

XI.4.2. Détermination des sollicitations dues aux charges permanentes :

Moment fléchissant dû aux charges permanentes

$$M_g = g_m \cdot S_i$$

Avec :

$g_m = g_e + g$: Charge permanente totale de l'entretoise intermédiaire pour le calcul des moments fléchissant

S_i : Surface de la ligne d'influence sous la charge permanente.

Appui A et B

$$S_A = \int_0^{l_e} -M(\alpha; 0) d\alpha$$

$$S_A = -\frac{l_e^2}{12} = S_B$$

$$M_{g(A)} = M_{g(B)} = g_m \cdot S_A$$

En travée

$$S_{l_e/2} = \int_0^{l_e} M\left(\alpha; \frac{l_e}{2}\right) d\alpha$$

$$S_{l_e/2} = \frac{l_e^2}{24}$$

$$M_{g(l_e/2)} = M_{gB} = g_m \cdot S_A$$

Avec $l_e=3,05\text{m}$ et $g_m=25,4\text{kN/m}$; on trouve les résultats suivants :

→ En appui A et B : $S_A=S_B=-0,78\text{m}^2$ d'où : $M_{gA}=M_{gB}=-19,7\text{kN.m}$

→ En travée : $S_{l_e/2}=0,39\text{m}^2$; d'où : $M_{gl_e/2}=9,8\text{kN.m}$

Effort tranchant dû aux charges permanentes

En disposant toujours la charge répartie du poids propre de l'entretoise sur la ligne d'influence des efforts tranchant, on peut obtenir la valeur de ces derniers par :

$$T_g = g_v \cdot S_i$$

Avec

$g_v = g_e + g'$: Charge permanente totale de l'entretoise intermédiaire pour le calcul des efforts tranchants

S_i : Surface de la ligne d'influence sous la charge permanente.

D'après les figures des lignes d'influence, celle de l'effort tranchant à l'appui A et celle de l'effort tranchant à l'appui B sont symétriques ; mais ses valeurs ont des signes contraires.

On obtient des mêmes résultats de calcul avec des signes contraires.

Appui A et B

$$S_B = \int_0^{l_e} T(\alpha; 0) d\alpha$$

$$S_B = \frac{l_e}{12}$$

$$T_{g(B)} = -T_{g(A)} = g_v \cdot S_B$$

En travée

$$S_{l_e/2} = \int_0^{l_e/2} T\left(\alpha; \frac{l_e}{2}\right) d\alpha - \int_{l_e/2}^{l_e} T\left(\alpha; \frac{l_e}{2}\right) d\alpha$$

$$S_{l_e/2} = 0$$

$$T_{g(l_e/2)} = 0$$

Avec $l_e=3,05\text{m}$ et $g_m=22,3\text{kN/m}$; on trouve les résultats suivants :

→ En appui A et B : $S_A=-S_B=-0,25\text{m}^2$ d'où : $V_{gA}=-V_{gB}=-5,7\text{kN}$

→ En travée : $S_{l_e/2}=0\text{m}^2$; d'où : $V_{gl_e/2}=0\text{kN.m}$

XI.4.3. Détermination des sollicitations dues aux surcharges d'exploitation

XI.4.3.1. Coefficient de majoration dynamique de l'entretoise

Le coefficient de majoration dynamique de l'entretoise intermédiaire est obtenu par :

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 \cdot L} + \frac{0,6}{1 + \frac{4P}{S}}$$

$L=3,25\text{m}$: distance entre axe des poutres

$P=g_e \cdot L=41,9\text{kN}$: intensité de la charge permanente de l'entretoise

$S=b \cdot S'$: S' surcharge maximale [charge maximale d'essieux du système qu'on peut disposer sur la surface considérée]

→ Pour le système B_c : $S=300\text{kN}$, $b=b_c=1,1$ donc $\delta= 1,64$

→ Pour le système B_t : $S=320\text{kN}$, $b=b_t=1$ donc $\delta= 1,64$

→ Pour le système B_r : $S=100\text{kN}$, $b=b_r=1$ donc $\delta= 1,47$

XI.4.3.2. Moment fléchissant :

Le moment fléchissant maximal de l'entretoise intermédiaire est : $M_{BC} = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{P_0}$

Avec :

δ : Coefficient de majoration dynamique:

