

Semelle de renfort

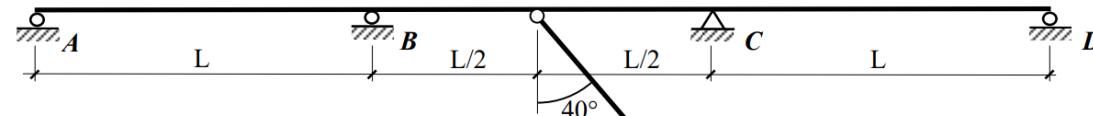
Série 7

1. Vérification EP profilé IPE 450

Neige : $q_{k1} = 0.72 \text{ kN/m}^2 \cdot 5 \text{ m} = 3.6 \text{ kN/m}$



Toiture + Pannes : $g_k = 1.50 \text{ kN/m}^2 \cdot 5 \text{ m} + 0.158 \cdot 5 \text{ m} \cdot 6 / 15 = 7.8 \text{ kN/m}$



Dalle mixte + verrière : $G_k = 74.7 \text{ kN}$

Charges utiles sur la dalle: $Q_{k2} = 81.6 \text{ kN}$

$$E_d = E \{ \gamma_G G_k, \gamma_P P_k, \gamma_{Q1} Q_{k1}, \psi_{0i} Q_{ki}, X_d, a_d \}$$

Indice 1, action prépondérante

Indice i, action(s) concomitante(s)

Pour déterminer les valeurs de calcul des efforts il faut choisir la valeur maximale des différentes situations de risque (pour chacune on a une action prépondérante différente et une ou plusieurs actions concomitantes).

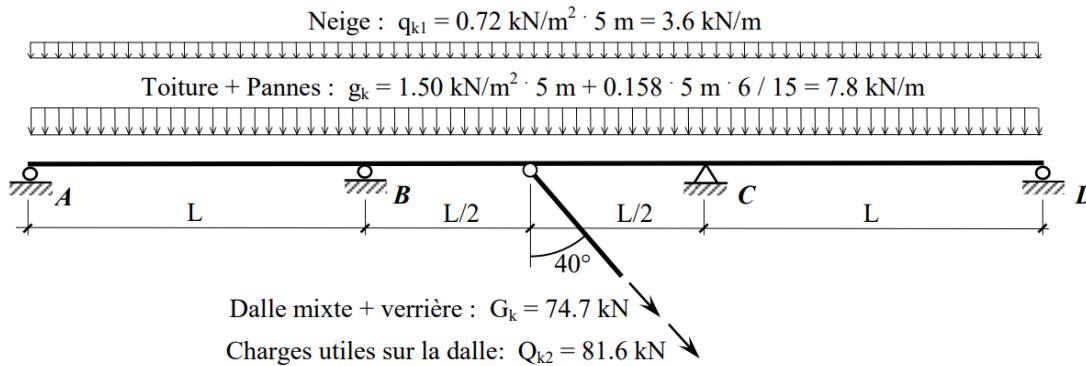
1. Vérification EP profilé IPE 450

Actions	γ_F	État-limite		
		Type 1	Type 2	Type 3
Actions permanentes	$\gamma_{G,sup}$ $\gamma_{G,inf}$	1,10 ¹⁾	1,35 ¹⁾	1,00
		0,90 ¹⁾	0,80 ¹⁾	1,00
Actions variables	γ_Q	1,50	1,50	1,30
		1,50	1,50	1,30
- en général	γ_Q	1,45	1,45	1,25
		1,45	1,20	1,25

Cas rare Fréquent Quasi-permanent

Actions	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Charges utiles dans les bâtiments			
- Catégorie A Locaux habitables	0,7	0,5	0,3
- Catégorie B Locaux administratifs	0,7	0,5	0,3
- Catégorie C Locaux de réunion	0,7	0,7	0,6
- Catégorie D Locaux de vente	0,7	0,7	0,6
- Catégorie E Entrepôts	1,0	0,9	0,8
Charges dues au trafic dans les bâtiments			
- Catégorie F Véhicules en dessous de 3,5 t	0,7	0,7	0,6
- Catégorie G Véhicules de 3,5 t à 16 t	0,7	0,5	0,3
- Catégorie H Toits	0	0	0
Charges de neige	$1 - 60/h_0$	$1 - 250/h_0$	$1 - 1000/h_0$
Forces dues au vent	0,6	0,5	0

