

### **3. Calcul des éléments secondaires (non porteurs)**

**1. Acrotère**

**2. Balcon**

**3. Plancher en :**

- **corps creux**
- **dalles pleines**

**4. Escalier**

## 3.1. Acrotère

L'acrotère est une construction complémentaire sur la plancher terrasse ayant pour objectif d'étanchéité et destinée essentiellement à protéger les personnes contre la chute.

L'acrotère est un système isostatique assimilable à une console encastrée au plancher terrasse, la section la plus dangereuse se trouve au niveau de l'encastrement.

Elle est sollicitée par son poids propre (G) et une poussée horizontale.

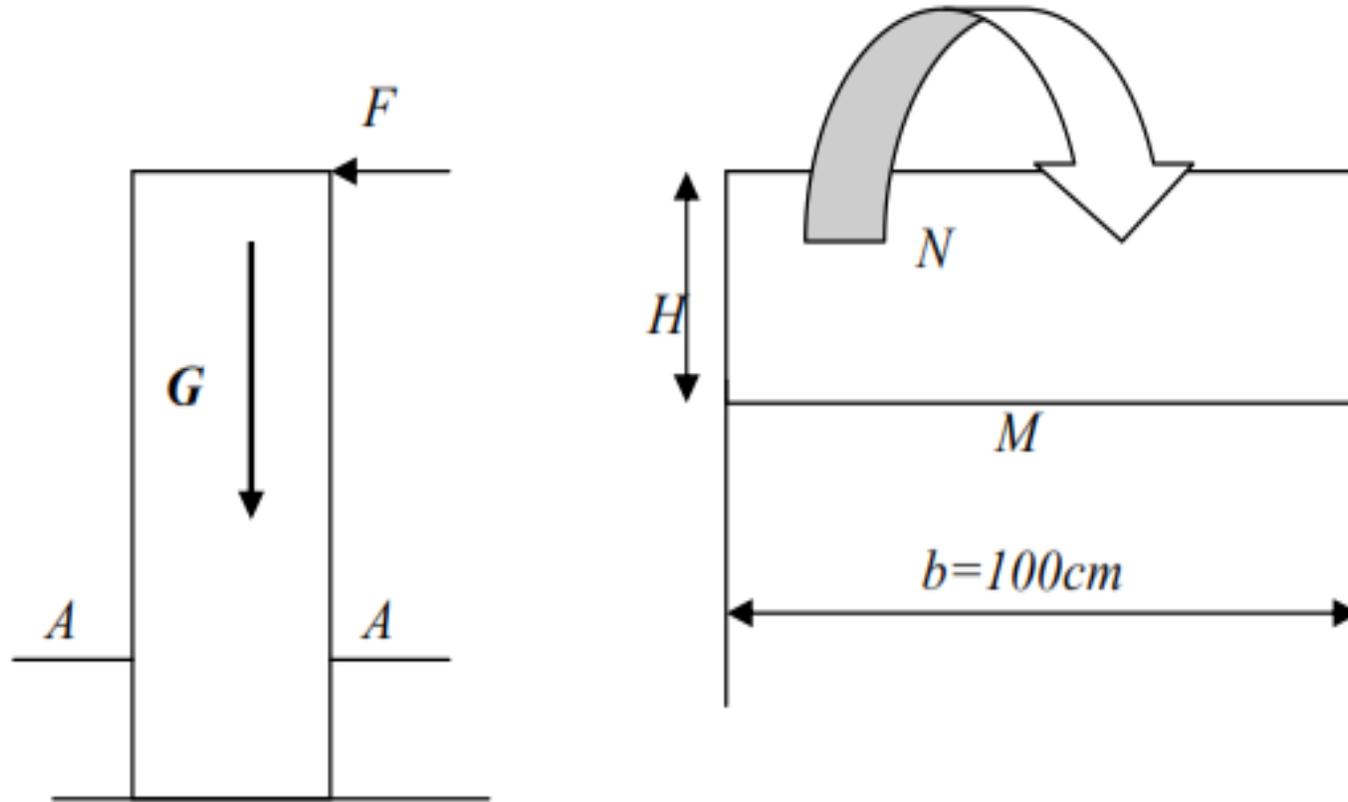
$F = \max (F_p, F_q)$  avec :  $F_p = 4AC_pW_p$  (**RPA 99 version 2003 page 43**).

