

## Chapitre 3

# Modélisation et règles de prédimensionnement

- 1- Modélisation d'une structure en béton
  - 1-1. Définition
  - 1-2. Classification des structures
  - 1-3. Portées des poutres en béton armé
  - 1-4. Longueur des poteaux
- 2- Dimensions optimales
  - 2-1. Pour un plancher nervuré
  - 2-2. Pour une dalle pleine
  - 2-3. Pour les poutres
  - 2-4. Pour les portiques
  - 2-5. Pour les poteaux

## MODELISATION ET REGLES DE PREDIMENSIONNEMENT

### 1- MODELISATION D'UNE STRUCTURE EN BETON

#### 1-1. Définition

A chaque structure projetée, on associe un modèle mathématique permettant de schématiser le comportement des éléments la constituant. On obtient la géométrie de tous les éléments constitutifs de la structure (dalles, poutres, poteaux, voiles, murs porteurs et fondations), en utilisant la réglementation en vigueur.

Les poutres et les poteaux sont modélisés par des segments de courbes confondus avec les lignes moyennes représentant l'ensemble des centres de gravité des sections des éléments considérés.

#### 1-2. Classification des structures

**Poutre :** c'est un élément de structure dont les dimensions transversales sont plus faibles par rapport à sa longueur.

**Plaques et coques :** Ce sont des éléments de structure dont une dimension est faible par rapport aux autres dimensions.

Une plaque est un panneau mince plan rigide ou semi rigide.

Une coque est une voûte auto porteuse constituée d'un voile de forme bombée.

Une dalle est une plaque portant dans deux directions.

#### 1-3. Portées des poutres en béton armé

La portée à prendre en compte dans les calculs varie selon les cas suivants :

##### 1<sup>er</sup> cas :

Si la poutre repose sur des appuis en béton armé (poutres, poteaux ou voiles) (fig27), la portée sera mesurée **entre nus d'appuis**.

fig27: poutre simplement appuyée



### 2<sup>ème</sup> cas :

Si la poutre repose sur des appareils d'appuis en élastomère ( cas des poutres des ponts) (fig28), la portée sera mesurée **entre axes d'appui**

fig28: poutre sur appareils d'appuis



### 3<sup>ème</sup> cas

Si la poutre repose sur un massif ou sur une maçonnerie porteuse (fig23), la portée sera calculée comme la distance **de nu à nu majorée du tiers de l'épaisseur des porteurs verticaux.**

fig29: poutre sur appareils d'appuis



## 1-4. Longueur des poteaux

La longueur d'un poteau  $L_0$  appartenant à un bâtiment à étages multiples est mesurée :

- entre faces supérieures de deux Planchers consécutifs (fig30)

- ou de la jonction avec la fondation à la face supérieure du premier plancher (fig31)

fig30: poteau entre plancher-plancher

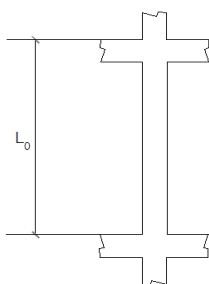
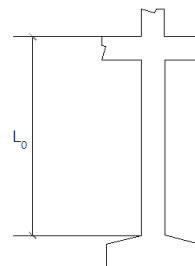


fig31: poteau entre semelle-plancher



## 2- DIMENSIONS OPTIMALES

Dans le cas de charges modérées, réparties et non concentrées, le choix de la structure d'un bâtiment peut être basé sur le principe de pré dimensionnement respectant les flèches limites. Il peut être également basé sur le principe des contraintes limite des matériaux.

Les règles de prédimensionnement respectant les flèches limites permettent dans la plupart des cas d'atteindre des flèches inférieures aux valeurs limites réglementaires (chapitre « calcul des flèches »)

### 2-1. Pour un plancher nervuré (fig32)

$$\frac{1}{22} \leq h \leq \frac{1}{20} \text{ on peut aussi prendre } \frac{h}{l} \approx \frac{1}{22,5} \text{ avec}$$

