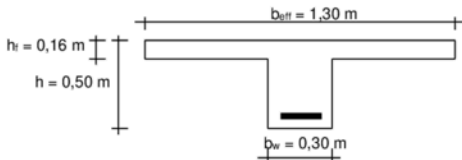


1. DEFINITIONS

1.1. Géométrie

On considère la poutre de section constante dont la géométrie est définie ci-dessous, de portée $l_{eff} = 5,0$ m. La largeur $(2.b_1 + b_w)$ entre axes de dalle portée est de 6,00 mètres.



Hauteur utile $d = 0,9.h = 0,45$ m (classe XC1)

1.2. Matériaux

Le béton est un C25/30, de résistance à la compression $f_{ck} = 25$ MPa.

Les aciers ont une limite d'élasticité $f_{yk} = 500$ MPa et sont de classe de ductilité B.

1.3. Conditions d'exploitation

La classe structurale du bâtiment est la classe S4.

La classe d'exposition de la poutre sera considérée XC1 ($c_{nom} = 25$ mm).

2. ACTIONS

Les actions suivantes sont à prendre en compte

2.1. Actions permanentes

Poids propre de la poutre

Poids propre de la dalle qui s'appuie sur la poutre

Charge permanente additionnelle sur la dalle : $g_{ad} = 1$ kN/m²

2.2. Actions variables

Charge d'exploitation sur la dalle : $q = 2,5$ kN/m²

2.3. Combinaisons d'actions

Déterminer les valeurs des actions permanentes et variables qui s'exercent sur la poutre.

Déterminer les valeurs de la combinaison ELU fondamentale.

3. SOLLICITATIONS

3.1. Moment fléchissant

Le moment à l'état limite de service de la poutre isostatique associée est M_{0Ed} .

S'agissant d'une poutre continue, le moment maximum sur appui $M_{a,Ed}$ est égal à $0,55.M_{0Ed}$ et le moment maximal en travée $M_{t,Ed}$ est égal à $0,60.M_{0Ed}$.

Déterminer les valeurs des moments fléchissants sur appui et en travée, pour la combinaison ELU fondamentale.

4. JUSTIFICATIONS VIS-A-VIS DES SOLLICITATIONS NORMALES

4.1. Section sur appui

Définir la géométrie de la section résistante.

Calculer le moment réduit μ_u , les valeurs de α et de β et la section d'acier nécessaire A pour vérifier l'état limite ultime de résistance.

4.2. Section en travée :

Définir la géométrie de la section résistante.

Vérifier que la largeur de la table de compression est compatible avec la largeur maximale autorisée.

Calculer le moment réduit μ_u , les valeurs de α et de β et la section d'acier nécessaire A pour vérifier l'état limite ultime de résistance.

5. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

Déterminer les armatures minimales de la poutre et le ferrailage retenu sur appui et en travée, en précisant le diamètre des aciers de flexion retenu et leur nombre. Représenter la section de la poutre.

6. DIMENSIONNEMENT D'UNE SECTION EN TE FORTEMENT SOLLICITEE

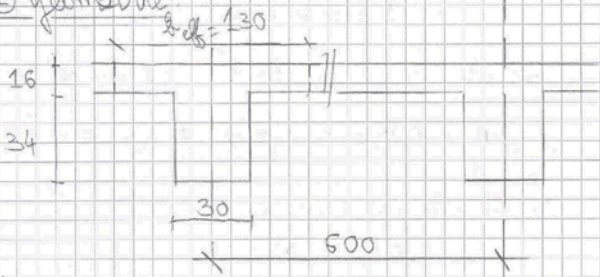
On considère que la section précédente est sollicitée en travée par un moment $M_{t,Ed} = 1300 \text{ kN.m}$

Faire le dimensionnement de cette section en flexion ELU avec cette nouvelle valeur de moment sollicitant :

- Définition de la géométrie de la section résistante.
- Application de la méthodologie présentée à la fin du chapitre 3 du polycopié
- Choix de la section d'armatures
- Vérification du centre de gravité des armatures retenues et de la compatibilité avec l'hypothèse sur la hauteur utile d

Dimensionnement d'une section en T en flexion simple ELU

1) Géométrie:



Hauteur utile $d = 0,45m$.

* matériaux:

Béton C25/30

acier B500 classe de ductilité B

* conditions d'exploitation:

- classe d'exposition XC1

- $C_{min} = 25mm$

2) Actions:

ⓐ - poids propre dalle: $2,5 \times 0,16 \times 6 = 2,4$

" " retombées: $2,5 \times 0,30 \times 4 = 3,5$

$q_{ad} (1kN/m^2)$: $1 \times 6 = 6$

$\Sigma = 32,55 kN/ml$

ⓑ - exploitation: $2,5 \times 6 = 15 kN/ml$

③ sollicitations:

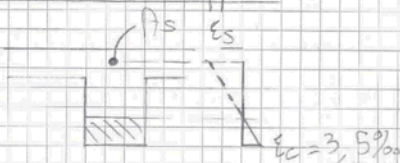
$$M_{0,Ed} = (1,35g + 1,5q) \times \frac{1}{8} = 207,6 \text{ kN.m}$$

$$M_{a,Ed} = 0,55 \times 207,6 = 114,2 \text{ kN.m}$$

$$M_{t,Ed} = 0,50 \times 207,6 = 103,8 \text{ kN.m}$$

④ Justifications vis-à-vis des sollicitations normales

4.1 Section sur appui:



La table de compression est citée tendue

⇒ Calcul en section rectangulaire 30x50cm

$$\mu = \frac{M_{0,Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,113$$

$\frac{0,30}{1,5} \quad \frac{0,45^2}{1,5} \quad \frac{2,5}{1,5}$

$\alpha = 0,250$
 $\beta = 0,940$

$$A_s = \frac{M_{0,Ed}}{\beta \cdot d \cdot \sigma_s} = 5,2 \text{ cm}^2$$

$$0,94 \times 0,45 \quad \frac{500}{1,15}$$

4.2 Section en travée:

Il s'agit d'une section en T car la table de compression est citée comprimée

* Vérification de la largeur de la section en I_c :