A : coefficient d'accélération de zone.

$C_p$  : facteur de force horizontale.

$F_q$  : la poussée horizontale  $F_q = 100\text{kg/ml}$ .

Le calcul est effectué sur une bande de 1m de largeur, la console sera calculée en flexion composée.

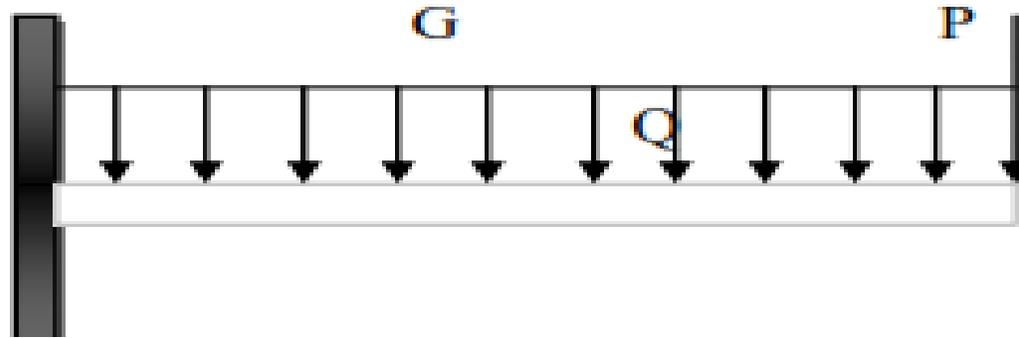


*Figure 01 : Efforts agissants un acrotère.*

## 3.2. Balcon

Le balcon est une dalle pleine considérée encastree dans les poutres, il est calculé comme une console et ferraillee en flexion simple.

Le balcon est soumis à une charge permanente  $G$  (poids propre), charge concentrée à l'extrémité libre  $P$  (poids de mur ou de garde-corps), et une charge d'exploitation  $Q$ .



*Figure 02 : Schéma statique d'un balcon.*

## 3.3.1. Plancher en corps creux

### 3.3.1.1. Méthode de calcul :

Il existe plusieurs méthodes pour le calcul des poutrelles :

#### a. Méthode forfaitaire :

Le règlement BAEL 91 propose une méthode simplifiée dite « méthode forfaitaire », cette méthode s'applique pour les conditions suivantes :

- 1- la charge d'exploitation  $Q \leq \max (2G, 5\text{KN/m}^2)$
- 2- Poutre à d'inerties transversales constantes ( $I=\text{cte}$ )
- 3- Le rapport des portées successives est compris entre  $0,8 \leq L_i/L_{i+1} \leq 1,25$
- 4- Fissuration peu préjudiciable.

## b. Principe de calcul :

Selon le BAEL 91, les valeurs de  $M_w$ ,  $M_t$ ,  $M_c$  doivent vérifier les conditions suivantes :

### Travée de rive :

$$\bullet M_t \geq \max [( \max [1,05M_0, (1+0,3\alpha) M_0] - (M_w+M_c)/2 ), (1,2+0,3\alpha) M_0/2]$$

### Travée intermédiaire :

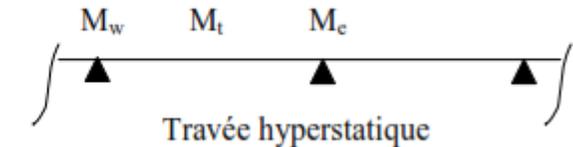
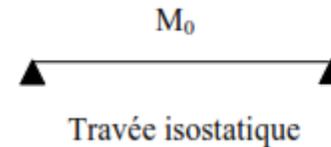
$$\bullet M_t \geq \max [( \max [1,05M_0, (1+0,3\alpha) M_0] - (M_w+M_c)/2 ), (1+0,3\alpha) M_0/2]$$

$M_0$  : Le moment maximal dans la travée indépendante.       $M_0$ : moment isostatique  $\frac{PL^2}{8}$

$M_t$  : Le moment maximal dans la travée étudiée.

$M_w$  : Le moment sur l'appui gauche de la travée.

