

Chapitre 4

Evaluation des charges

- 1- Les charges ou actions
- 2- Evaluation des charges verticales (permanentes, exploitation)
 - 2-1. Surface d'influence
 - 2-2. Principe de discontinuité
 - 2-3. Voiles porteurs parallèles
 - 2-4. Dalle rectangulaire uniformément chargée appuyée sur quatre côtés
 - 2-5. Structure porteuse d'un plancher : Structure mixte
 - 2-6. Majoration des charges
 - 2-6.1. Cas de deux travées
 - 2-6.2. Cas de trois travées ou plus
 - 2-6.3. Cas de quatre travées inégales et à charge uniformément répartie (q/m)
 - 2-7. Charges d'exploitation dont la valeur minimale peut être fixée de façon générale
 - 2-7.1. Réduction pour grande surface ou majoration pour petite surface
 - 2-7.2. Dégression des charges d'exploitation
 - 2-8. Descente des charges verticales
- 3- Calcul des sollicitations
- 4- Charge s'exerçant sur les planchers, poteaux, fondations
 - 4-1. Charges transmises par les hourdis aux poutres (secondaires ou principales)
 - 4-2. Charges transmises par les poutres secondaires (ou poutrelles) aux poutres principales
 - 4-3. Charges verticales agissant sur les poteaux
 - 4-4. Charges transmises aux fondations
- 5- Exercice

EVALUATION DES CHARGES

1- LES CHARGES OU ACTIONS

On distingue :

1) Les charges permanentes qui s'appliquent à toutes les constructions : poids propre des ouvrages et équipements fixes.

2) Les charges variables comme les charges d'exploitation dont la valeur minimale est fixée pour les charges uniformément réparties en fonction du type d'utilisation des locaux : habitation, bureaux, hospitaliers, scolaires, etc. (Tableau en annexe).

3) Les charges accidentelles comme les séismes, les chocs...

2- EVALUATION DES CHARGES VERTICALES

(permanentes, exploitations)

2-1. Surface d'influence

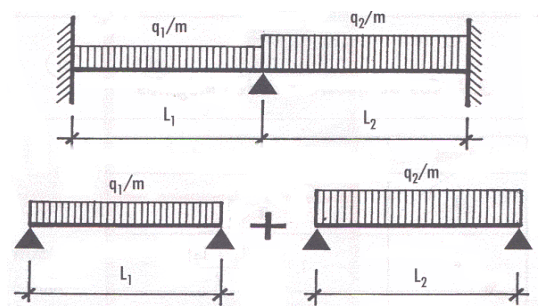
Pour évaluer les charges verticales, il faut déterminer le cheminement des efforts dans la structure depuis leur point d'application jusqu'aux fondations.

En général, les charges se distribuent en fonction des surfaces de planchers SP attribuées à chaque élément porteur (voile, poutre, poteaux,...) et appelées surface d'influence. Pour calculer SP on admet :

- Une distribution uniforme des charges sur toute la surface susceptible d'être chargée,
- La discontinuité des éléments de poutres et des planchers et on considère des travées indépendantes reposant sur des appuis simples.

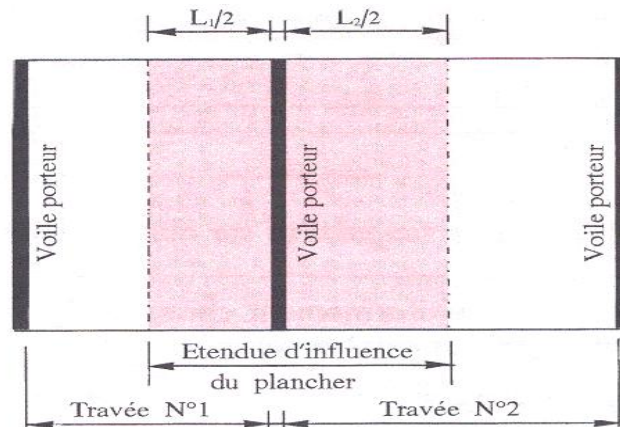
2-2. Principe de discontinuité : fig36: schéma de principe de discontinuité

Ce principe se base sur le fait de considérer les travées indépendantes. Pour prendre en compte la continuité, des majorations forfaitaires des charges seront appliquées (paragraphe 2-6).