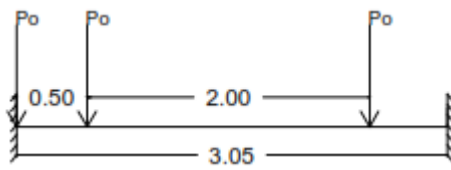
$y_{P_0} = M(\alpha_{P_0}, x)$: Ordonnée de la ligne d'influence du moment sous P_0

P_0 : Réaction de l'entretoise sous un fil longitudinale de la surcharge

Moment fléchissant dû aux surcharges d'exploitation: B_c

La position défavorable est donnée comme suit :

Aux appuis

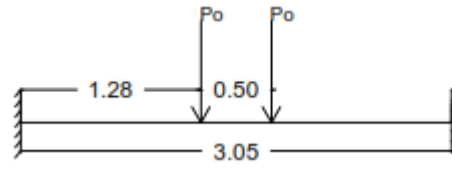


Fil de roue n°1 : $\alpha_1=0\text{m}$ et $y_1=0\text{m}$

Fil de roue n°2 : $\alpha_2=0,5\text{m}$ et $y_2=-0,35\text{m}$

Fil de roue n°3 : $\alpha_3=2,5\text{m}$ et $y_3=-0,08\text{m}$

En travée



Fil de roue n°1 : $\alpha_1=1,27\text{m}$ et $y_1=0,26\text{m}$

Fil de roue n°2 : $\alpha_2=1,77\text{m}$ et $y_2=0,26\text{m}$

Avec $P_0=103,4\text{kN}$ et $\delta=1,64$; on trouve les résultats suivants :

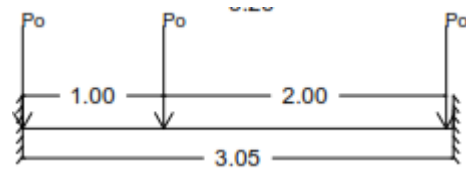
→ En appui A et B : $M_{Bc}(A) = M_{Bc}(B) = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{P_0} = -73,1\text{kN.m}$

→ En travée : $M_{Bc} = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{P_0} = 90,4\text{kN.m}$

Moment fléchissant dû aux surcharges d'exploitation: Bt

La position défavorable est donnée comme suit :

Aux appuis

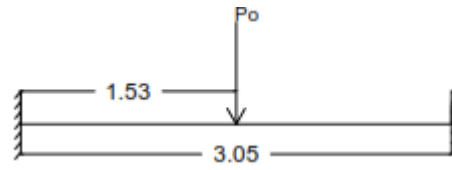


Fil de roue n°1 : $\alpha_1=0\text{m}$ et $y_1=0\text{m}$

Fil de roue n°2 : $\alpha_2=1\text{m}$ et $y_2=-0,45\text{m}$

Fil de roue n°3 : $\alpha_3=3\text{m}$ et $y_2=-0,001\text{m}$

En travée



Fil de roue n°1 : $\alpha_1=1,53\text{m}$ et $y_1=0,38\text{m}$

Avec $P_0=80\text{kN}$ et $\delta=1,64$; on trouve les résultats suivants :

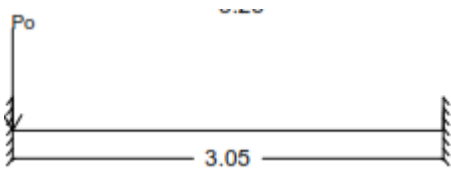
→ En appui A et B : $M_{Bt}(A) = M_{Bt}(B) = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{P_0} = -59,2\text{kN.m}$

→ En travée : $M_{Bt} = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{P_0} = 49,9\text{kN.m}$

Moment fléchissant dû aux surcharges d'exploitation: Br

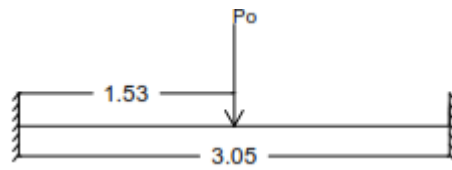
La position défavorable est donnée si a roue est placée sur la section d'étude :

Aux appuis



La roue : $\alpha_1=0\text{m}$ et $y_1=0\text{m}$

En travée



La roue : $\alpha_1=1,52\text{m}$ et $y_1=0,38\text{m}$

Avec $P_0=100\text{kN}$ et $\delta=1,47$; on trouve les résultats suivants :

$$\rightarrow \text{En appui A et B : } M_{Br}(A) = M_{Br}(B) = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{Po} = 0\text{kN} \cdot \text{m}$$

$$\rightarrow \text{En travée : } M_{Br} = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{Po} = 55,9\text{kN} \cdot \text{m}$$

