

Chapitre III :

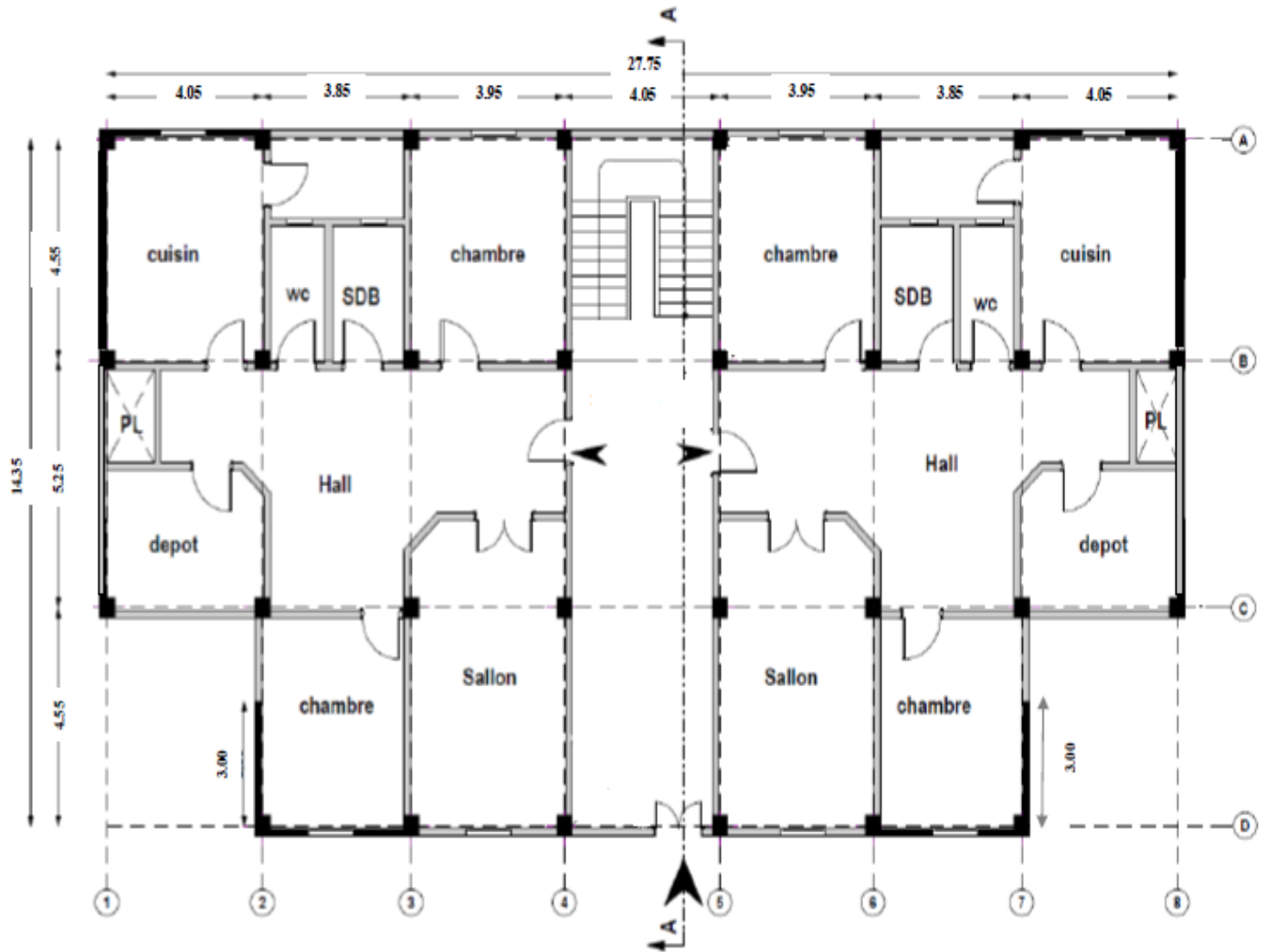
Exemple de calcul :

Figure 1: Vue en plan de RDC et étage courant du bâtiment.

