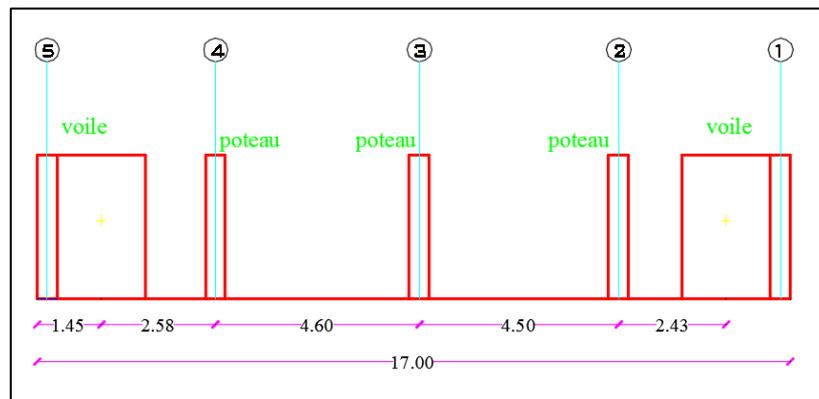


- 1- Nous avons d'abord opté pour le mode de fondation semelle filante suivant **le sens y** de la structure, et notre choix a été porté sur la semelle de l'axe « **B** » dont le schéma est le suivant :



Ensuite, nous avons fait le pré dimensionnement de la largeur **B** de la semelle à l'ELU et à l'ELS avec les deux formules suivantes :

$$\text{ELU : } B \geq \frac{\Sigma N_i}{1.33 \times L \times \sigma_{\text{sol}}}$$

$$\text{ELS : } B \geq \frac{\Sigma N_i}{L \times \sigma_{\text{sol}}}$$

L : longueur de la semelle, L = **17.00 mètres**

$\sigma_{\text{sol}} = 200 \text{ KPa}$

ΣN_i : est la somme des efforts normaux transmis par les poteaux et voiles à la semelle

Le calcul nous a donné les résultats suivants :

$$\text{ELU : } B_{\text{ELU}} \geq 0.79 \text{ m}$$

$$\text{ELS : } B_{\text{ELS}} \geq 0.77 \text{ m}$$

$$\rightarrow B \geq \text{Max} (B_{\text{ELU}}, B_{\text{ELS}}) = 0.79 \text{ m}$$

Donc, la largeur B de la semelle doit être supérieure ou égale à 0.79 mètres.

Nous posons une largeur égale à **1.00 mètre**, puis nous vérifions les contraintes par les **combinaisons sismiques qui sont plus défavorables.**

- 2- Après avoir posé une largeur **B** de la semelle, nous avons procédé à la vérification des contraintes sous les combinaisons sismiques suivantes :

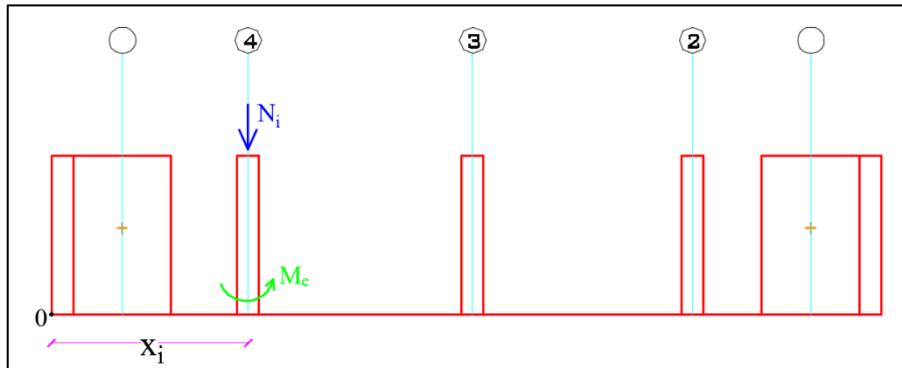
$$G + Q \pm E_y$$

$$0.8G \pm E_y$$

Les étapes de la vérification des contraintes sont comme suit :

- a- Calcul de la somme des efforts normaux amenés par les poteaux et les voiles (ΣN_i)