XI.4.3.3. Effort tranchant :

L'effort tranchant maximal de l'entretoise intermédiaire est obtenu par: $T_{Bc} = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{Po}$

Effort tranchant dû aux surcharges d'exploitation: Bc

Avec les mêmes dispositions qu'au calcul des moments, on a:

Aux appuis

Fil de roue n°1 : $\alpha_1=0\text{m}$ et $y_1=-1\text{m}$

Fil de roue n°2 : $\alpha_2=0,5\text{m}$ et $y_2=-0,93\text{m}$

Fil de roue n°3 : $\alpha_3=2,5\text{m}$ et $y_3=-0,086\text{m}$

En travée

Fil de roue n°1 : $\alpha_1=1,27\text{m}$ et $y_1=0,37\text{m}$

Fil de roue n°2 : $\alpha_2=1,77\text{m}$ et $y_2=-0,37\text{m}$

Avec $P_0=103,4\text{kN}$ et $\delta=1,64$; on trouve les résultats suivants :

$$\rightarrow \text{En appui A et B : } T_{Bc}(A) = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{Po} = -341,6\text{kN} = -T_{Bc}(B)$$

$$\rightarrow \text{En travée : } T_{Bc} = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{Po} = 0\text{kN}$$

Effort tranchant dû aux surcharges d'exploitation: Bt

Avec les mêmes dispositions qu'au calcul des moments, on a:

Aux appuis

Fil de roue n°1 : $\alpha_1=0\text{m}$ et $y_1=-1\text{m}$

Fil de roue n°2 : $\alpha_2=1\text{m}$ et $y_2=-0,75\text{m}$

Fil de roue n°3 : $\alpha_3=3\text{m}$ et $y_3=-0,001\text{m}$

En travée

Fil de roue n°1 : $\alpha_1=1,52\text{m}$ et $y_1=0\text{m}$

Avec $P_0=80\text{kN}$ et $\delta=1,64$; on trouve les résultats suivants :

$$\rightarrow \text{En appui A et B : } T_{Bc}(A) = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{Po} = -228,9\text{kN} = -T_{Bc}(B)$$

$$\rightarrow \text{En travée : } T_{Bc} = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{Po} = 0\text{kN}$$

Effort tranchant dû aux surcharges d'exploitation: Br

Avec les mêmes dispositions qu'au calcul des moments, on a:

Aux appuis

La roue : $\alpha_1=0\text{m}$ et $y_1=-1\text{m}$

En travée

La roue : $\alpha_1=1,52\text{m}$ et $y_1=0\text{m}$

Avec $P_0=100\text{kN}$ et $\delta=1,47$; on trouve les résultats suivants :

$$\rightarrow \text{En appui A et B : } T_{Bc}(A) = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{P_0} = -146,7\text{kN} = -T_{Bc}(B)$$

$$\rightarrow \text{En travée : } T_{Bc} = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{P_0} = 0\text{kN}$$

XI.4.4. Récapitulation des sollicitations sur l'entretoise intermédiaire

On rappelle que : $M_g = g_m \cdot S_i$; $T_g = g_v \cdot S_i$; $M_B = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{P_0}$; $T_B = \delta \cdot P_0 \cdot \sum y_{P_0}$

Charges		Moment en kN.m	Effort tranchant en kN
Dues aux charges permanentes			
G	Aux appuis :	-19,7	-5,7
	En travée :	9,8	0,0
Dues aux surcharges d'exploitation			
Bc	Aux appuis :	-73,1	-341,6
	En travée :	90,4	0,0
Bt	Aux appuis :	-59,2	-228,9
	En travée :	49,9	0,0
Br	Aux appuis :	0,0	-146,7
	En travée :	55,9	0,0

Tableau 84. Récapitulation des sollicitations sur l'entretoise intermédiaire

XI.4.5. Combinaisons d'actions

A l'ELU : $M_u = 1,35M_G + 1,5\max(M_{Bc}; M_{Bt}; M_{Br})$

$$T_u = 1,35T_G + 1,5\max(T_{Bc}; T_{Bt}; T_{Br})$$

A l'ELS : $M_s = M_G + \max(M_{Bc}; M_{Bt}; M_{Br})$

$$T_s = T_G + \max(T_{Bc}; T_{Bt}; T_{Br})$$

	Moment en (kN.m)		Effort tranchant (kN)	
	Appuis	Travée	Appuis	Travée
ELU	-136,2	148,9	-520	0,00
ELS	-92,7	100,2	-347,3	0,00