Palliasse

$G=10.186\text{KN/ml}$

$Q=2.5\text{ KN/ml}$

Palier

$G=6.02\text{ KN/ml}$

$Q=2.5\text{ KN/ml}$

$f_e E400 ; F_{C28}=25\text{ MPa}$

III.1 Calcul des escaliers

III.1.1 Définition

Les escaliers constituent la famille la plus employée des circulations verticales. En effet, quel que soit le type de bâtiment, ils sont indispensables soit à titre de circulation principale, comme dans une maison individuelle, soit à titre de circulation de service ou de secours dans un immeuble collectif ou dans un établissement recevant du public.

Plusieurs dispositifs permettent de passer d'un niveau à un autre, en fonction de la dénivellation et de la longueur disponible, c'est-à-dire de l'inclinaison de la pente la plus faible à la plus inclinée.

III.1.2 Exemple de calcul :

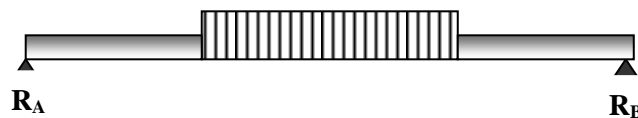
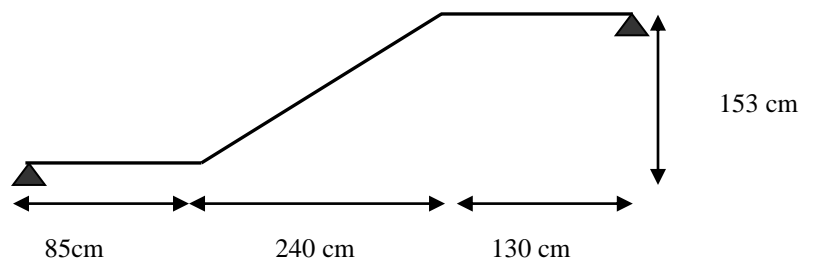
➤ Schéma statique

Palliasse : $G_1=10.186\text{KN/ml}$

$Q_1=2.5\text{ KN/ml}$

Palier : $G_2=6.02\text{ KN/ml}$

$Q_2=2.5\text{ KN/ml}$



III.1.3 Charges et surcharges

Palliasse : $G_1=10.186\text{ KN/m}^2$

$Q_1=2.5\text{ KN/m}^2$

Palier : $G_2=6.02\text{ KN/m}^2$

$Q_2=2.5\text{KN/m}^2$

III.1.4 Combinaisons des charges

a) Calcul des charges à l'ELU et l'ELS

Le calcul se fait pour une bande de 1 ml.

a) Palliasse

L'ELU

$$qu_1 = 1.35 G_1 + 1.5 Q_1 \Rightarrow qu_1 = 1.35 \cdot 10.186 + 1.5 \cdot 2.5$$

$$qu_1 = 17.50\text{KN/ml}$$

L'ELS

$$q_{ser1} = G_1 + Q_1 \Rightarrow q_{ser1} = 10.186 + 2.5$$

$$q_{ser1} = 12.686 \text{ KN/ml}$$

b) Palier

L'ELU

$$q_{u2} = 1.35 G_2 + 1.5 Q_2 \Rightarrow q_{u2} = 1.35 \cdot 6.02 + 1.5 \cdot 2.5$$

$$q_{u2} = 11.877 \text{ KN/ml}$$

L'ELS

$$q_{ser2} = G_2 + Q_2 \Rightarrow q_{ser1} = 6.02 + 2.5$$

$$q_{ser2} = 8.52 \text{ KN/ml}$$

Tableau III.1: Combinaisons des charges l'escalier.

Combinaisons	Paillasse (KN/ml)	Palier (KN/ml)
ELU	17.50	11.877
ELS	12.686	8.52

L'escalier travaille à la flexion simple en considérant la dalle comme une poutre uniformément chargée et en tenant des types d'appuis sur lesquels elle repose.

Pour déterminer les sollicitations, on a deux méthodes de calcul qui sont les suivantes :

- La méthode des charges équivalentes.
- La méthode R.D.M.

b) Diagrammes des moments fléchissant et efforts tranchants

Type N°1 :

ELU :

