

CHAP VII. CALCUL DES PLANCHERS

VII.1. TRAVAIL DEMANDE

Dans cette partie on vous demande de calculer les planchers : On appelle planchers l'ensemble des éléments horizontaux de la structure d'un bâtiment destiné à reprendre les charges d'exploitation et autres charges permanentes (cloisons, chapes, revêtements) et à les transmettre sur des éléments porteurs verticaux (poteaux, voiles, murs) Les planchers peuvent être constitués d'un ou plusieurs des éléments suivants : Dalles, Nervures et Poutres.

Dans notre on a que des planchers en corps creux, donc notre étude sera limitée au calcul des nervures (poutrelles) et la dalle de compression.

VII.2. ÉTUDE DES POUTRELLES (NERVURES)

La nervure, par sa forme, se calcule comme étant un élément fléchi en T elle sera dimensionnée en flexion simple à l'ÉLU sous l'action des charges permanentes et d'exploitations.

Dans notre cas on a un seul type à étudier manuellement, une nervure à 5 travées du plancher.

Le schéma de calcul adopté est le suivant :

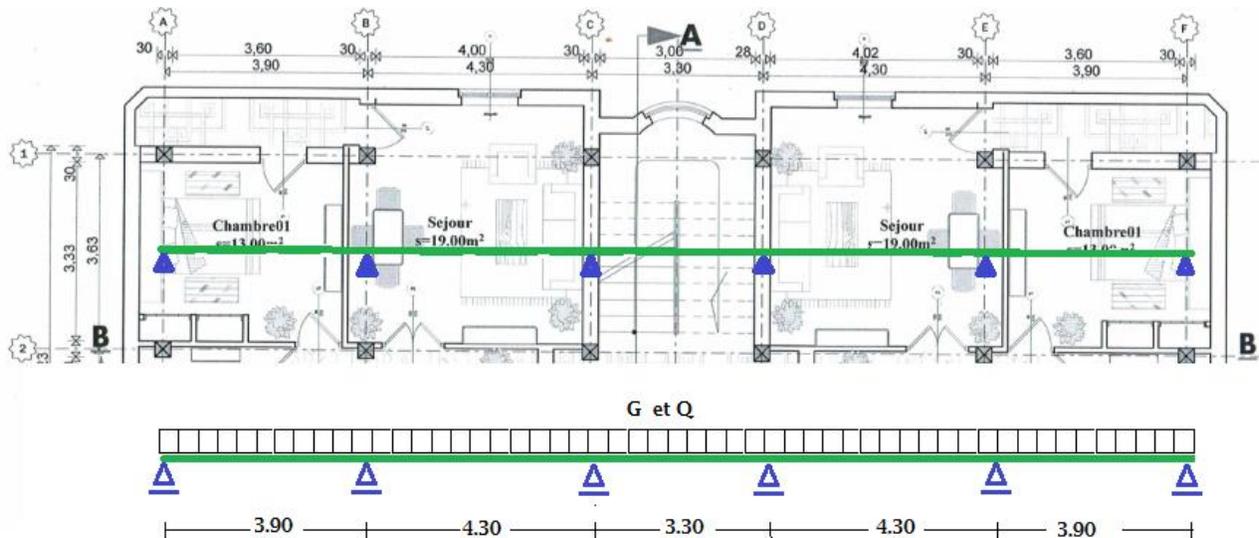


Figure VII-1: Modélisation des nervures pour le calcul des sollicitations:

VII.2.1. Calcul des sollicitations (M et V)

A. **Méthode de calcul des sollicitations** : Les méthodes utilisées pour le calcul des poutres continues en béton armé sont :

- Méthode forfaitaire. (**Annexe E.1 du BAEL 91**)
- Méthode de Caquot. (**BAEL91.art B.6.210**)

(Voir le principe des deux méthodes sur doc disponible sur site)

B. Application de la Méthode forfaitaire

Pour le calcul des sollicitations dans notre exemple on utilise la méthode forfaitaire.