Tableau 85. Combinaisons d'actions de l'entretoise

XI.5. Calcul des armatures

La section de calcul est :

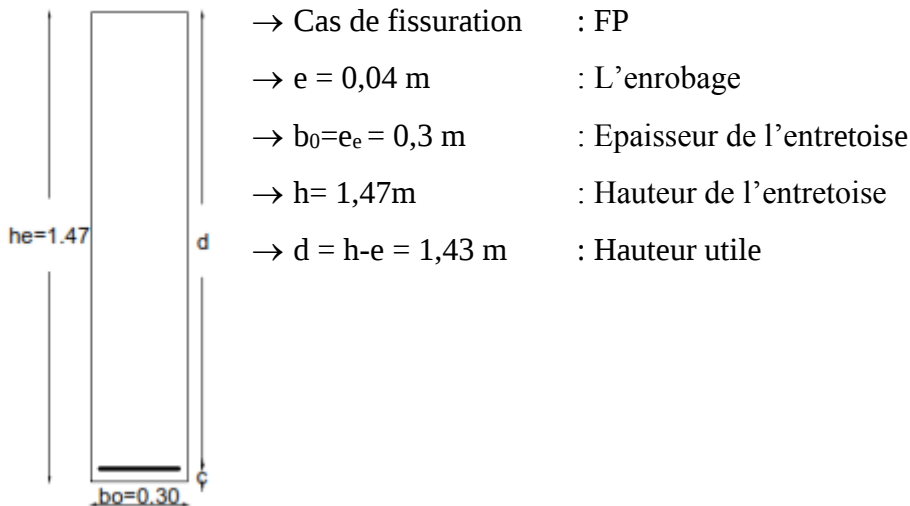


Figure 30. Section de calcul des armatures pour l'entretoise

$$\begin{aligned} &\rightarrow f_{c28} = 25\text{MPa}; \bar{\sigma}_{bc} = 0,6 \cdot f_{c28} = 15\text{MPa}; f_{bu} = 14,17\text{MPa} \\ &\rightarrow f_e = 500\text{MPa}; \bar{\sigma}_{st} = \min \left\{ \frac{2}{3} f_e; \max(0,5f_e; 110\sqrt{\eta \cdot f_{t28}}) \right\} = 333,33\text{MPa} \\ &\rightarrow \sigma_s = f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s} = 434,78\text{MPa} \end{aligned}$$

XI.5.1. Calcul des armatures en travée

Armatures longitudinales à l'ELU

$$\text{Calcul de } \mu_{bu} : \mu_{bu} = \frac{M_u}{b_0 d^2 f_{bu}} = 0,017 \quad \text{et } \mu_1 = 0,025$$

$\mu_{bu} < \mu_1$: On a une section simplement armée ($A'_u = 0$)

$\mu_{bu} < 0,275$: on utilise la méthode simplifiée

$$\text{Calcul de } z_b : z_b = d(1 - 0,6\mu_{bu}) = 1,41$$

$$\text{Calcul de } A_u : A_u = \frac{M_u}{z_b \cdot f_{ed}} = 2,50\text{cm}^2$$

Vérification de la section à l'ELS

La vérification à faire est la suivante : $M_{rb} > M_{ser} = 0,10\text{T.m}$

$$\text{Avec : } \bar{\alpha}_1 = \frac{n \cdot \bar{\sigma}_{bc}}{n \cdot \bar{\sigma}_{bc} + \bar{\sigma}_{st}} = 0,40$$

$$M_{rb} = \frac{1}{2} b d^2 \bar{\alpha}_1 \bar{\sigma}_{bc} \left(1 - \frac{\bar{\alpha}_1}{3} \right) = 1,60\text{T.m} \quad : \text{Moment résistant du béton}$$