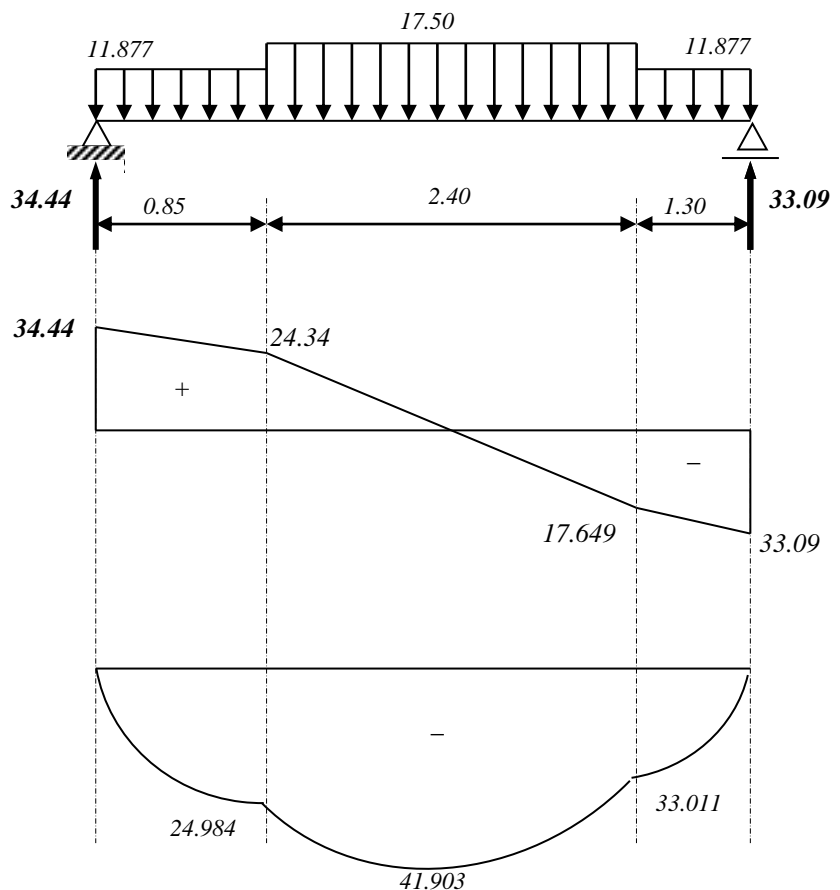


Figure III.1: Diagrammes de moment fléchissant et de l'effort tranchant à l'ELU.

Tableau III.2: Tableau récapitulatif des sollicitations.

	M_{max} (KN.m)	M_a (KN.m)	M_t (KN.m)	T_u (KN)
E.L.U	41.903	12.570	35.617	34.44
E.L.S	26.945	8.083	22.903	24.87

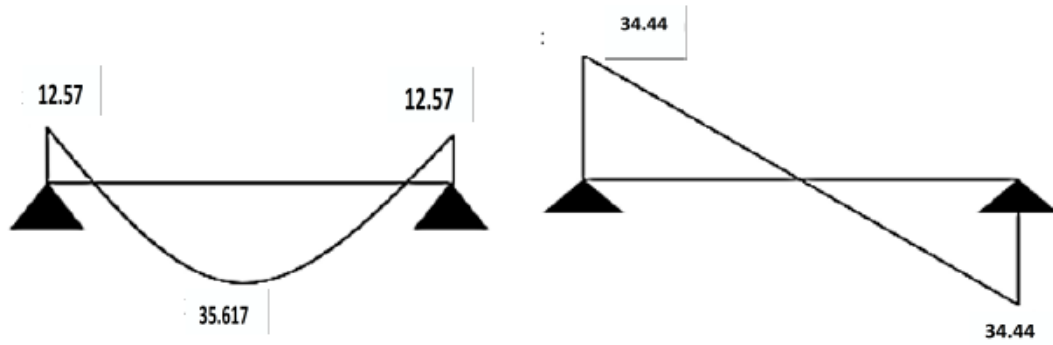


Figure III.2: Moments et efforts tranchants á **E.L.U**.