2-3. Etendue d'influence d'un plancher sur voiles porteurs parallèles (Structure à refends transversaux parallèles)

fig37: Etendu d'influence plancher sur porteurs parallèles



2-4. Etendue d'influence d'une dalle rectangulaire uniformément chargée appuyée sur quatre côtés

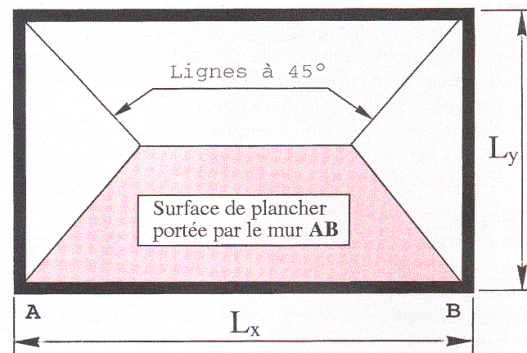
fig38: Etendu d'influence ,dalle sur 4côtés

$\alpha \leq 0,4 \rightarrow$ la dalle porte dans le sens de la petite portée L_x

$\alpha > 0,4 \rightarrow$ la dalle porte sur les quatre côtés

et

En adaptant un découpage suivant les lignes de rupture, on obtient les surfaces de plancher indiqués en fig38.



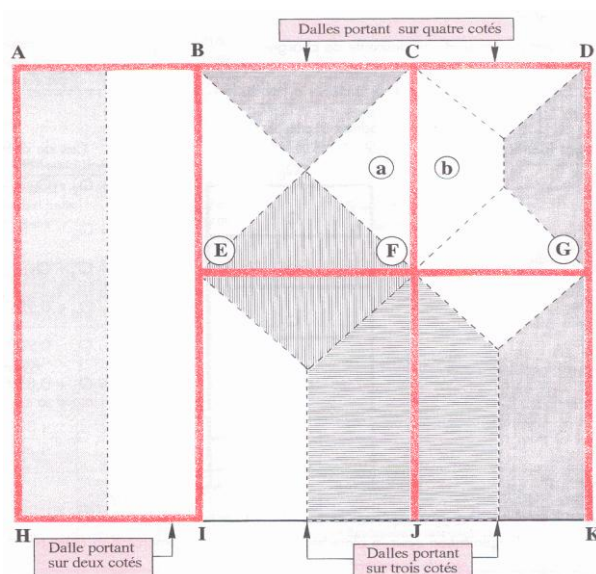
2-5. Structure porteuse d'un plancher

Découpage selon le schémas de rupture le plus probable

(ligne de rupture à 45° dans les angles ou parallèles aux grand côtés) fig39

fig39: Etendu d'influence plancher à structure mixte

Le voile CF reçoit les charges du triangle (a) et du trapèze (b)

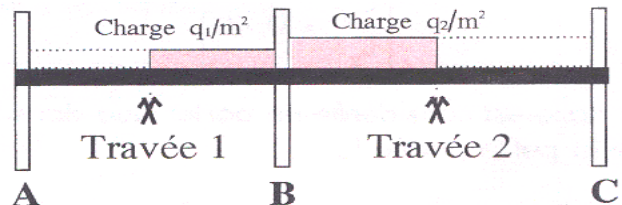


2-6. Majoration des charges

Pour l'élément porteur (voile ou poutre principale ou poteau) voisin de l'appui de rive, les charges doivent être majorées forfaitairement en fonction du nombre de travées en continuité.

