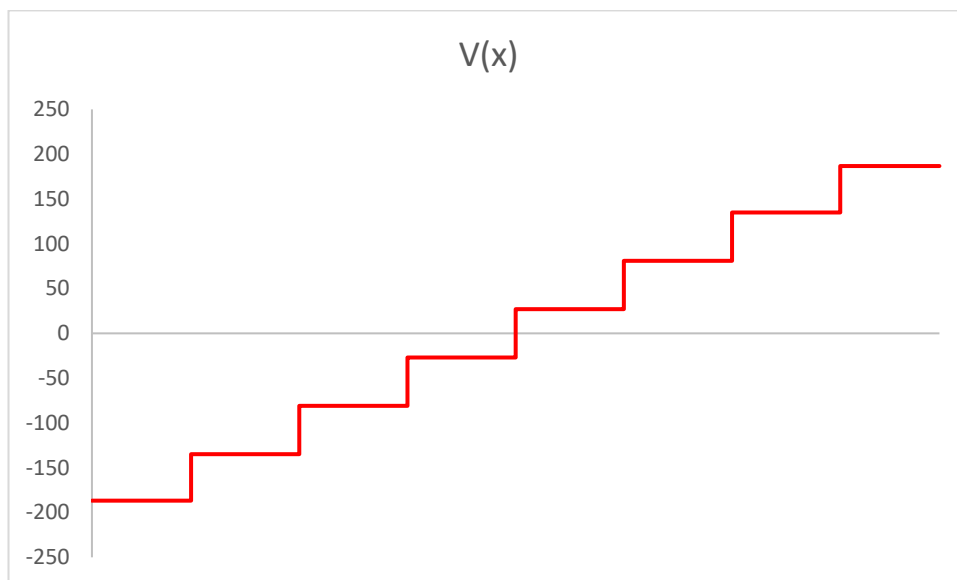
2.3. Etude de la poutre treillis.

2.3.1. Calcul des sollicitations dans la poutre.

Q18. Diagrammes

Abscisse x en m	V(x) en kN	Mf(x) en kN.m
[0	$-[211.5-24.75] = -186.75$	$-[0] = 0$
2.75]	$-[211.5-24.75-51.75] = -135$	$-[(+211.5-24.75)*2.75] = -513.56$
5.75]	$-[211.5-24.75-51.75-54] = -81$	$-[(+211.5-24.75)*5.75-51.75*3] = -918.56$
8.75]	$-[211.5-24.75-51.75-54-54] = -27$	$-[(+211.5-24.75)*8.75-51.75*6-54*3] = -1161.56$
12.75]	$-[211.5-24.75-51.75-54-54-54] = 27$	$-[(+211.5-24.75)*11.75-51.75*9-54*6-54*3] = -1242.56$

Poutre symétrique avec chargement symétrique : V(x) anti-symétrique et Mf(x) symétrique



Mfmax = -1242.56 kN.m

2.3.2. Dimensionnement du treillis : recherche de la hauteur h.

Q19. Instabilité de flambement et longueur de flambement

Sous l'effet des charges verticales, la poutre treillis fléchit et la membrure supérieure est comprimée (la flexion due au poids propre des barres pouvant être négligée), provoquant ainsi un risque de flambement. Les membrures et diagonales créent sur la membrure supérieure des points de maintien au flambement dans le plan du treillis.

Profil ouvert autre que I ou H : $L_{cr} = L \rightarrow L_{cr} = 3 \text{ m}$.

Q20. Résistance au flambement d'une cornière de la membrure supérieure

EC3-1.1-§6.3.1

$$N_{b,Rd} = \chi \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 0.75 \frac{43.02 \cdot 10^{-4} \cdot 275 \cdot 10^3}{1} = 887.29 \text{ kN}$$

$$L_f = 3.00 \text{ m}$$

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_f^2} = \frac{\pi^2 \cdot 2.1 \cdot 10^8 \cdot 898.05 \cdot 10^{-8}}{3.00^2} = 2068.13 \text{ kN}$$

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \sqrt{\frac{43.02 \cdot 10^{-4} \cdot 275 \cdot 10^3}{2068.13}} = 0.76$$

courbe b

$$\chi = 0.75$$

Q21. Longueur de flambement d'une diagonale courante

$$l_f = 0.9 \cdot \sqrt{3^2 + 1.5^2} = 3.02 \text{ m}$$

Q22. Hauteur h minimale

$$h = \frac{1300}{900} = 1.44 \text{ m}$$

2.3.3. Vérification du treillis retenu.

Q23. Validation du choix

Validation des barres de flambement			
N° des barres les plus sollicitées de la membrure supérieure	N_{Ed}	Ratio %	Validation
17 et 33	-841.59	$841.59/900 \cdot 100 = 93.5\%$	✓

Valide : ✓

Non valide : ✗

Q24. Hauteur de la poutre à mi-hauteur

$$\text{Hauteur} = 1.5 + \frac{23.5}{2} \cdot 0.03 = 1.85 \text{ m}$$

En augmentant la hauteur, on augmente la résistance de la poutre treillis, cela permettrait de réduire la section de la membrure supérieure.

2.4. Etude d'une variante « plancher collaborant ».

2.4.1. Etude de la solution de base.

Q25. Poids propre surfacique

$$q_{\text{surf,dalle BA}} = 24 \text{ kN/m}^3 * (1 * 1 * 0.20)\text{m}^3 = 4.80 \text{ kN/m}^2$$

2.4.2. Etude de la variante.

Q26. Epaisseur minimale

Portée = 6.00 m (600 cm)

3 appuis

Charge d'exploitation = 250 daN/m²

→ épaisseur 17 cm (charge admissible de 270 daN/m²)

→ pose avec 2 étais

Q27. Poids propre du plancher collaborant

Poids du bac = 10.05 daN/m²

Poids du béton = 346.00 daN/m²

Poids du plancher = 356.05 daN/m²

2.4.3. Comparaison.

Q28. Analyse des 2 solutions et choix

	Avantage	Inconvénient
Dalle pleine BA	Meilleure isolation acoustique Meilleure résistance au feu	Nécessite un coffrage
Plancher collaborant	Mise en œuvre plus rapide car le bac sert de coffrage Intégration des coffrages de rive dans le plancher (costières) Plus léger → optimisation des solives	Résistance au feu

2.5. Etude de la liaison chemin de roulement – poteaux.

Q29. Solution d'assemblage