$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w$$

$$b_{eff,i} = 0,2 b_i + 0,1 l_0$$

travée intermédiaire $l_0 = 0,7 \times l = 3,5 \text{ m}$.

$$b_1 = b_2 = \frac{5 - 0,3}{2} = 2,35 \text{ m}.$$

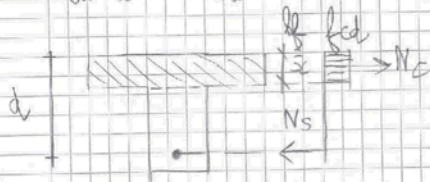
$$\Rightarrow b_{eff} = (0,2 \times 2,35 + 0,1 \times 3,5) \times 2 + 0,30 = 2,14 \text{ m}.$$

Il s'agit de la largeur maximale mobilisable.

Il est possible de retenir une largeur plus faible. Ici $1,30 \leq 2,14$ OK

* Calcul des armatures:

On est sûr de l'axe neutre?

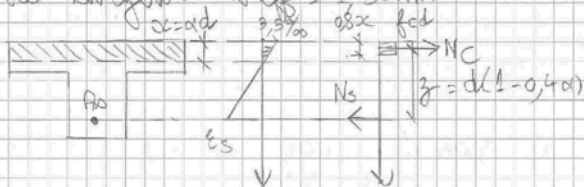


moment résistant de la table:

$$\begin{aligned} M_{R_T} &= b_{eff} \times \eta \times f_{cd} \times (d - 0,5 \times \eta) \\ &= 1,30 \times 0,16 \times 2,5 \times (0,45 - 0,5 \times 0,16) \end{aligned}$$

$$M_{RT} = 12983 \text{ kN.m}$$

$M_{E,ed} < M_{RT} \Rightarrow$ AN dans la table
on considère une section rectangulaire
de largeur $b_{eff} = 130 \text{ mm}$.



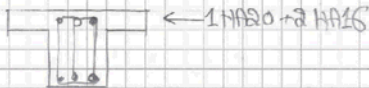
$$\mu_x = \frac{M_{E,ed}}{b_{eff} \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = 0,028$$

$\alpha = 0,036$
 $\beta = 0,986$

$$A_s = \frac{M_{E,ed}}{\sigma_{s,d}} = 6,5 \text{ cm}^2$$

5) Dispositions constructives:

$\frac{b_w}{10} = 3 \Rightarrow 3$ armatures par lit
sur appui : 1 lit 2 HA16 + 1 HA20



- en travée: 2 lits de 3 HA12

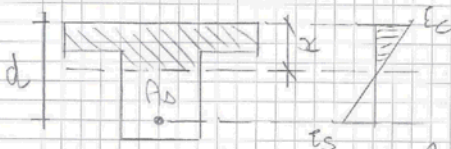


2 lits de 3 HA12

5) Dimensionnement d'une section en T équilibrée.

On conserve la section en T étudiée précédemment, mais qui est sollicitée par un moment $M_{Ed} = 1300 \text{ kN.m}$

$M_{Ed} > M_{RT} \Rightarrow$ axe neutre dans la nervure:



On décompose en 2 la section en T:
effort repris par les ailes:

$$N_{\text{ailes}} = (b_{\text{eff}} - b_w) \times h_f \times f_{cd} \quad 1,3 \quad 0,3 \quad 0,15 \quad 25/15$$

$$= 2,67 \text{ MN}$$

$$M_{Rd1} = N_{\text{ailes}} \times \left(d - \frac{h_f}{2} \right) = 0,987 \text{ MN}$$

$$= 987 \text{ MN}$$

effort repris par la nervure:

$$M_{Eda} = M_{t,Ed} - M_{Rd1} \\ = 1300 - 987 = 313 \text{ kNm}$$

$$\mu = \frac{M_{Eda}}{b \cdot w \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{313}{0,3 \cdot 0,45^2 \cdot \frac{25}{1,5}} = 0,309 \leq 0,372$$

$$\alpha = 0,477$$

$$\beta = 0,809$$

$$A_s = \frac{N_{carles}}{\sigma_s} + \frac{M_{Eda}}{\beta d \cdot \sigma_s} \quad \sigma_s = \frac{500}{1,15}$$

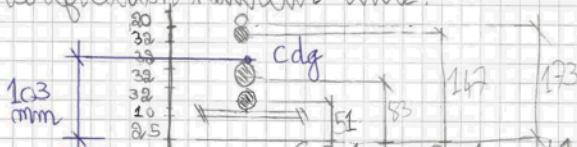
$$= 61,4 + 19,8$$

$$A_s = 81,2 \text{ cm}^2$$

$$1 \text{ HA} 32 + 3 \text{ HA} 20 = 81,8 \text{ cm}^2 \text{ OK}$$

(4 lits)

Vérification hauteur utile:



$$\text{cdg des armatures: } \begin{cases} 51 \times 8,04 = 410 \\ 83 \times 8,04 = 667 \\ 147 \times 8,04 = 1182 \\ 173 \times 3,14 = 543 \end{cases}$$

$$\Sigma = 2802$$

$$d_1 = \frac{2802}{273} = 10,3 \text{ mm} > 50 \text{ mm}$$

\Rightarrow faut diminuer d!