1. Vérification EP profilé IPE 450



Pour déterminer les valeurs de calcul maximales des efforts il faut considérer deux situations de risque :

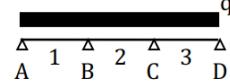
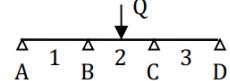
- Neige prépondérante (charge utile concomitante)

Masse du profilé !!

$$q_{Ed} = g_k \cdot \gamma_G + q_{k1} \cdot \gamma_Q = (7.8 + 0.78) \cdot 1.35 + 3.6 \cdot 1.5 = 11.6 + 5.4 = 17.0 \text{ kN/m}$$

$$Q_{Ed} = G_k \cdot \gamma_G + Q_{k2} \cdot \psi_{02} = 74.7 \cos(40^\circ) \cdot 1.35 + 81.6 \cdot \cos(40^\circ) \cdot 0.7 = 77.3 + 43.8 = 121 \text{ kN}$$

1. Vérification EP profilé IPE 450

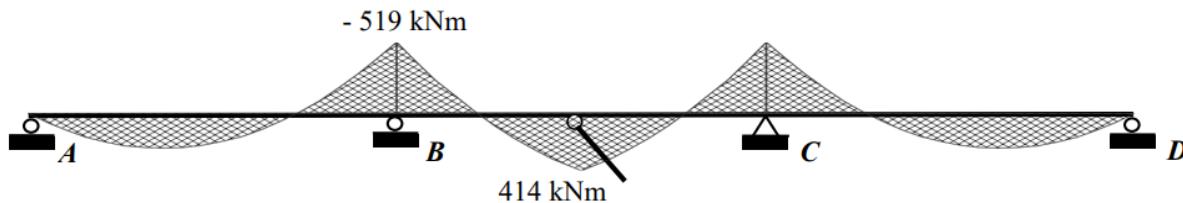
Charge	Moment max. en travée	Moment sur appui	Réaction d'appui
 q $A \ 1 \ \Delta \ 2 \ \Delta \ 3 \ \Delta \ D$	$M_1 = M_3 = 0.08$ $M_2 = 0.025$ $\cdot q \cdot L^2$	$M_B = M_C = -0.1$ $\cdot q \cdot L^2$	$A = D = 0.4$ $B = C = 1.1$ $\cdot q \cdot L$
 Q $A \ 1 \ \Delta \ 2 \ \Delta \ 3 \ \Delta \ D$	$M_2 = 0.175$ $\cdot Q \cdot L$	$M_B = M_C = -0.075$ $\cdot Q \cdot L$	$A = D = -0.075$ $B = C = 0.575$ $\cdot Q$

$$L = 15 \text{ m}$$

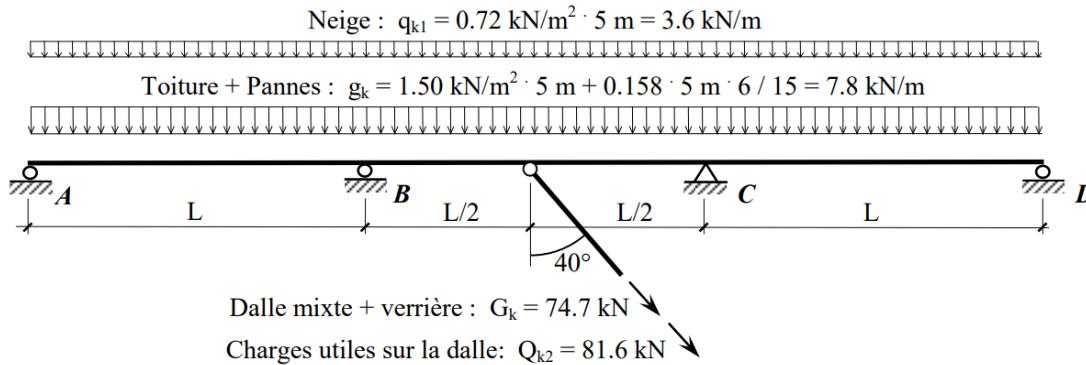
$$q_{Ed} = 17.0 \text{ KN/m}$$

$$Q_{Ed} = 121 \text{ KN}$$

Neige prépondérante (charge utile concomitante), Diag. M_{total} :