Calcul des armatures longitudinales à l'ELS

$$\text{Calcul de } \mu_s : \mu_s = \frac{M_{ser}}{b_0 d^2 \bar{\sigma}_s} = 5.10^{-4}$$

$$\text{Calcul de } z_{b1} : z_b = \frac{15}{16} d \frac{40\mu_s + 1}{54\mu_s + 1} = 1,33$$

$$\text{Calcul de } A_{ser} : A_s = \frac{M_s}{z_{b1} \cdot \sigma_s} = 2,33 \text{ cm}^2$$

On prend : $A = A_{min} = 4,41 \text{ cm}^2$. Soit 5HA12 = 5,65 cm²

XI.5.2. Calcul des armatures aux appuis

Calcul des armatures longitudinales

Comme le moment aux appuis est inférieur au moment en travée donc on peut prendre :

$A = A_{min} = 4,41 \text{ cm}^2$. Soit 5HA12 = 5,65 cm²

XI.5.3. Calcul des armatures d'âme

Le diamètre maximal d'armature d'âme doit être : $\phi_t \leq \min \left(\phi_l; \frac{h}{35}; \frac{b}{10} \right)$

Avec $\phi_l = 12 \text{ mm}$; $h = 1,47 \text{ m}$; $b = 0,3 \text{ m}$; on peut prendre $\phi_t = 8 \text{ mm}$ donc $A_t = 3\text{HA}8 = 1,5 \text{ cm}^2$

Espacement :

L'espacement maximal est : $S_t \leq \min \left(\frac{A_t \cdot f_e}{0,4 \cdot e}; 0,9d; 40 \text{ cm} \right) = \min(62,5; 128,7; 40) = 40 \text{ cm}$.

L'espacement des armatures d'âme est calculé par : $S_t \leq \frac{0,9 \cdot A_t \cdot f_e (\cos \alpha + \sin \alpha)}{e \cdot \gamma_s \cdot (\tau_u - 0,3 K \cdot f_{t28})}$

Avec : - armatures droites : $\alpha = 90^\circ$ alors $\cos \alpha + \sin \alpha = 1$;

- en flexion simple : $K = 1$.

Donc, le premier espacement S_{t0} est : $S_{t0} \leq \frac{0,9 \cdot A_t \cdot f_e}{e \cdot \gamma_s \cdot (\tau_u - 0,3 \cdot f_{t28})} = \frac{0,9 \cdot 1,5 \cdot 500}{30 \cdot 1,15 \cdot (1,49 - 0,3 \times 2,1)} = 22,75 \text{ cm}$

Prenons $S_{t0} = 20 \text{ cm}$

D'où le premier cadre est placé à $\frac{S_{t0}}{2} = \frac{20}{2} = 10 \text{ cm}$ de l'appui pour couder la première fissure.

Les autres espacements sont choisis dans la suite de CAQUOT : 20 – 25 – 35 – 40

On répète « n » fois le même espacement tel que n est pris égal à : $\frac{L_e}{2} = \frac{3,05}{2} = 1,5$. Soit $n=2$

XI.5.4. Calcul des armatures de peau

Puisque la hauteur des entretoises est supérieure à 0,80 m, donc d'après la règle BAEL, on doit prévoir des armatures de peau pour éviter une masse de béton non armée et pour minimiser le retrait.

Pour une fissuration préjudiciable, la section minimale de ces armatures est $A_p=3\text{cm}^2$ par mètre de longueur.

Prenons $A_p= 5\text{HA}10= 3,93\text{cm}^2$

XI.5.5. Vérification de la contrainte tangentielle dans le béton

La contrainte tangentielle doit vérifier la relation suivante : $\tau_u \leq \bar{\tau}_u = \min\left(\frac{0,15}{\gamma_b} f_{c28}; 4\text{MPa}\right)$

Avec $V_u=52\text{T}$; $f_{c28}= 25\text{Mpa}$; $b_o=0,3\text{m}$; $d=0,9h=1,43\text{m}$ et $\gamma_b=1,5$

On a $\tau_u = \frac{V_u}{b_o \cdot d} = 1,21\text{MPa} \leq \bar{\tau}_u = \min\left(\frac{0,15}{\gamma_b} f_{c28}; 4\text{MPa}\right) = 2,5\text{MPa}$

La condition est vérifiée donc la contrainte tangentielle dans le béton n'est pas à craindre.