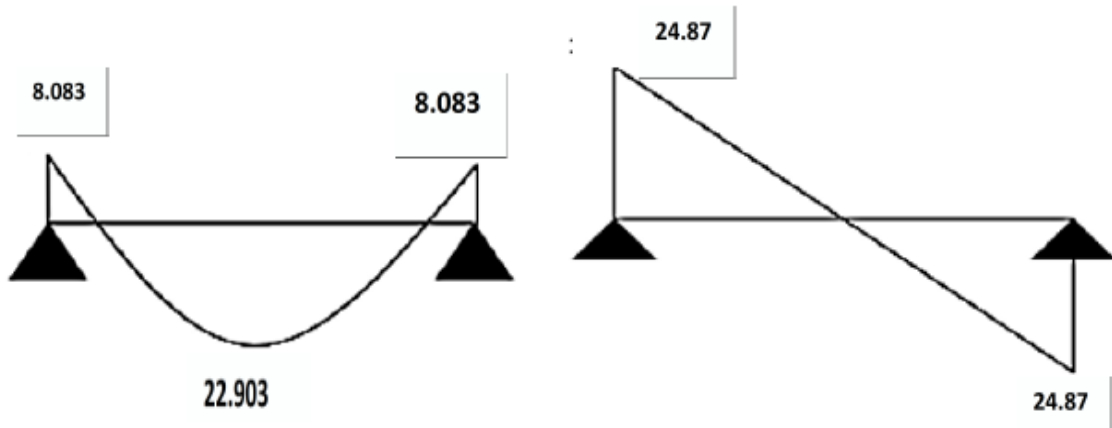


Figure III.3: Moments fléchissant et efforts tranchants á **E.L.S**.

III.1.5. Calcul de ferrailage

Type N°1 :

- ❖ Armatures longitudinales
- ❖ Travée

$$f_{bu} = \frac{0.85 * f_{c28}}{\gamma_b} = \frac{0.85 * 25}{1.5} = 14.2MPa$$

$$f_s = \frac{f_e}{\gamma_b} = \frac{400}{1.5} = 348MPa$$

$$\mu = \frac{M_U}{b * d^2 * \sigma_b} = \frac{35.617 \times 10^3}{14.2 \times (16.2^2 \times 100)} = 0.095 < 0.392$$

Section simplement armé.

$$A'_s = 0$$

$$\alpha = 1.25(1 - \sqrt{1 - 2u}) = 0.125$$

$$\beta = (1 - 0.4\alpha) = 0.95$$

$$A_s = \frac{M_u}{\beta \times d \times \sigma_s} = \frac{35.617 \times 10^3}{348 \times 0.95 \times 16.2} = 6.65 \text{ cm}^2$$

❖ **Conditions non fragilité**

$$A_{\min} = \max \left\{ \frac{b \times h}{1000}, 0.23 \times b d \times \frac{f_{t28}}{f_e} \right\} = \max \left\{ \frac{100 \times 18}{1000}, 0.23 \times 100 \times 162 \times \frac{2.1}{400} \right\} = \max \{1.8, 1.95\} \text{ cm}^2$$

$$A_{\min} = 1.95 \text{ cm}^2 < 6.65 \text{ cm}^2$$

On pond **5HA14 ; 7.69 cm²**

❖ **Espacement :**

$$S_t \leq \min \{3ep, 33 \text{ cm}\} = 33 \text{ cm}$$

$$S_t = \frac{100}{4} = 25 \text{ cm}$$

❖ **Armature de répartition**

$$A_r = \frac{A_s}{4} = \frac{7.69}{4} = 1.922 \text{ cm}^2$$

On pond **4HA8 ; 2.00 cm²**

❖ **Espacement entre les armatures**

$$S_t \leq \min \{4h, 45 \text{ cm}\} = \min \{72, 45\}$$

$$S_t \leq 45 \text{ cm}$$

$$S_t = 33 \text{ cm}$$

❖ **Ferraillage aux appuis**

$$M_u = 12.57 \text{ KN.m}$$

$$\mu = \frac{12.57 \times 10^3}{14.2 \times 100 \times 16.2^2} = 0.033 < 0.392$$

$$A' = 0$$

$$\alpha = 1.25(1 - \sqrt{1 - 2\mu}) = 0.041$$

$$\beta = (1 - 0.4\alpha) = 0.98$$

$$A_u = \frac{12.57 \times 10^3}{0.98 \times 384 \times 16.2} = 2.27 \text{ cm}^2$$