2-6.1. Cas de deux travées

fig40: schéma majoration poutre à 2travées



**Majoration de 15%
des charges permanentes et d'exploitation**

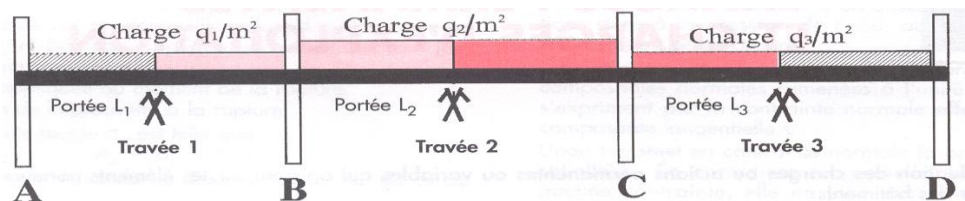
La charge correspondante à :

- Appui A $\rightarrow \frac{q_1 \cdot l_1}{2}$
- Appui B $\rightarrow \left(\frac{q_1 \cdot l_1 + q_2 \cdot l_2}{2} \right) \cdot 1,15$
- Appui C $\rightarrow \frac{q_2 \cdot l_2}{2}$

2-6. 2. Cas de trois travées ou plus

Seulement les appuis voisins des appuis de rive sont concernés par la majoration

fig41: schéma majoration poutre à 3travées



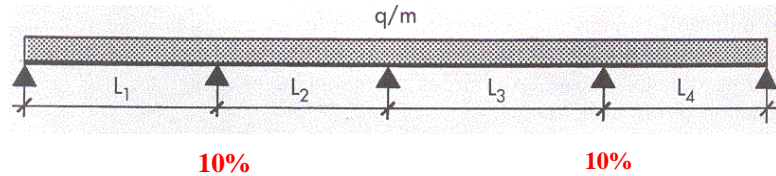
**Majoration de 10%
des charges permanentes et d'exploitation**

La charge correspondante à :

- Appui A $\rightarrow \frac{q_1 \cdot l_1}{2}$
- Appui B $\rightarrow \left(\frac{q_1 \cdot l_1 + q_2 \cdot l_2}{2} \right) \cdot 1,10$
- Appui C $\rightarrow \left(\frac{q_2 \cdot l_2 + q_3 \cdot l_3}{2} \right) \cdot 1,10$
- Appui D $\rightarrow \frac{q_3 \cdot l_3}{2}$

2-6.3. Cas de quatre travées inégales et à charge uniformément répartie (q/m)

fig42: schéma
majoration
poutre à plus de
3 travées



2-7. Charges d'exploitation dont la valeur minimale peut être fixée de façon générale

Ces charges d'exploitation sont illustrées dans les tableaux de l'annexe

Elles sont utilisées en tenant compte :

- Des surfaces d'influence ;
- Des dégressions retenues liées aux types et caractères des charges
- Des conditions défavorables possibles de leur distribution (ex. : travées partiellement ou totalement déchargées) ;
- De leur mode de prise en compte, etc.

Elles comprennent les équipements légers (canalisations de distributions, appareils de chauffage individuels, appareils sanitaires, etc..)

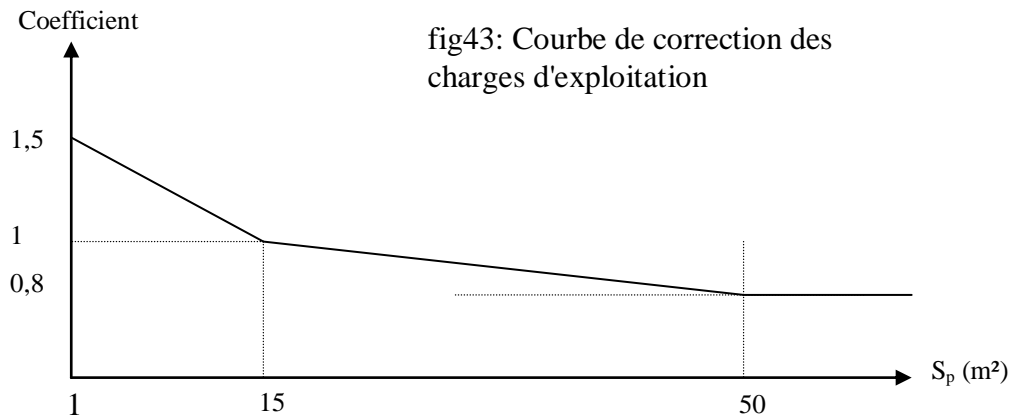
Elles ne comprennent pas :

- Les cloisons, plafonds, sols, enduits et revêtements,
- Les gaines et conduits de fumées, les appareils lourds.