Chapitre XII. Etude de la poutre principale

XII.1. Description de la poutre

Pour la faible portée ou moyenne, la section des poutres peut être rectangulaire ou légèrement trapézoïdale. Mais, dès que la longueur des poutres dépasse 12m, le poids devient prohibitif et il s'impose de réaliser des poutres à talons. Ces derniers comportent une table de compression et un large talon, constituant respectivement la fibre supérieure et la fibre inférieure, qui sont liées par une âme à faible épaisseur.

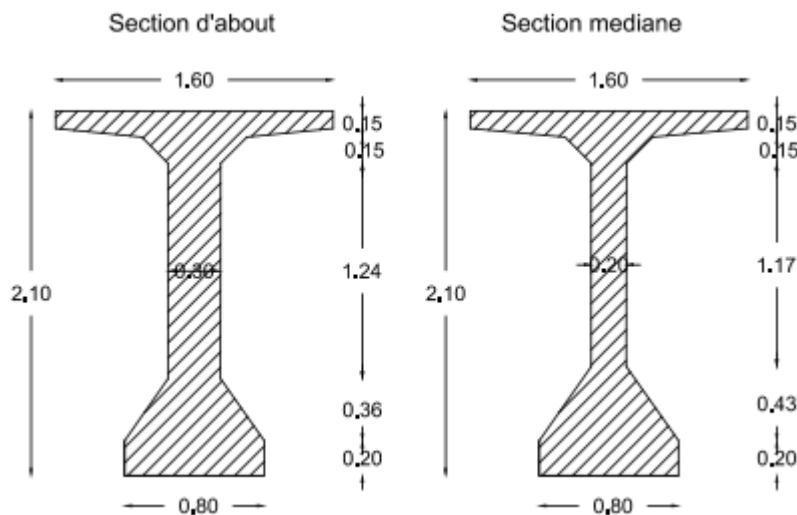


Figure 31. Section des poutres principales

XII.2. Détermination du rendement géométrique de la section

Le principe de calcul se fait par la détermination de :

- La valeur du moment d'inertie par rapport à un axe horizontal qui passe par le centre de gravité ;
- La position du centre de gravité G ;
- La valeur du rendement géométrique ρ .

La section est dite normal si : $\rho \leq 0,50$

La section est dite élancée si : $\rho > 0,50$

XII.2.1. Calcul du moment d'inertie

Les caractéristiques de la section de la poutre sont représentées dans la figure suivante :

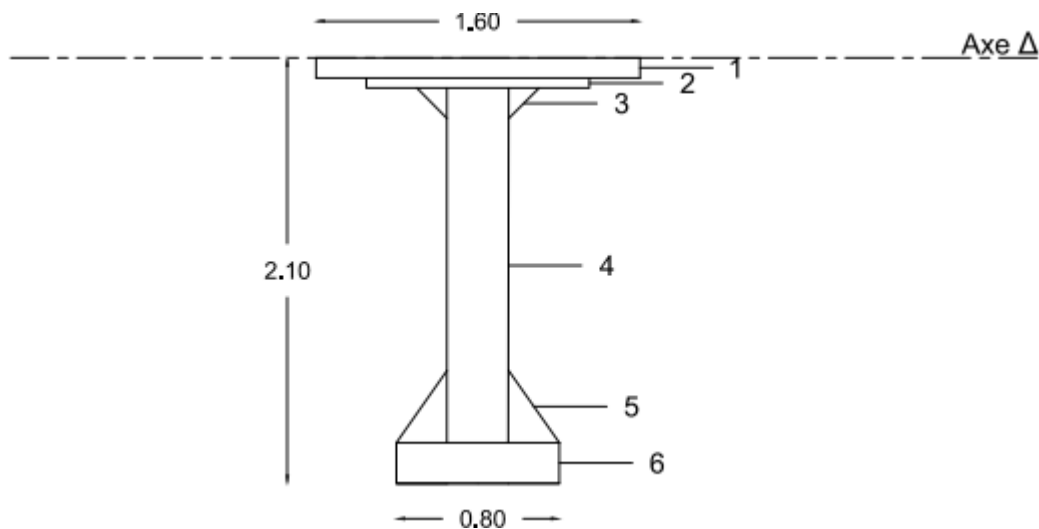


Figure 32. Section pour le calcul du moment d'inertie

Soit h la hauteur, b la base, S_i la surface élémentaire et δ_i la distance du centre de gravité de l'élément par rapport à l'axe (Δ) passant par la fibre supérieure de la poutre.