1. Vérification EP profilé IPE 450



2^{ème} situation de risque :

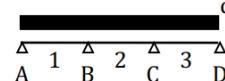
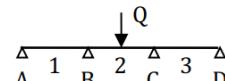
- Charge utile sur la dalle prépondérante (neige concomitante)

Masse du profilé !!

$$q_{Ed} = g_k \cdot \gamma_G + q_{k1} \cdot \psi_{01} = (7.8 + 0.78) \cdot 1.35 + 3.6 \cdot 0.85 = 11.6 + 3.06 = 14.7 \text{ kN/m}$$

$$Q_{Ed} = G_k \cdot \gamma_G + Q_{k2} \cdot \gamma_Q = 74.7 \cdot \cos(40^\circ) \cdot 1.35 + 81.6 \cdot \cos(40^\circ) \cdot 1.5 = 77.3 + 93.8 = 171 \text{ kN}$$

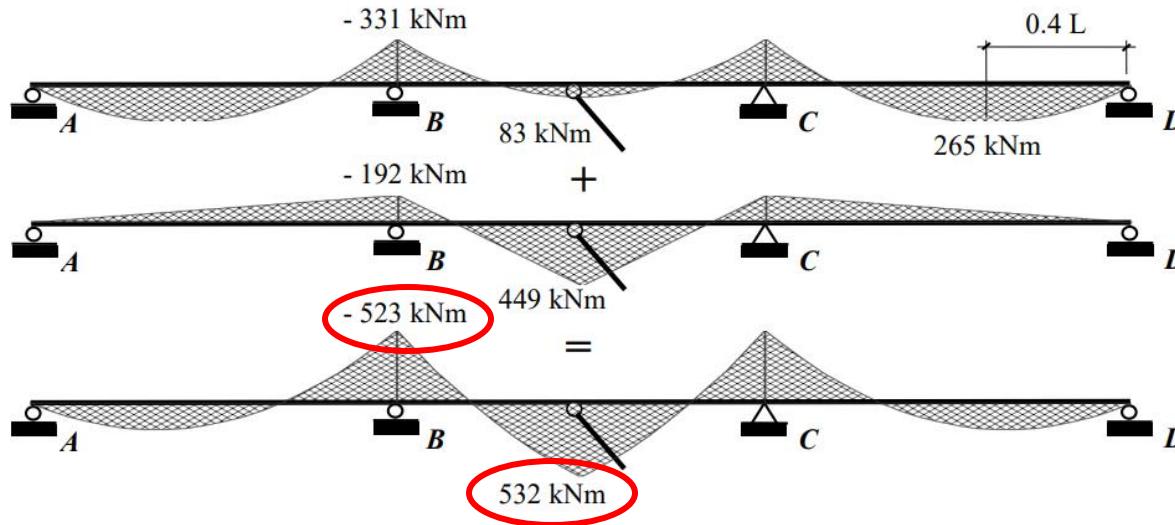
1. Vérification EP profilé IPE 450

Charge	Moment max. en travée	Moment sur appui	Réaction d'appui
 $M_1 = M_3 = 0.08$ $M_2 = 0.025$	$M_1 = M_3 = 0.08$ $M_2 = 0.025$	$\cdot q \cdot L^2$	$M_B = M_C = -0.1$ $\cdot q \cdot L^2$
 $M_2 = 0.175$	$M_2 = 0.175$	$\cdot Q \cdot L$	$M_B = M_C = -0.075$ $\cdot Q \cdot L$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$q_{Ed} = 14.7 \text{ KN/m}$$

$$Q_{Ed} = 171 \text{ KN}$$



Cas déterminant :
charge utile sur la
dalle prépondérante
→ vérification

Principe: On renforce les zones où le moment résistant du profilé est inférieur au moment agissant dans la traverse

1. Choix de la largeur des semelles $b_{sem} < b_{profilé}$ (+ marge pour les cordons de soudure, 2x10 mm) $\rightarrow b_{sem} = 150$ à 170 mm

Choix corrigé: $b_{sem} = 150$ mm

2. Calcul de l'épaisseur des semelles t_{sem}

$$M_{Rd,sem} = \frac{f_{y,sem}}{\gamma_{M1}} * W_{pl,sem} \quad \text{et} \quad M_{Ed,max} \leq M_{Rd,sem} + M_{Rd,IPE450}$$