$M_c$  : Le moment sur l'appui droit de la travée.



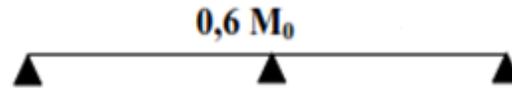
$\alpha$  : Le rapport du charge d'exploitation (Q) à la somme de charges permanente (G) et d'exploitation (Q) :

$$\alpha = Q/Q+G$$

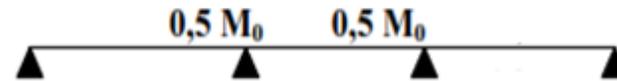
### c. Valeurs des moments sur appuis :

Les valeurs absolues des moments sur appuis doivent être comme suit :

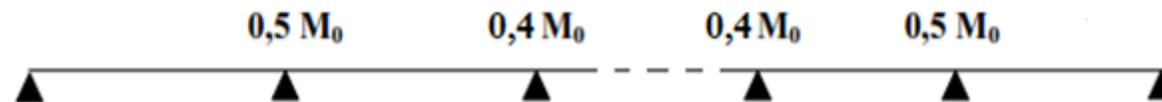
- cas de deux travées :



- cas de trois travées :



- cas de plusieurs travées :



#### d. Effort tranchant :

L'étude de l'effort tranchant permet de déterminer les armatures transversales et l'épure d'arrêt des armatures longitudinales.

Le règlement BAEL.91, prévoit que seul l'état limite ultime est vérifié :

$$T_w = \frac{q_u \cdot L}{2} + \frac{M_w - M_c}{L}$$
$$T_c = -\frac{q_u \cdot L}{2} + \frac{M_w - M_c}{L}$$

$q_u$  : La charge à l'ELU

*Pour calculer les sollicitations à l'état limite de service, il suffit de multiplier les résultats obtenus par le rapport : ( $q_s / q_u$ )*

### 3.3.1.2. Méthode de Albert Caquot :

La méthode s'applique essentiellement aux poutres – planchers des constructions industrielles, c'est-à-dire  $Q > 2 G$  ;  $Q > 5 \text{ KN}$ .

Elle peut aussi s'appliquer lorsqu'une des conditions de la méthode forfaitaire n'est pas validée.

#### a. Principe de calcul :

- La méthode consiste à calculer le moment sur chaque appui d'une poutre continue en considérant uniquement les travées qui encadrent l'appui considéré, cette méthode de continuité simplifiée car le moment fléchissant sur un appui ne dépend que des charges sur les travées qui lui sont adjacentes.
- On peut prendre de 1 jusqu'à 1/3 des charges permanentes appliquées pour le calcul des moments sur appui. De préférence (2/3)

$$1,35(2G/3) + 1,5Q$$

Béton armé BAEL 91 modifié 99 et DTU associés « Page 57 »

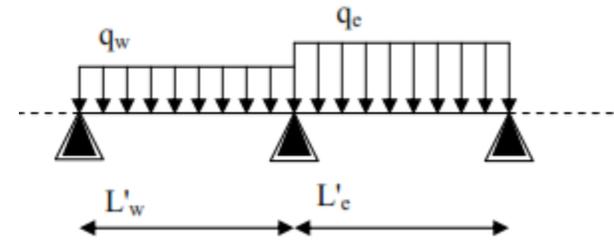
## b. Valeurs des moments sur appuis :

Afin de calculer le moment sur appui il faut déduire les longueurs fictives suivantes :

- $L' = L$  : pour les travées de rive;
- $L' = 0,8 L$  : les travées intermédiaires.

Le moments sur appui peut égale à :

$$M_a = - \frac{P_w l_w^3 + P_e l_e^3}{8.5 (l_w + l_e)}$$



- $M_a$  = Moment sur appui;
- $P_w$  et  $P_e$  = charges uniformes sur les travées de gauche et de droite;
- $l_w$  et  $l_e$  = portées fictives des travées de gauche et de droite;

### c. Valeurs des moments en travée :

Les moments en travée sont calculés en considérant les travées réelles (de portée  $L$ , non fictives  $L'$ ). Comme dans l'évaluation des moments sur appuis, on ne considère que les deux travées adjacentes à la travée étudiée.