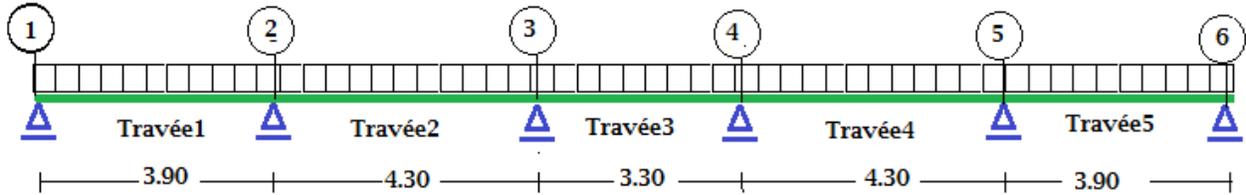


Figure VII-2 : Schéma statique des Poutrelles a étudier

C. Calcul des charges revenant aux poutrelles

- G : charge permanente /m2 sur plancher
- Q : charge d'exploitation /m2 sur plancher
- P : charge revenant aux poutrelles /ml
- L_n : Est la distance entre axes de deux poutrelles.

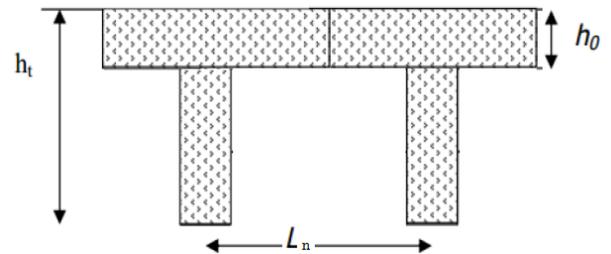


Figure VII-3 : distance entre axes de deux poutrelles

$$\text{ELU : } P_u : 1.35 (G \cdot L_n) + 1.5 (Q \cdot L_n)$$

$$\text{ELU : } P_s : (G \cdot L_n) + (Q \cdot L_n)$$

D. Vérification des conditions d'application de la méthode forfaitaire :

1. Plancher à surcharge modéré : $Q = 1,5 \text{ KN/m}^2 < 5 \text{ KN/m}^2$.
3. $I = C_{st}$ (même corps creux).
4. FPP (car elles ne sont pas exposées aux intempéries).

⇒ La méthode forfaitaire est applicable.

E. Calcul des moments isostatiques de référence :

Pour chaque travée on calcule le moment isostatique $M_0 = P_u \cdot l^2 / 8$

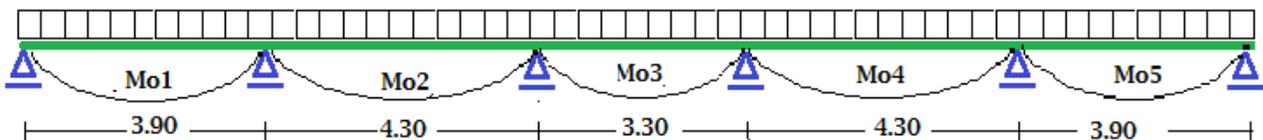


Figure VII-4 : Moments isostatique Pour de chaque travée

Tableau VII-1 : le moment dans la travée isostatique de référence

	Travée ①	Travée ②	Travée ③	Travée ④	Travée ⑤
ELU (KN.m)					
ELS (KN.m)					