Condition de fragilité

$$A_{\min} = \max \left\{ \frac{b \times h}{1000}; 0.23 * b * d * \frac{f_{t28}}{f_e} \right\} = \max \{1.8; 1.95\}$$

$$A_{\min} = 1.95 \text{ cm}^2 < 2.27 \text{ cm}^2$$

On prend: **4HA10 S=3.15 cm²**

Espacement

$$S_t \leq \min \{3ep, 33cm\} = 33cm$$

$$S_t = \frac{100}{4} = 25cm$$

Armature de répartition

$$A_r = \frac{A_s}{4} = \frac{3.15}{4} = 0.80cm^2$$

On prend: **3HA8 S=1.51 cm²**

Vérification à E.L.S

On vérifie que : $\sigma_b = \frac{M_{ser}}{I} y \leq \bar{\sigma}_{bc}$

$$\frac{b}{2} \times y^2 + h \times A'_s (y - c') - n \times A_s (d - y) = 0$$

Avec $\rightarrow n = 15$

$$h \times A'_s (y - c') = 0$$

Travée :

$$\frac{100}{2} y^2 - 15 \times 7.69(16.2 - y) = 0$$

$$50y^2 + 115.35y - 1868.67 = 0$$

$$y^2 + 2.307y - 37.37 = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = 154.80$$

$$y = \frac{-2.772 + 13.6861}{2} = 5.06$$

$$I = \frac{b \times y^3}{3} + n \times A_s (d - y)^2$$

$$I = \frac{100 \times 5.06^3}{3} + 15 \times 7.69 \times (16.2 - 5.06)^2 = 18633.35cm^4$$

$$\sigma_b = \frac{22.903 \times 10^5 \times 5.06}{18633.35 \times 10^2} = 6.21MPa < \bar{\sigma}_b = 15 MPa \quad \Rightarrow OK$$

Tableau III.3: Vérification des contraintes à l'ELS.

	M _{ser} (KN.m)	A _s (cm ²)	Y (cm)	I (cm ⁴)	σ _{bc} (MPa)	σ _b ≤ σ _b
Travée	22.903	7.69	5.06	18633.35	6.21	CV
Appuis	8.083	3.15	3.47	9049.72	8.78	

❖ **Vérification de la contrainte de cisaillement**

$$T_{max} = 34.44KN$$

$$\tau_u \leq \bar{\tau}_u$$

$$\tau_u = \frac{v_u}{b \times d} = \frac{34.44 \times 10^3}{162 \times 1000} = 0.212MPa$$

❖ **La fissuration est considérée comme peu préjudiciable**

$$\bar{\tau}_u = \min \left\{ 0.2 \times \frac{f_{c28}}{\gamma_b}; 5MPa \right\} = \min \{3.33MPa; 5MPa\}$$

$$\tau_u = 0.212 < 3.33 \rightarrow CV$$

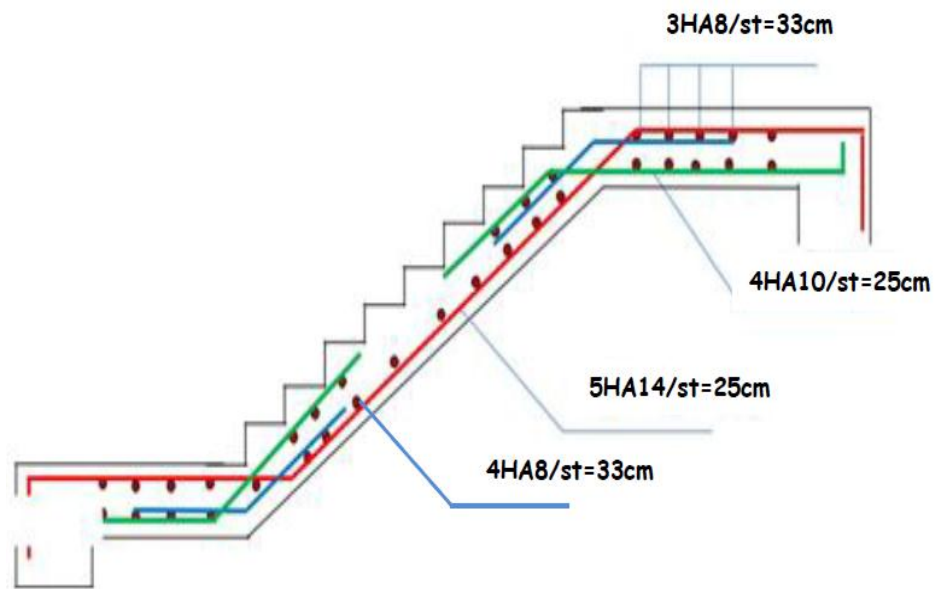


Figure III.4: Schéma de ferrailage d'escalier.