Le moment est maximal au point ( $X$ ) d'effort tranchant nul :

$$X \text{ (m)} = \frac{l}{2} - \frac{M_w - M_e}{ql'}$$

Le moment maximal ( $M(x)$ ) en travée :

$$M(x) = \frac{ql}{2}x - \frac{qx^2}{2} + M_w \left(1 - \frac{x}{l}\right) + M_e \frac{x}{l}$$

$M_w$  : moment sur l'appui gauche ;

$M_e$  : moment sur l'appui droit ;

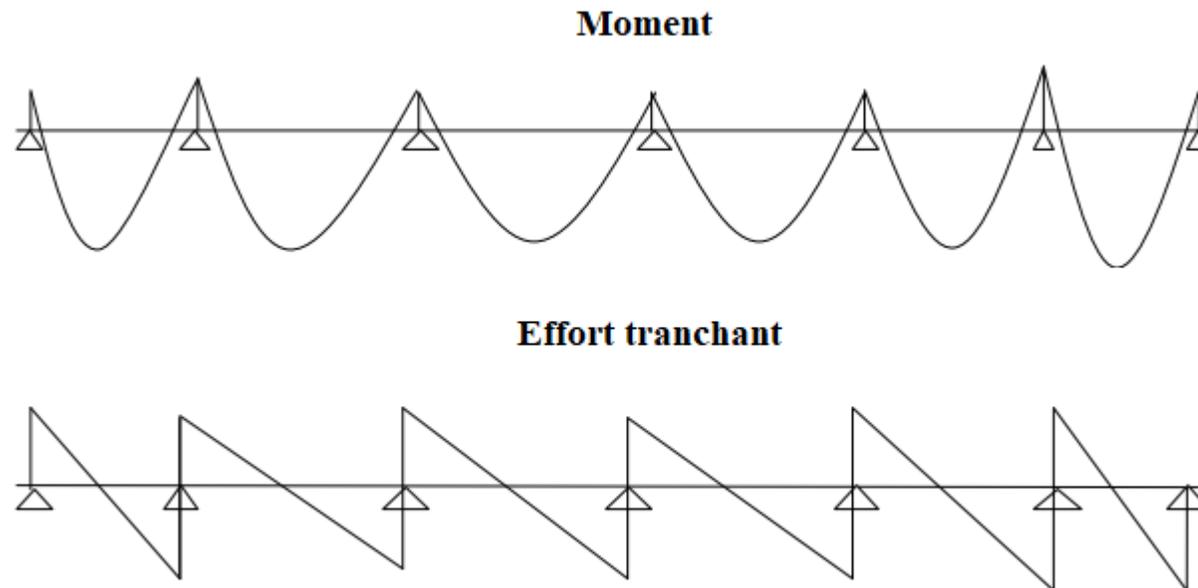
$q$  : charge appliquée sur la travée ;

$l$  : longueur réelle de la travée.

#### d. Effort tranchant

Les efforts tranchants sur appuis ( $V_w$  appui de gauche et  $V_e$  appui droit) sont calculés comme suit :