☞ Moment d'inertie d'une section par rapport à son centre de gravité:

Pour une section rectangulaire : $I_{Gi} = \frac{b \cdot h^3}{12}$

Pour une section triangulaire : $I_{Gi} = \frac{b \cdot h^3}{36}$

☞ Moment d'inertie par rapport à (Δ)

On a pour chaque section élémentaire n°i de la poutre : $I_{\Delta i} = I_{Gi} + S_i \cdot \delta_i^2$

Donc pour toute la section : $I_{\Delta} = \sum I_{\Delta i}$

Elément	Section d'about				Section médiane			
	S_i (m ²)	δ (m)	I_g (m ⁴)	$I_{\Delta i}$ (m ⁴)	S_i (m ²)	δ (m)	I_g (m ⁴)	$I_{\Delta i}$ (m ⁴)
1	0,1600	0,0500	0,0001	0,0005	0,1600	0,0500	0,0001	0,0005
2	0,0525	0,1250	0,0000	0,0008	0,0500	0,1250	0,0000	0,0008
3	0,0225	0,2000	0,0000	0,0009	0,0225	0,2000	0,0000	0,0009
4	0,5250	1,0250	0,1340	0,6856	0,3500	1,0250	0,0893	0,4570
5	0,1092	1,7700	0,0009	0,3430	0,1290	1,7567	0,0013	0,3994
6	0,1600	2,0000	0,0005	0,6405	0,1600	2,0000	0,0005	0,6405
Poutre	$I_{\Delta} \text{ (m}^4\text{)} =$			1,6714	$I_{\Delta} \text{ (m}^4\text{)} =$			1,4992

Tableau 86. Valeurs des moments d'inertie pour chaque section de la poutre

XII.2.2. Calcul de la position du centre de gravité G

Avec h la hauteur de la poutre, Y_i la position de chaque élément de la poutre par rapport à la fibre supérieure de la poutre et S_i les surfaces élémentaires, on a :

- Position de G par rapport à la fibre supérieure: $V = Y_G = \frac{\sum S_i \cdot Y_i}{\sum S_i}$
- Position du G par rapport à la fibre inférieure : $V' = h - V$

XII.2.3. Calcul du rendement géométrique de la section

Il est donné par la formule : $\rho = \frac{I}{S \cdot V'}$

Avec : $S = \sum S_i$: Section de la poutre

$I = I_\Delta - S \cdot V^2$: Moment d'inertie de la poutre par rapport à son centre de gravité

- La limite supérieure du noyau limite : $C = \rho \cdot V$
- La limite inférieure du noyau limite : $C' = \rho \cdot V'$

Section	h(m)	S (m ²)	I _Δ (m ⁴)	V(m)	V'(m)	I (m ⁴)	ρ	C(m)	C'(m)	P(m)
About	2,1	1,03	1,67	1,04	1,06	0,56	0,49	0,51	0,52	9,5
Médiane	2,1	0,87	1,50	1,06	1,04	0,52	0,54	0,57	0,56	9,3

Tableau 87. Valeurs des paramètres de la section de la poutre

La section d'about est normale car : $\rho=0,49<0,50$

La section médiane est élancée car : $\rho=0,54>0,50$

XII.3. Détermination des actions :

XII.3.1. Les charges permanentes

On évalue la charge permanente par m.l. de la poutre principale.

Pour un élément ; soit e l'épaisseur, l la largeur, A l'aire, γ le poids volumique et n le nombre ;

on a : $A = e \cdot l$ et $g'_t = n \cdot A \cdot \gamma \left(\frac{kN}{ml} \right)$

En général, cette charge est composée des :

Charges uniformément réparties noté : g'_t

- Revêtement : $e=0,03m$; $l= 8,5m$; $A=0,43m^2$; $\gamma=23kN/m^3$ et $n=1$, alors $g_r=9,8kN/ml$
- Trottoir : $e=0,15m$; $l= 0,75m$; $A=0,113m^2$; $\gamma=25kN/m^3$ et $n=2$, alors $g_r=5,6kN/ml$
- Garde-corps : $\gamma=0,6kN/ml$ et $n=2$, alors $g_{gc}=1,2kN/ml$