2-7.1. Réduction pour grande surface ou majoration pour petite surface

Les valeurs indiquées dans les tableaux pour les charges d'exploitation correspondent à une « surface de référence » $S_0 = 15\text{m}^2$.

Si $S_P \neq S_0$ alors un coefficient correcteur sera appliqué selon la courbe (fig43)



Exemple: Pour $SP = 30\text{m}^2$ et pour une charge d'exploitation $Q = 150\text{kg/m}^2$, le coefficient correcteur x est tel que $\frac{50-15}{1-0,8} = \frac{30-15}{1-x} \Rightarrow x = 0,914$ La charge d'exploitation corrigée est $Q_{\text{corrigée}} = x \cdot Q = 137,14\text{kg/m}^2$

2-7.2. Dégression des charges d'exploitation

La dégression des charges d'exploitation concerne les bâtiments avec un nombre de niveaux $n > 5$ où les occupations des divers niveaux peuvent être considérées comme indépendantes comme les bâtiments à usage d'habitation ou d'hébergement et les bâtiments de bureaux.

Les charges d'exploitation sont affectées de coefficients de pondération sauf pour le toit ou terrasse et le niveau en dessous et servent essentiellement au calcul d'une descente de charges

Remarque :

Elle n'est pas cumulable avec les réductions pour grande surface et majoration pour petite surface c'est à dire qu'elle s'applique à la valeur nominale de référence donnée aux tableaux.

Les niveaux occupés par des locaux industriels ou commerciaux ne sont pas comptés dans le nombre d'étage intervenant dans la loi de dégression : les charges sur ces planchers sont prises en compte sans abattement.

On désigne par:

Q_0 Charge d'exploitation de la terrasse

Q_i Charge d'exploitation de base du plancher i numéroté du haut vers le bas

Bâtiments de bureaux

La dégression s'applique à la fraction de la charge d'exploitation égale à cette dernière diminuée de 1kN/m²

Surcharges identiques

$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q$ (kN/m²)

Etages numérotés du haut vers le bas

Bâtiments à usage d'habitation ou d'hébergement

Surcharges différentes

Surcharges identiques

$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \dots = Q$

Schémas de principe Structure d'un Bâtiment			
Q_0	Q_0	Q_0	Q_0
Q_1	Q_1	Q_1	Q_1
Q_2	Q_2	Q_2	Q_2
Q_3	Q_3	Q_3	Q_3
Q_4	Q_4	Q_4	Q_4
Q_5	Q_5	Q_5	Q_5
Q_n	Q_n	Q_n	Q_n
Q_n	Q_n	Q_n	Q_n

Surcharges identiques	Surcharges différentes	Surcharges identiques
$\Sigma_0 = Q_0$	$\Sigma_0 = Q_0$	$\Sigma_0 = Q_0$
$\Sigma_1 = Q_0 + Q$	$\Sigma_1 = Q_0 + Q_1$	$\Sigma_1 = Q_0 + Q$
$\Sigma_2 = Q_0 + 1,9Q + 0,1$ (1,9 = 0,95 x 2)	$\Sigma_2 = Q_0 + 0,95(Q_1 + Q_2)$ 0,95 Coefficient de réduction	$\Sigma_2 = Q_0 + 1,9Q$
$\Sigma_3 = Q_0 + 2,7Q + 0,3$ (2,7 = 0,90 x 3)	$\Sigma_3 = Q_0 + 0,90(Q_1 + Q_2 + Q_3)$ 0,90 Coefficient de réduction	$\Sigma_3 = Q_0 + 2,7Q$
$\Sigma_4 = Q_0 + 3,4Q + 0,6$ (3,4 = 0,85 x 4)	$\Sigma_4 = Q_0 + 0,85(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$ 0,85 Coefficient de réduction	$\Sigma_4 = Q_0 + 3,4Q$
$\Sigma_n = Q_0 + [(3 + n) / 2n](Q - 1) + 0,2n$ pour $n \geq 5$	$\Sigma_n = Q_0 + [(3 + n) / 2n][\Sigma_{i=1, \dots, n}(Q_i)]$ pour $n \geq 5$	$\Sigma_n = Q_0 + [(3 + n) / 2]Q$ pour $n \geq 5$
Coefficient de réduction limité à 0,5	Coefficient de réduction limité à 0,5	Coefficient de réduction limité à 0,5