$$V_w = \frac{M_w - M_e}{L} - \frac{q \cdot L}{2} \qquad V_e = V_w + qL$$



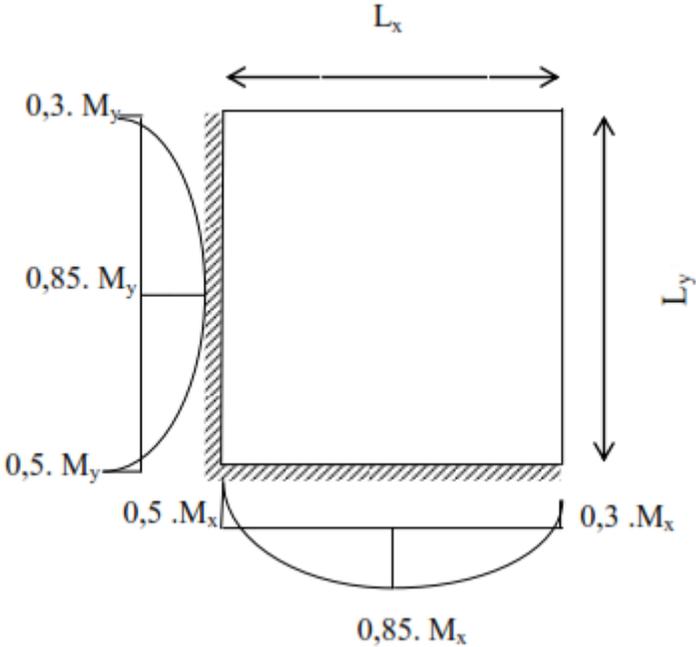
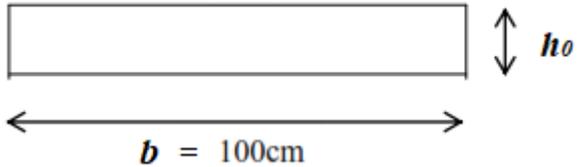
*Figure 03 : Exemple d'un diagramme des moments et des efforts tranchants.*

# 3.3.2. Plancher en dalle pleine

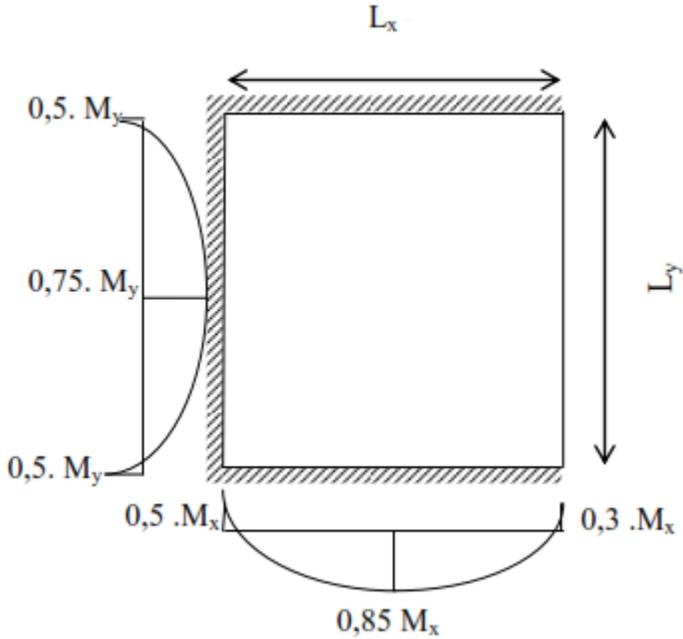
Les dalles sont des éléments rectangulaires de dimensions  $L_x$  et  $L_y$  avec ;  $L_x < L_y$

Le calcul des dalles pleines se fait sur une bande de  $b = 1 \text{ m}$

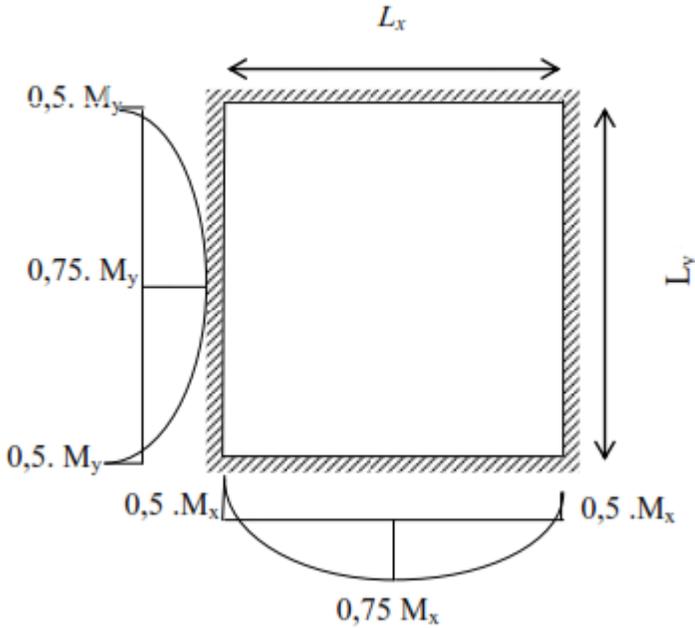
## a. Types des panneaux:



1. Panneau d'angle



2. Panneau de rive



3. Panneau intermédiaire

## b. Calcul des sollicitations :

Sens Lx	Sens Ly
$M_{0x} = \mu_x \cdot P_u \cdot L_x^2$	$M_{uy} = \mu_y \cdot M_{0x}$
Avec pour les coefficients $\mu_x$ . et $\mu_y$	
$\mu_x = \frac{1}{8(1 + 2,4 R^3)}$	$\mu_y = R^3 \cdot (1,9 - 0,9 \cdot R) \geq \frac{1}{4}$

• à ELU :

$$P_u = (1,35G + 1,5Q)b$$

• à ELS :

$$P_{ser} = (G + Q)b$$

$$R = L_x / L_y$$

Les hauteurs utiles ( $d_x$  ;  $d_y$ ) dans les deux sens Lx et Ly, respectivement sont données par :

$$d_x = h_0 - c_x$$

$$d_y = h_0 - c_y$$

Avec :

$$c_x = a + \Phi/2$$

$a = 1$  ou  $2$  cm

$$c_y = a + \Phi + \Phi/2$$

$\Phi$  : diamètre d'armature

$$\Phi \leq h_0 / 10$$

## c. Efforts tranchants :

Nous admettons que les efforts tranchants sont maximaux au milieu des côtés :

$$V_x / ml = \frac{Pl_x l_y}{2l_y + l_x}$$

$$V_y / ml = \frac{Pl_x l_y}{3l_y}$$

$$\tau_{ux} = \frac{V_{ux}}{b_0 \times d_x}$$

$$\tau_y = \frac{V_{uy}}{b_0 \times d_y}$$

## 3.4. Escalier

### 3.4.1. Paillasse et palier

L'escalier est calculé comme une poutre rectangulaire travaillant à la flexion simple.

Le calcul des armatures se fait sur une bande de 1 m de largeur.

$$\text{Moment sur appui : } M_a = 0.4 M_0$$

$$\text{Moment en travée : } M_t = 0.85 M_0$$

$M_t$  : Moment dans la travée ;

$M_a$  : Moment sur appuis ;

$M_0$  : Moment isostatique.