- b- Détermination des moments sismiques M_e au niveau des appuis (poteaux et voiles)
- c- Calcul de la somme $(N_i \cdot x_i)$ où x_i la position de l'élément vertical (poteaux/voile) par rapport au point 0 de la semelle



- d- Calcul de l'excentricité e de la résultante des efforts par rapport au c.d.g de la semelle par la formule suivante :

$$e = \left| \frac{L}{2} - \frac{\sum N_i x_i + \sum M_e}{\sum N_i} \right|$$

***** N.B :** concernant les valeurs des moments sismiques, le signe du moment influe sur les résultats, du fait, quand vous faites l'exportation des tableaux de l'ETABS vers EXCEL, vous laissez les valeurs des moments sismiques telles qu'elles le sont (si sont négatives, mettez-les négatives dans le tableau de calcul des semelles filantes) ***

- e- Détermination des contraintes en fonction de la valeur de l'excentricité e :

- Si $e \leq \frac{L}{6} \rightarrow \sigma = \frac{\sum N_i}{(B \times L)} \left(1 + \frac{3e}{L} \right)$
- Sinon $(e > \frac{L}{6}) \rightarrow \sigma = \frac{2 \times \sum N_i}{3B \left(\frac{L}{2} - e \right)}$

On refait les mêmes étapes de calcul pour chacune des combinaisons sismiques citées-plus haut, puis on prend la valeur maximale de la contrainte et on la compare avec la contrainte admissible du sol :

Il faut que : σ (la valeur maximale) $\leq 1.33 \sigma_{sol}$

Si la contrainte n'est pas vérifiée (elle dépasse la contrainte admissible du sol), nous augmentons la largeur B de la semelle jusqu'à où elle soit vérifiée, et ceci est notre cas, nous avons augmenté la largeur B de la semelle à **1.50 mètres** afin de vérifier la contrainte qui était égale à **245 KPa** (inférieure à **266 KPa**, $1.33 \sigma_{sol}$)

→ Finalement, la largeur de la semelle est égale à **1.50 mètres**

3- Détermination de la hauteur **h** de la semelle par la formule suivante :

$$h \geq \frac{B-b}{4} + 5 \text{ cm}$$

B et b sont respectivement la largeur de la semelle et le côté du poteau

$$h \geq 31,25 \text{ cm}$$

→ Nous avons pris h égale à **35 cm**

4- Détermination de la hauteur « h_t » de la nervure :

La hauteur h de la nervure doit satisfaire les 3 conditions suivantes :

a- Condition forfaitaire de coffrage : $\frac{L_{\max}}{8} \leq h_t \leq \frac{L_{\max}}{5}$

L_{\max} est la portée entre nus max au niveau de la semelle, $L_{\max} = 4.15 \text{ m}$

$$\rightarrow 51.88 \leq h_t \leq 83 \text{ cm (1)}$$

b- Condition de non cisaillement :

$$\tau_{u \max} = \frac{V_{u \max}}{b \cdot d} \leq \bar{\tau} = \min\left(0.15 \frac{f_{c28}}{\gamma_b}; 4 \text{ MPa}\right) = 2,5 \text{ MPa}$$

Avec : $d = 0,9 \cdot h_t$

$$\frac{V_{u \max}}{b \cdot 0,9h} \leq \bar{\tau}_u \quad \dots \rightarrow h \geq \frac{V_{u \max}}{0,9 \cdot b \cdot \bar{\tau}_u}$$

$V_{u \max}$ est l'effort tranchant maximal agissant sur la semelle filante.

c- Condition de rigidité

$$l_i \leq \frac{\pi}{2} \times l_e \quad \text{Avec : } l_e = \sqrt[4]{\frac{4EI}{kb}}$$

l_i : Distance maximal entre appui (L_{\max}) $l_i = 4.15 \text{ m}$

l_e : Longueur élastique.