F. Calcul des moments aux appuis et en travées

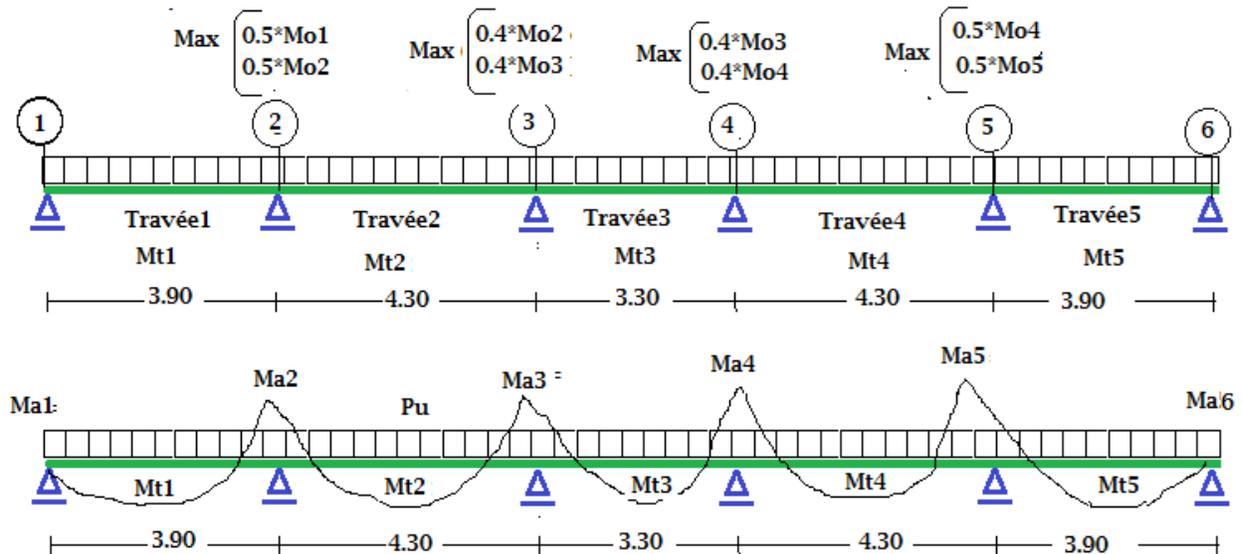


Figure VII-5 : Moments sur appuis et en travées

Pour chaque appui on calcule le moment M_a

Dans le cas où l'appui de rive est solidaire d'un poteau ou d'une poutre, il convient de disposer sur cet appui des aciers supérieures pour équilibrer un moment au moins égal à :

$$M_{a1} = -0,15 M_{o1} \quad \text{et} \quad M_{a6} = -0,15 M_{o5}$$

Tableau VII-2 : Moments sur appuis

	Appuis ①	Appuis ②	Appuis ③	Appuis ④	Appuis ⑤	Appuis ⑥
ELU (KN.m)						
ELS (KN.m)						

Pour chaque travée on calcule le moment M_t

$$\alpha = \frac{Q}{G+Q} \quad \text{et} \quad k = \frac{1.35G + 1.5Q}{G+Q}$$

$$M_t + \frac{M_w + M_e}{2} \geq \max \begin{cases} (1 + 0.3\alpha)M_o \\ 1.05M_o \end{cases}$$

VII.2.2. Détermination des armatures longitudinales des nervures

Le ferrailage sera calculé par le moment max en travées et aux appuis

1. En travée :

La section se comporte comme une section en T soumise à un moment de flexion M_t .

2. Sur appuis :

La section se comporte comme une section rectangulaire ($b_0 \cdot h$).

- Pour le calcul des armatures voir organigramme section en T à la flexion simple à ELU
- Vérification à ELS

VII.2.3. Calcul et Vérification de la Flèche

Flèches admissibles :

Pour les éléments supports reposant sur deux appuis :

- $L/500$: Si la portée L est au plus égale à 5 m,
- $0.5cm + L/1000$: dans le cas contraire ;

Pour les éléments supports en console :

- $L/250$ si la portée est au plus égale à 2 m.
-

Pour les poutres de plancher, si les conditions suivantes sont satisfaites, il est inutile de vérifier la flèche.

$$\begin{aligned}
 - \frac{h}{l} &\geq \frac{1}{22.5} \\
 - \frac{h}{l} &\geq \frac{1}{10} \frac{M_t}{M_0} \\
 - \frac{A}{b_0 \cdot d} &< \frac{4.2}{f_e} \text{ (MPa)}
 \end{aligned}$$

M_0 : moment de la travée de référence.

M_t : moment maximal en travée.

Si non il faut vérifier que : $f \leq f_{adm}$

- Pour les flèches dues aux charges instantanées :

$$f_i = \frac{M.L^2}{10E_i I_{fi}} \text{ avec } E_i = 11000 f_{t28}^{1/3} \text{ et } I_{fi} = \frac{1.1I_0}{1 + \lambda_i \mu}$$

$$\lambda_i = \frac{0.05 f_{t28}}{\rho(2 + 3 \frac{b_0}{b})} ; \quad \rho = \frac{A_{st}}{b_0 d} ; \quad \mu = 1 - \frac{1.75 f_{t28}}{4 \rho \sigma_s + f_{t28}}$$

➤ Pour les flèches dues aux charges de longue durée :

$$f_i = \frac{M.L^2}{10E_v I_{fvi}} \text{ avec } E_v = \frac{E_i}{3} \text{ et } I_{fvi} = \frac{1.1I_0}{1 + 0.4 \lambda_i \mu}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} I_0 = I_{sh/G} = \frac{b y^3}{3} - \frac{(b-b_0)(y-h_0)^3}{3} + \frac{b_0 y^3}{3} + 15 A_{st} (d-y)^2 \\ I = I_{sh/AN} = \frac{b y_1^3}{3} - \frac{(b-b_0)(y_1-h_0)^3}{3} + 15 A_{st} (d-y_1)^2 \end{array} \right.$$

Où :

L : est la longueur de travée.

b et b₀ : les largeurs de la table de compression et de l'âme de la nervure.