\rightarrow on trouve t_{sem}

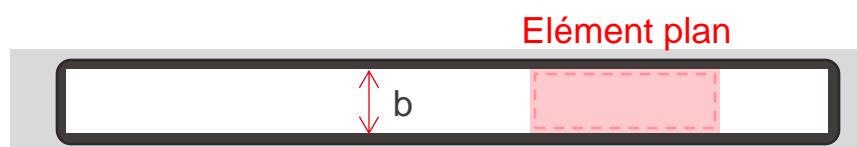
Si symétrique: $W_{pl,sem} = b_{sem} t_{sem} (h + t_{sem})$

3. Choisir la section de la semelle (FLA) qui convient grâce à la C5

2. Dimensionnement des semelles

4. Vérification de l'élancement

ATTENTION : la semelle est soudée de chaque côté, donc comme si elle était appuyée de chaque côté → il faut utiliser le tableau 5a de la SIA 263 et non le 5b !



Vue du dessus de la semelle de renfort

Tableau 5a: Critères d'élancement pour éléments plans appuyés aux deux bords

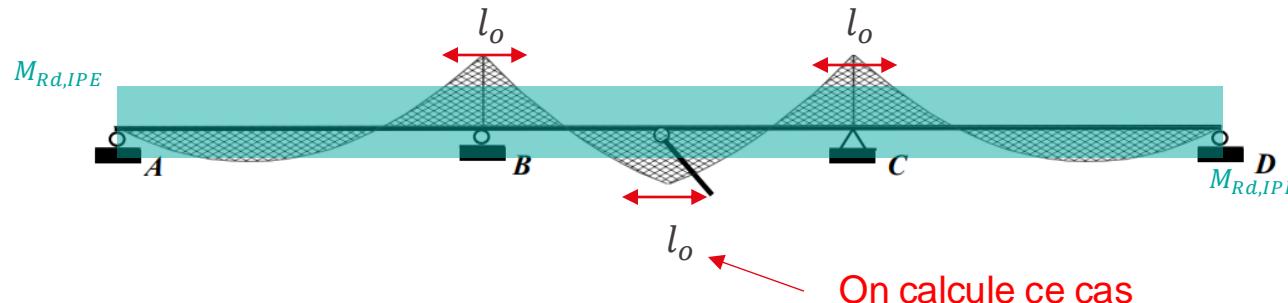
Géométrie	Mode de sollicitation	Elancement limite b/t maximal		
		Classe de section 1	Classe de section 2	Classe de section 3
	Compression	$f_y \frac{D}{b} f_y$	33ε	38ε
	Flexion simple	$f_y \frac{D}{Z} f_y$ $f_y \frac{Z}{D} f_y$	72ε	83ε
	Compression avec flexion $\psi > -1$ (Comp. +)	$f_y \frac{D}{Z} \frac{f_y}{\alpha \cdot b}$ $\psi f_y \frac{Z}{D} f_y$	$\frac{396 \varepsilon}{13 \alpha - 1}$	$\frac{456 \varepsilon}{13 \alpha - 1}$
	Traction avec flexion $\psi \leq -1$ (Comp. +)	$f_y \frac{D}{Z} \frac{\alpha \cdot b}{f_y}$ $f_y \frac{Z}{D} \frac{f_y}{\psi}$	$\alpha \geq 0,5$	$\alpha \geq 0,5$
			$\frac{36 \varepsilon}{\alpha}$	$\frac{41,5 \varepsilon}{\alpha}$
			$\alpha \leq 0,5$	$62 \varepsilon (1 - \psi) \sqrt{-\psi}$
	Cas particulier Tubes	$\frac{D}{t} \leq 50 \varepsilon^2$	$\frac{D}{t} \leq 70 \varepsilon^2$	$\frac{D}{t} \leq 90 \varepsilon^2$
	Flexion et/ou compression			

5. Calcul de la longueur de la semelle l_{sem}

- l_o = longueur où le $M_{Rd,sans renfort} < M_{Ed,max}$

→ Calcul de l_o en faisant une coupe $\sum M(x = l_o) = M_{y,Rd}$

➤ penser à utiliser la C4 pour avoir les réactions d'appuis etc.