E : Module d'élasticité du béton.

b : Largeur de la section de la nervure (elle est prise égale à la largeur des poteaux)

$$b = 0,45 \text{ m} .$$

K : Coefficient de raideur du sol $K = 40MN / m^2$

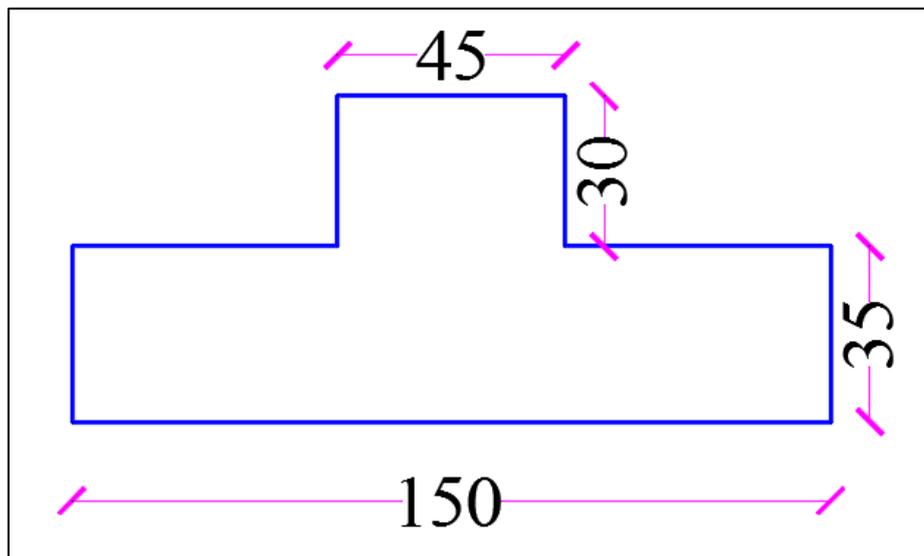
I : : Inertie de la section. $E = 32164,195MPa$

$$I \geq \frac{Kb}{4E} \left(\frac{2.l_i}{\pi} \right)^4 \rightarrow I \geq 0.0068 \text{ m}^4$$

$$I = \frac{b.h^3}{12} \rightarrow h \geq \sqrt[3]{\frac{12 \times 0,0068}{0,45}} = 0,57m \dots\dots\dots (3)$$

Dans notre étude, nous avons pris une hauteur de nervure égale à **65 cm** qui vérifie les **3 conditions** citées ci-dessus.

La vue en **coupe transversale** de la semelle filante est illustrée ci-dessous :



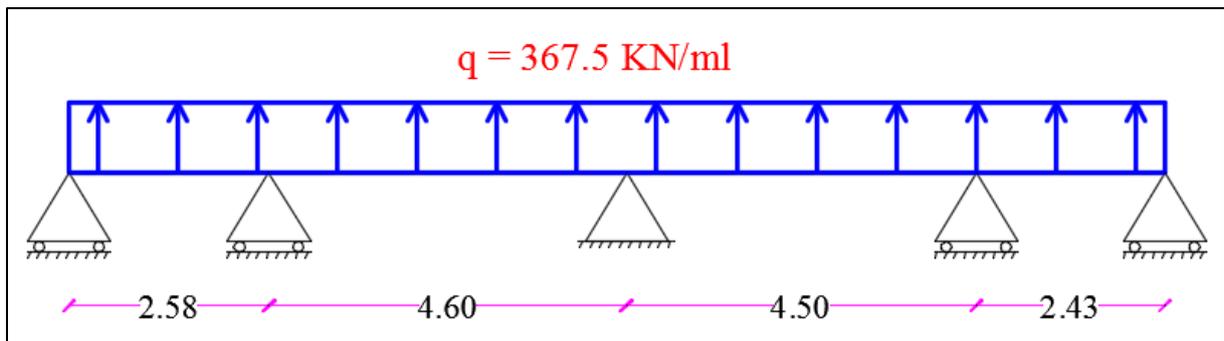
Et c'est à ce niveau qu'on s'est arrêté. Dans ce qui suit, nous allons déterminer le ferrailage de la semelle ainsi que celui de la nervure

Nous procédons d'abord à la détermination de la valeur de contrainte linéaire agissant sur la semelle :

Nous avons déjà trouvé que la valeur de la contrainte maximale est égale à **245 KPa (KN/m²)**, pour la convertir en une charge linéique, nous multiplions cette valeur par la largeur de la semelle.

$$\rightarrow q = \sigma \times 1.50 = 367.5 \text{ KN/ml}$$

Le schéma statique de la semelle est le suivant :