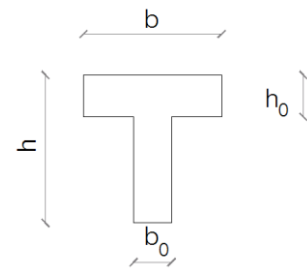
$l$  : portée de nervure

$h$  : hauteur de la nervure

$b_0$  : largeur de l'âme de la nervure = 7cm

$b$  : largeur de la table de la nervure = 33cm

fig 32 : coupe sur une



### Application :

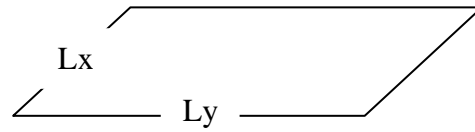
Portée $l$ (en m)	$\frac{1}{22} \leq h \leq \frac{1}{20}$ (en m)		$\frac{h}{l} = \frac{1}{22,5}$ (en m)	Choix du plancher
3	0.14	0.15	0,13	N(16 + 5)
4	0.18	0.20	0,18	N(16 + 5)
4.5	0.20	0.23	0,20	N(16 + 5)
4.75	0,22	0,24	0,21	N(16 + 5)
5	0.23	0.25	0,22	N(19 + 6)
5.6	0.25	0.28	0,25	N(19 + 6)
6	0.27	0.30	0,27	N(19 + 5+6)
6,75	0,31	0,34	0,30	N(19 + 5+6)

## 2-2. Pour une dalle pleine rectangulaire appuyée sur quatre côtés

$L_x$  : le petit côté du rectangle

$L_y$  : le grand côté du rectangle

on calcule le coefficient  $\alpha = \frac{L_x}{L_y}$



① Pour des dalles portantes dans un seul sens ( $\alpha \leq 0.4$ )

$h_0 \geq L_x/20$  pour un panneau isolé

$h_0 \geq L_x/25$  pour une dalle continue

② Pour des dalles portantes dans les deux sens ( $\alpha > 0.4$ )

$h_0 \geq L_x/30$  pour un panneau isolé

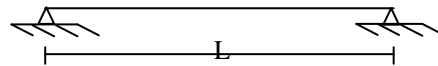
$h_0 \geq L_x/40$  pour une dalle continue

$h_0$  : hauteur de la dalle pleine

## 2-3. Pour les poutres rectangulaires (□ largeur $b$ et de hauteur $h$ )

① Poutres isostatiques

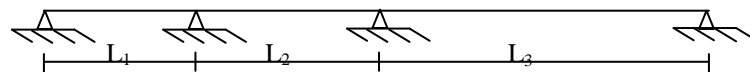
$$\frac{1}{12} \leq \frac{h}{l} \leq \frac{1}{10}$$



Application :  $L = 4.50\text{m} \rightarrow 0.38\text{m} \leq h \leq 0.45\text{m} \rightarrow$  on prend  
 $h = 40\text{cm}$

② Poutres continues  $\frac{h}{l} \geq \frac{1}{16}$

Application : poutre à 3 travées



$L_1 = 3.50\text{m} \rightarrow 0.22\text{m} \leq h \rightarrow$  choix :  $h = 25\text{cm}$

$L_2 = 4\text{m} \rightarrow 0.25\text{m} \leq h \rightarrow$  choix :  $h = 25\text{cm}$

$L_3 = 5.40\text{m} \rightarrow 0.34\text{m} \leq h \rightarrow$  choix :  $h = 35\text{cm}$

On obtient une poutre avec des travées de hauteur différentes.

Dans les cas pratiques par exemple :

\* On pourrait adopter la même hauteur pour les trois travées, soit 35cm.

\*\*Si le plancher supporté est de type N(16+5) c'est à dire 21cm, pour des raisons de facilités d'exécution du coffrage, on pourrait adopter une hauteur de poutre égale à 30 cm au lieu de 25cm pour la première et la deuxième travée.

③ La largeur b de la section sera prise égale à la largeur du poteau sur lequel elle s'appuie. Néanmoins elle doit vérifier la condition :

$$0.3 d \leq b \leq 0.5d \quad (d = \text{hauteur utile, généralement } d = 0.9h)$$

Il convient de vérifier :

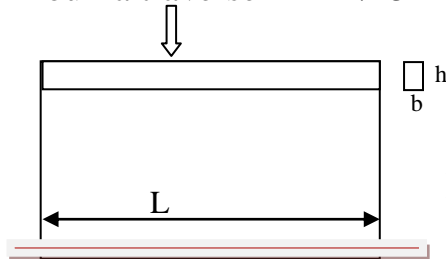
\* Si la fissuration est peu préjudiciable :  $b d^2 \geq \frac{M_u}{\mu_{lu} f_{bu}}$