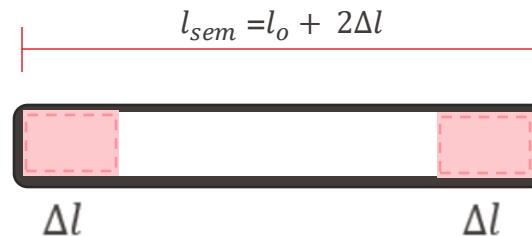


2. Dimensionnement des semelles

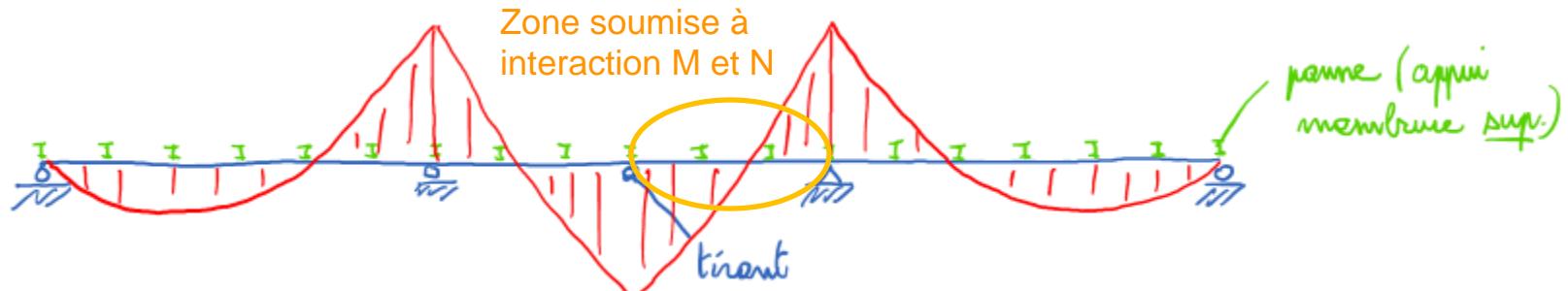
- Δl = longueur nécessaire pour l'introduction de la force dans la semelle par les soudures
 - Calcul de Δl avec section de contact (88) (ou section de gorge (87))
 - Il y a des cordons d'angle de chaque côté : $l_{sem} = l_o + 2\Delta l$

6. Recommencer les calculs en prenant en compte le poids propre des semelles de renfort (pas demandé dans l'exercice)

Vue du dessus de la semelle de renfort



- Vérifier s'il est empêché
- **ATTENTION** : Pour la longueur de déversement, il faut distinguer 2 cas :
 - La semelle supérieure est appuyée ponctuellement
 - L_D va jusqu'à l'appui intermédiaire après $M = 0$ (cas L_{D4})
 - La semelle supérieure a un appui continu (p. ex. une tôle)
 - L_D entre le moment max et le moment nul.



- Solutions pour garantir la sécurité structurale :
 - Augmenter l'inertie selon z du profilé
 - changer de profilé
 - disposer des semelles de renforts de manière efficace
 - Calculer $M_{D,Rd} \geq M_{y,Ed}$ (pas encore vu en cours, mais c'est la solution la plus utilisée)
 - Mesure constructive : disposer des raidisseurs verticaux qui stabilisent
 - Diminution de L_D

4. Vérification du tronçon où le déversement est empêché

1. Est-ce que le flambage hors plan est empêché ?

- si $N_{pl,Rd} \leq N_{Kz,Rd}$ ($\bar{\lambda}_{kz} \leq 0.5$) alors le flambage hors plan est empêché et il faut utiliser la formule (49) SIA 263
- si $N_{pl,Rd} > N_{Kz,Rd}$ ($\bar{\lambda}_{kz} > 0.5$) alors le flambage hors plan n'est pas empêché et il faut utiliser la formule (50) SIA 263



2. Vérification selon la formule choisie

ATTENTION

Si le diagramme des moments n'est pas linéaire : $\omega = 1,0$, sinon il faut utiliser la formule suivante:

$$\omega = 0,6 + 0,4 \left(M_{Ed,min} / M_{Ed,max} \right) \geq 0,4 \quad \text{où } |M_{Ed,min}| \leq |M_{Ed,max}|$$