Nous procédons à la modélisation de cette poutre continue par le logiciel ETABS (*exactement de la même façon que nous l'avons appliqué pour le calcul des poutrelles*), puis nous retenons **les valeurs maximales en travée et sur appui**. On trouve :

$$M_{\text{travée}} = -365.64 \text{ KNm}$$

$$M_{\text{appui}} = 707.37 \text{ KNm}$$

Le calcul de ferrailage se fait en flexion simple avec une section en **Té renversé** (voir la coupe transversale de la semelle en haut)

a- Ferrailage en travée :

Le moment est **néгатif** (partie supérieure de la semelle est tendue), donc, la table de compression est comprimé, nous déterminons le moment dans le table :

$$M_{tu} = b \times h_0 \times (d-h_0/2) \times f_{bu} \Rightarrow M_{tu} = 4.12 \text{ MNm} > M_{\text{travée}} = 365.64 \text{ KNm}$$

→ On fait un calcul d'une section rectangulaire **$b \times h$** (**1.50 x 0.65**)

On fait le calcul sur la feuille de calcul EXCEL et on trouve :

$$A_{s, \text{travée}} = 15.95 \text{ cm}^2$$

La section des aciers en travée va être disposée dans **la partie supérieure de la nervure**

b- Ferrailage en appui :

Le moment est **positif** (partie inférieure de la semelle est tendue), donc, la table de compression est tendue, par conséquent, nous procédons au calcul en considérant une section **$b_0 \times h$** (**0.45x0.65**)

$$A_{s, \text{appui}} = 34.15 \text{ cm}^2$$

La section des aciers sur appui comprend le **ferraillage de la table de compression** (donc la semelle) plus le ferraillage de **la partie inférieure de la nervure**.

Maintenant, nous allons choisir le ferraillage à mettre dans la semelle filante nervurée :

a- Semelle :

La semelle (**B = 1.50 m**) représente la table de compression de **la section en T inversé**, on adopte généralement pour les semelles filantes des barres d'aciers **espacées de 15 cm**, aussi bien pour les aciers longitudinaux que pour les aciers transversaux, dans notre cas, nous optons pour une section en **10T14 (15.39 cm²)**, tandis que pour les aciers transversaux, nous optons pour une section en **T12/e = 15 cm**

b- nervure :

- Partie inférieure :

Le calcul de ferraillage sur appuis (partie inférieure) nous a donné une section de **34.15 cm²**, et une partie de cette section est prise par la semelle (**15.39 cm²**), donc la section de la nervure est égale à :

$$A_{\text{nervure, inf}} = 34.15 - 15.39 = \mathbf{18.76 \text{ cm}^2}$$

On opte pour une section en **4T20 + 4T16 → 20.61 cm²**

En conclusion, le ferraillage sur appui adopté de la semelle est composé de :