- Dalle : $e=0,2\text{m}$; $l= 8,5\text{m}$; $A=1,7\text{m}^2$; $\gamma=25\text{kN/m}^3$ et $n=1$, alors $g_d=42,5\text{kN/ml}$
- Prédalle : $e=0,08\text{m}$; $l=1,85\text{m}$; $A=0,15\text{m}^2$; $\gamma=25\text{kN/m}^3$ et $n=1$, alors $g_{pd}=3,7\text{kN/ml}$
- Prédalle : $e=0,08\text{m}$; $l=1,85\text{m}$; $A=0,15\text{m}^2$; $\gamma=25\text{kN/m}^3$ et $n=1$, alors $g_{pd}=3,7\text{kN/ml}$
- Poutre : $A=0,99\text{m}^2$; $\gamma=25\text{kN/m}^3$ et $n=3$, alors $g_{pd}=74,6\text{kN/ml}$

En somme, on trouve $g'_t = 137,4\text{kN/ml}$

Charges concentrées provenant de l'entretoise notée : g_e

- En about : $e=0,3\text{m}$; $l= 1,54\text{m}$; $L=2,95\text{m}$; $\gamma=25\text{kN/m}^3$ et $n=4$, alors $g_{ea}=136,6\text{kN}$
- En médiane : $e=0,3\text{m}$; $l=1,47\text{m}$; $L=3,05\text{m}$; $\gamma=25\text{kN/m}^3$ et $n=6$, alors $g_{em}=202\text{kN}$

Donc : $g_e = 338,5\text{kN}$

Nous ramenons cette charge concentrée à une charge uniformément répartie sur toute la longueur $L= 39,21\text{m}$.

Ainsi on a le poids des entretoises $g_e = 8,6\text{kN/ml}$

La charge permanente totale est: $g_t = g'_t + g_e = 146,1\text{kN/ml}$

- Pour l'étude de la poutre centrale, on va considérer $g_t = 146,1\text{kN/ml}$.
- Pour l'étude de la poutre de rive, on va considérer $g_t = 146,1/2=73,1\text{kN/ml}$.

XII.3.2. Surcharges d'exploitation :

☞ Surcharge de la chaussée :

La chaussée supporte une surcharge uniforme notée :

$$A(l) = 2,3 + \frac{360}{L + 12} [\text{kN/m}^2]$$

Avec : $L=39,21\text{m}$, on trouve $A(l)= 9,3 \text{ kN/m}^2$

☞ Surcharge du trottoir

Pour le calcul des poutres principales, on appliquera sur les trottoirs une charge uniforme de 150 kg/m^2 de façon à produire l'effet maximal cherché.

☞ Surcharge due au système B :

Le système de surcharge à considérer pour le calcul des poutres principales est : le système Bc, le système Bt et le système Br. On retient celui qui donne les effets maximaux.

- Pour l'étude de la poutre centrale, on va considérer par rangées de camions.
- Pour l'étude de la poutre de rive, on va considérer une rangée de camions.

Coefficient de majoration dynamique

Les efforts dus aux surcharges B seront majorés par le coefficient de majoration dynamique δ défini par :

$$\delta = 1 + \alpha + \beta = 1 + \frac{0,4}{1+0,2.L} + \frac{0,6}{1+\frac{4P}{S}}$$

Dans laquelle :

$L=39,21\text{m}$: Longueur de la poutre

$P= g_t.L=5727,5\text{kN}$: Poids total du tablier de la structure

S : Surcharge maximale [charge maximale d'essieux du système qu'on peut disposer sur la surface considérée]. On va considérer que les deux voies sont chargées.

Pour le système Bc :

- Deux rangées $S = 1200 \times 1,1 \text{ kN}$ (quatre camions B_{c30} affecté du coefficient $bc=1,1$)
- Une rangée $S = 600 \times 1,1 \text{ kN}$ (deux camions B_{c30} affecté du coefficient $bc=1,1$)

Pour le système Bt :

- Deux rangées $S = 640\text{kN}$ (deux essieux tandem Bt affecté du coefficient $bt=1$)
- Une rangée $S = 320\text{kN}$ (un essieu tandem Bt affecté du coefficient $bt=1$)

Pour le système Br : Deux voies $S = 200\text{kN}$ (deux roues Br) et une voie $S = 100\text{kN}$ (une roue Br)

On obtient donc :

Pour deux voies chargées :

- Système B_c : $\delta=1,08$
- Système B_t : $\delta=1,06$
- Système B_r : $\delta=1,05$

Pour une voie chargée :

- Système B_c : $\delta=1,06$
- Système B_t : $\delta=1,05$
- Système B_r : $\delta=1,05$