\* Si la fissuration est préjudiciable

ou très préjudiciable :  $b d^2 \geq \text{Max} \left( \frac{M_u}{\mu_{lu} f_{bu}} ; \frac{M_{ser}}{\mu_{rb} \cdot 0.6 f_{c28}} \right)$

#### 2-4. Pour les portiques simples

Pour la traverse  $1/25 \leq h/L \leq 1/16$  avec



L la portée de la traverse  
h la hauteur de la traverse

La largeur de la traverse b doit vérifier

$$0.3 d \leq b \leq 0.5d$$

#### 2-5. Pour les poteaux

Le choix de la section peut être fait selon la formule de l'effort normal ultime limite :

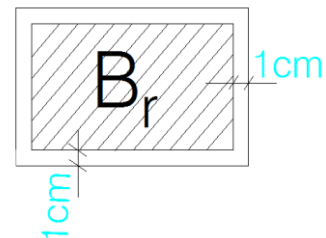
$$B_r \geq \frac{k \beta N_u}{\frac{f_{bu}}{0.9} + \frac{0.85}{100} f_{ed}}$$

$B_r$  : section réduite obtenue en retirant 1cm d'épaisseur de béton sur toute la périphérie du poteau

$N_u$  : effort normal ultime

$f_{bu}$  : résistance de calcul à l'ELU ;  $f_{bu} = \frac{0.85 f_{c28}}{\theta \gamma_b}$

fig33 : coupe sur poteau



$f_{ed}$  : résistance de l'acier à l'ELU ;  $f_{ed} = \frac{f_e}{\gamma_s}$

$k = \begin{cases} 1,1 & \text{si plus de la moitié des charges est appliquée avant 90 jours} \\ 1,2 & \text{si la majeure partie des charges est appliquée avant 28 jours (} f_{c28}=f_{cj} \text{)} \\ 1 & \text{dans les autres cas} \end{cases}$

$\beta = 1 + 0,2\left(\frac{\lambda}{35}\right)^2$  si  $\lambda \leq 50$  et  $\beta = 0,85 \frac{\lambda^2}{1500}$  si  $50 \leq \lambda \leq 70$

L'élancement  $\lambda = L_f / i$  avec  $L_f$  = longueur de flambement et  
 $i$  = rayon de giration minimum

$i = \sqrt{\frac{I}{B}}$  avec  $I$  = moment d'inertie de la section

$B$  = Section transversale du poteau

Remarque: On peut chercher à atteindre la valeur 35 pour  $\lambda$  à fin que toutes les armatures participent à la résistance.

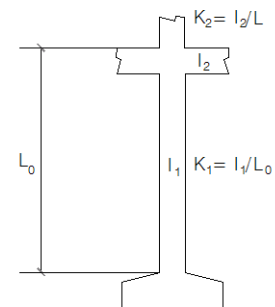
La longueur de flambement sera fixée comme suit :

► Si  $K_2 \geq K_1$  et le poteau est encastéré

dans la fondation  $\Rightarrow L_f = 0,7L_0$

Sinon  $L_f = L_0$  (fig34)

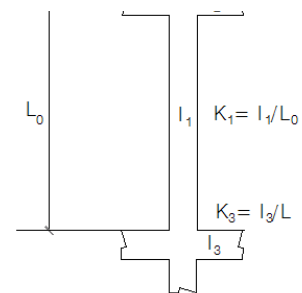
fig34: poteau  
entre semelle  
et plancher



► Si  $K_2 \geq K_1$  et  $K_3 \geq K_1 \Rightarrow L_f = 0,7L_0$

Sinon  $L_f = L_0$  (fig35)

fig35: poteau  
entre 2 plancher



Remarque :

Par mesure de sécurité, généralement on prend  $L_f = L_0$

Application :

- Effort normal ultime:  $N_u = 40$  t
- Résistance caractéristique à la compression du béton à 28 jours :  $f_{c28} = 22$  MPa
- Acier FeE400
- Plus de la moitié des charges est appliquée après 90 jours

Question: Quelle est la dimension minimale 'a' d'un poteau carré de longueur 3m qui pourrait supporter la charge ultime  $N_u$ ?