I₀ : est le moment d'inertie de la section totale rendue homogène avec n =15,

f_{t28} : la résistance caractéristique du béton à la traction,

σ_s : la contrainte de traction dans l'armature correspondant au cas de charge étudiée,

M : le moment de service maximal dans la travée.

VII.2.4. Détermination des armatures transversales des nervures

- Vérification de la contrainte tangentielle de cisaillement dans le béton
- Détermination des armatures transversales
- Vérification des Appuis (rive et intermédiaire)
- Vérification de la jonction table-nervure
- Vérification de l'adhérence

VII.2.5. Ferrailage de la dalle de compression

D'après le règlement CBA :

La dalle de compression a une épaisseur de 5cm armée par treillis soudés de diamètre φ5mm, dont les dimensions des mailles ne doivent pas dépasser :

- 20 cm pour les armatures perpendiculaires aux nervures.
- 30 cm pour les armatures parallèles aux nervures.

- **Pour les armatures perpendiculaires aux nervures :**

$$A_{\perp} \geq 4 \cdot L_n / f_e \quad (\text{cm}^2/\text{ml}) \quad \text{Ronds lisses de nuance} \quad f_e = 235 \text{ MPa}$$

Haute adhérence de nuance $f_e = 400 \text{ MPa}$

$$L_n = 60 \text{ cm}$$

- **Pour les armatures parallèles aux nervures :**

$$A_{//} = A_{\perp} / 2$$

VII.2.6. Disposition du ferrailage

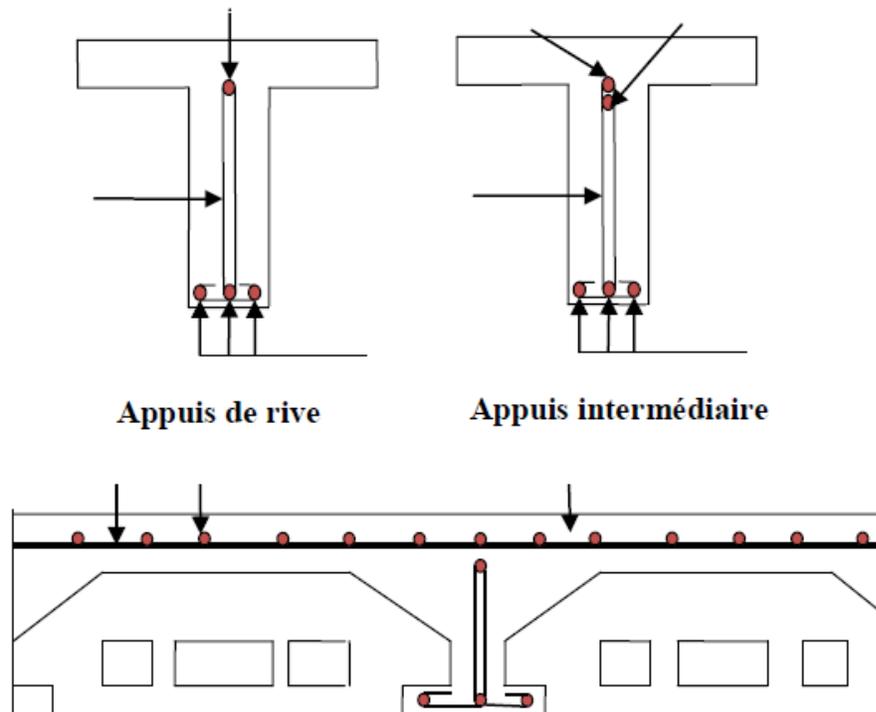


Figure VII-7 : Disposition du ferrailage du plancher