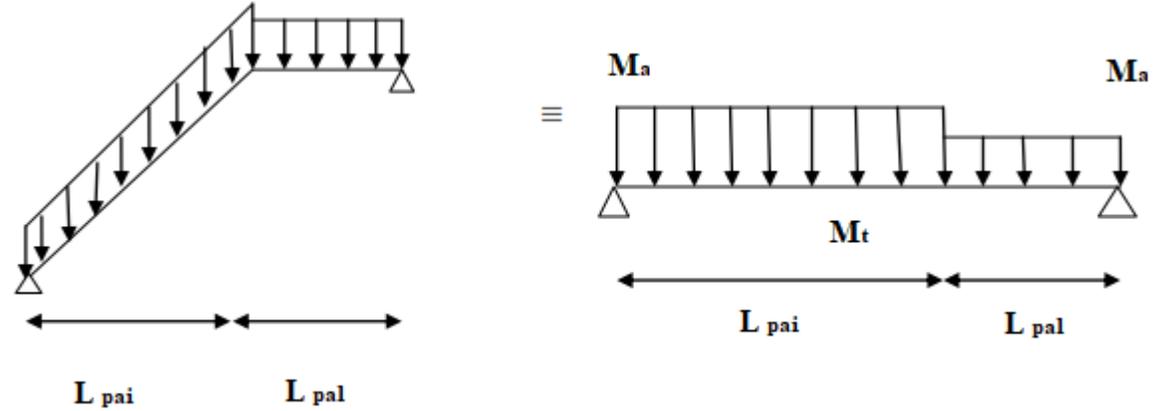
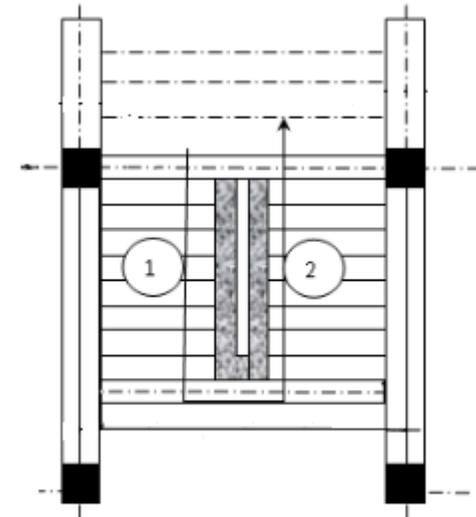
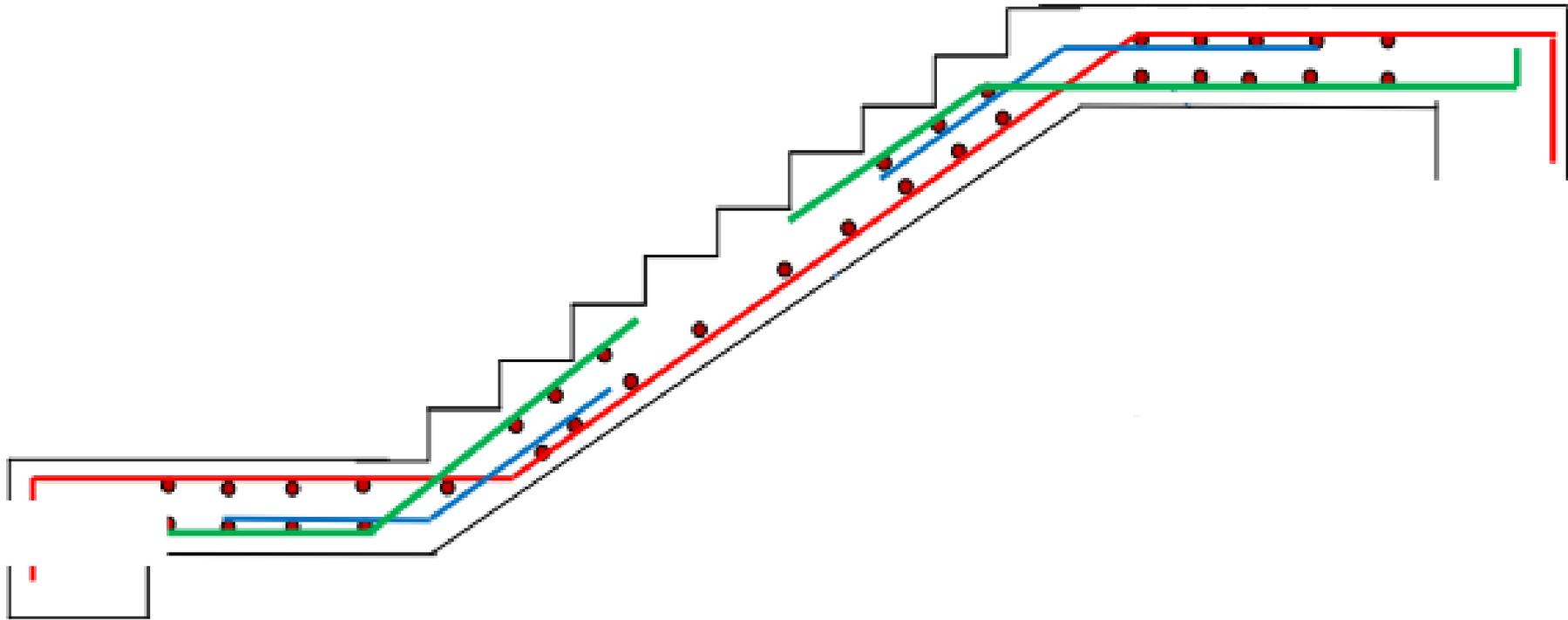


Figure 04 : Schéma statique d'un escalier.





*Figure 05 : Schéma de ferrailage d'un escalier.*

### 3.4.2. Poutre palière

La poutre palière Pré-dimensionnée et calculée :

#### 1. En flexion simple sous la charge Q :

$$Q_{ELU} = (1,35*G) + (1,5*Q) + R_U$$

$$Q_{ELS} = G + Q + R_S$$

Avec :

G : poids propre ;

Q : charge d'exploitation ;

R : réaction du palier.

#### 2. Sous une torsion produite par le moment Ma.