Exemple : Bâtiment d'habitation à 8 niveaux.

Avec une charge d'exploitation de la terrasse $Q_0 = 1\text{kN/m}^2$ et une charge d'exploitation pour tous les autres niveaux $Q = 1,5\text{kN/m}^2$.

$$\begin{aligned} \Sigma_0 &= Q_0 &&= 1000\text{kN/m}^2 \\ \Sigma_1 &= Q_0 + Q &&= 1000 + 1500 &&= 2500 \text{ kN/m}^2 \\ \Sigma_2 &= Q_0 + 1,9 Q &&= 1000 + 1,9 \times 1500 &&= 3850 \text{ kN/m}^2 \\ \Sigma_3 &= Q_0 + 2,7 Q &&= 1000 + 2,7 \times 1500 &&= 5050 \text{ kN/m}^2 \\ \Sigma_4 &= Q_0 + 3,4 Q &&= 1000 + 3,4 \times 1500 &&= 6100 \text{ kN/m}^2 \\ \Sigma_5 &= Q_0 + 4 Q &&= 1000 + 4 \times 1500 &&= 7000 \text{ kN/m}^2 \\ \Sigma_6 &= Q_0 + 4,5 Q &&= 1000 + 4,5 \times 1500 &&= 7750 \text{ kN/m}^2 \\ \Sigma_7 &= Q_0 + 5 Q &&= 1000 + 5 \times 1500 &&= 8500 \text{ kN/m}^2 \\ \Sigma_8 &= Q_0 + 5,5 Q &&= 1000 + 5,5 \times 1500 &&= 9250 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

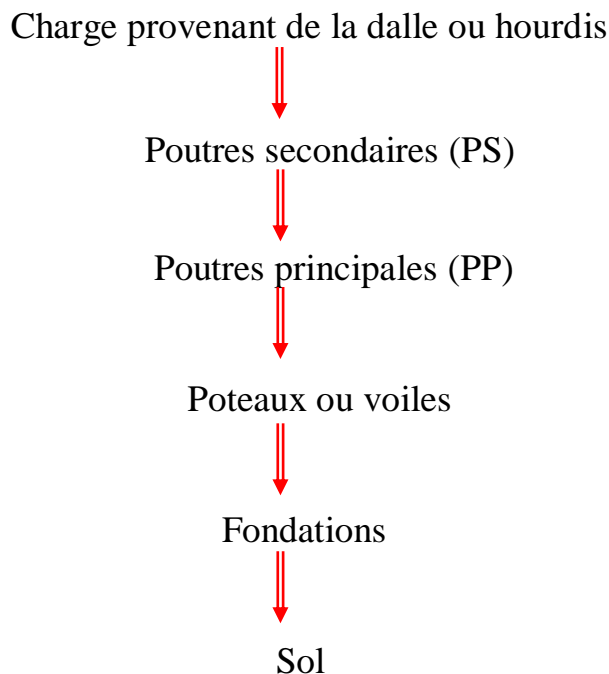
2-8. Descente des charges verticales

La descente des charges est obtenue en déterminant le cheminement des efforts dans la structure, depuis leur point d'application jusqu'aux fondations.