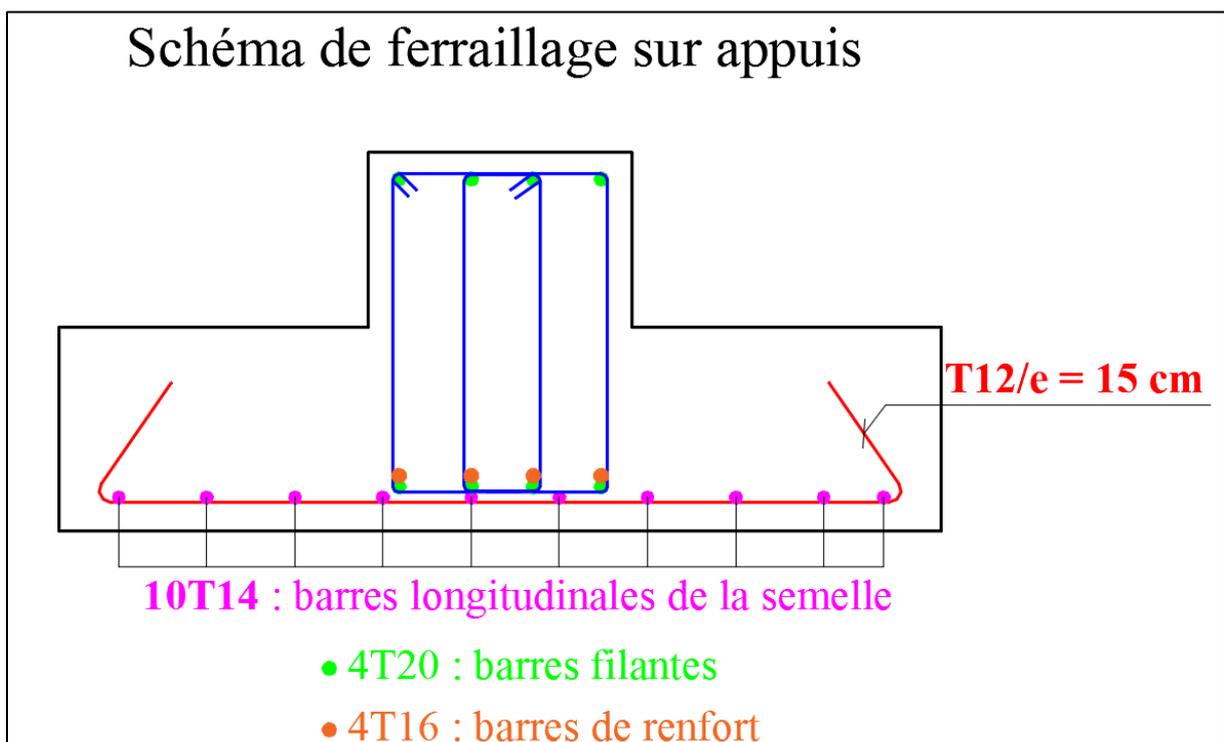
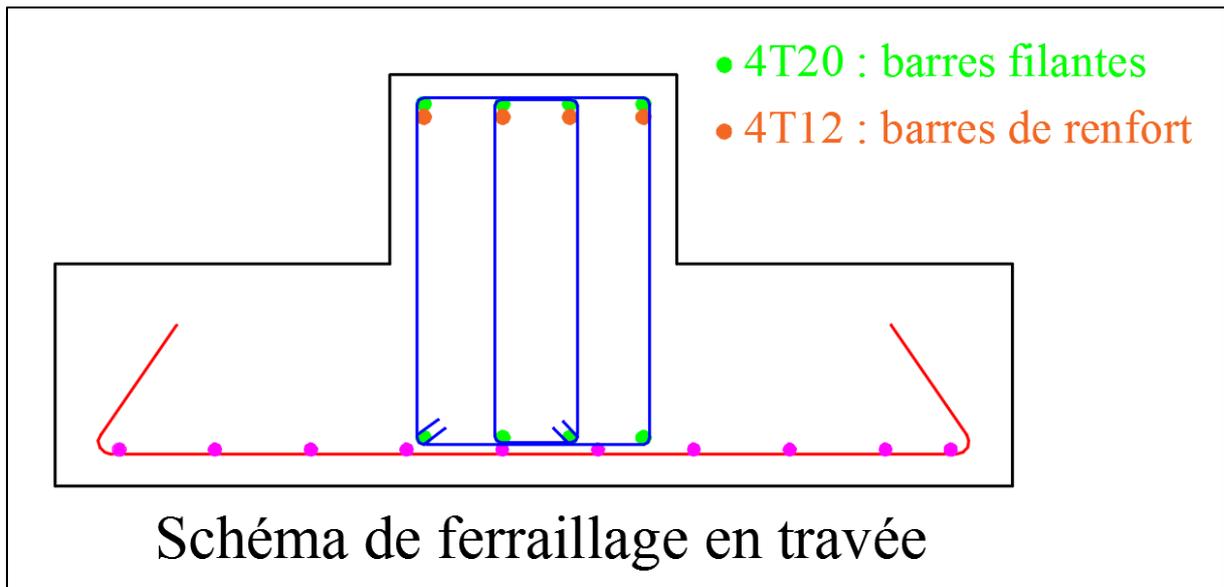
- 10T14 (aciers longitudinaux de la semelle)
- 4T20 (aciers filants de la nervure)
- 4T16 (barres de renforts en appuis)

→ **La section totale est égale à 36 cm²**

- Partie supérieure :

Nous avons trouvé une section en **15.95 cm²**, On adopte une section en **4T20 + 4T12 (17.09 cm²)**

Voici les schémas de ferraillage de la semelle :



N.B : Pour le ferrailage transversal de la nervure, les mêmes règles appliquées pour les poutres et les poutrelles sont applicables aux nervures