Les charges se distribuent en fonction des surfaces de planchers attribuées à chaque élément porteur.

Sur un élément porteur agit :

- ♦ Les charges qui lui sont directement appliqués
- ♦ Les charges transmises par les éléments qu'il supporte



3- CALCUL DES SOLLICITATIONS

Le calcul des sollicitations se fait sur la base des chargements obtenus suite à la descente des charges sur les éléments de la structure.

Les sollicitations (efforts normal N , effort tranchant V , moments de flexion M) sont calculées à partir des combinaisons d'actions relatives au B.A.E.L selon les procédés de la résistance des matériaux dans la mesure où ils sont applicables ou selon des méthodes simplifiées (méthode forfaitaire, Caquot) déjà étudiées.

4- CHARGES S'EXERÇANT SUR PLANCHERS, POTEAUX, FONDATIONS

Les charges provenant de la dalle (ou hourdis) d'épaisseur h_0 , sont transmises aux porteurs verticaux soit par l'intermédiaire d'un réseau de poutres (PP et PS) qui les reportent sur les poteaux ou les voiles, soit directement sur les voiles.

Ces charges sont affectées conventionnellement selon un découpage par zones délimitées par les fissures probables qu'induirait un essai de la dalle à la rupture : pour les dalles rectangulaires, l'inclinaison à 45° conduits à des découpes en triangles et trapèzes isocèles.

4-1. Charges transmises par les hourdis aux poutres (secondaires ou principales)

La continuité est négligée et on considère les trames indépendantes.

4-2. Charges transmises par les poutres secondaires (ou poutrelles) aux poutres principales

Cas des planchers à charge d'exploitation Q_B modérée. La continuité est négligée sauf :

- ◆ Pour les travées de rive prolongées par une console où l'on tient compte de l'effet de console

- ◆ Pour les travées de rive des poutres secondaires (ou poutrelles) et poutres principales où on tient compte de la solidarité sur le premier appui intermédiaire :

- Soit en prenant en compte les moments de continuité adoptés

- Soit en majorant forfaitairement les réactions correspondant aux travées indépendantes (continuité négligée)

- de 15% s'il s'agit de poutres à 2 travées,

- de 10% s'il s'agit de poutres de plus de 2 travées.

4-3. Charges verticales agissant sur les poteaux

Elles peuvent être évaluées :

- ◆ En appliquant la loi de dégression sur Q_B (pour les bâtiments à étages)
- ◆ En admettant la discontinuité des différents éléments de plancher (hourdis, poutrelles, poutres), ce qui conduit, pour les bâtiments comportant des travées solidaires supportées par deux files de poteaux de rive et une ou plusieurs files de poteaux centraux, à majorer ces charges, dans certains cas, de 10 à 15%

Pour des éléments de rive prolongés par des porte-à-faux, on tient compte de l'effet de console pour évaluer les charges transmises aux poteaux en admettant la discontinuité des travées au droit des poteaux voisins des poteaux de rive.

4-4. Charges transmises aux fondations

Les charges apportées par les éléments de la structure (poteaux, murs, voiles...) sont évaluées selon les méthodes exposées précédemment et sont appliquées aux fondations qui les transmettent au sol directement (semelles reposant sur le sol, radiers...), ou par l'intermédiaire d'autres organes (semelles sur pieux).

5- EXERCICE

Soit un bâtiment d'habitation (fig44), constitué d'un rez-de-chaussée et trois étages

tel que :

- les fondations sont formées par des semelles continues en béton armé.
- les murs extérieurs : blocs creux de béton de 20cm d'épaisseur
- les refend : voile en béton armé d'épaisseur 18cm
- les planchers intermédiaires : dalle pleine d'épaisseur 20c
- le dernier plancher en BA avec étanchéité protégée
- le dallage sur terre-plein compacté au niveau du rez-de-chaussée.
- la charge amenée par les cloisons de distribution sera négligée.

Effectuer la descente de charges et déterminer la pression ultime du sol sous la fondation du refend ?

fig44 : Bâtiment (R+3)

