

Chapitre 8

Calcul des flèches de poutres

1- Evaluation des flèches :

1-1. Principe :

1-2. Méthode de calcul

2- Valeurs limites des flèches

CALCUL DES FLECHES DE POUTRES

1- EVALUATION DES FLECHES

1-1. Principe :

Le calcul des déformations se fait pour l'ELS. Il est effectué pour évaluer les flèches dans l'intention de :

- **fixer les contre flèches** à la construction ou
- **limiter les déformations de service.**

Les flèches se cumulent et pour évaluer la valeur de la flèche, il faut tenir compte des différentes phases de la construction et de l'exploitation de l'ouvrage.

Pour un bâtiment les phases devant être tenues en compte sont normalement les suivantes :

1. Coulage du plancher brut ;
2. Pose des cloisons ;
3. Exécution des revêtements (sol, plafond) ;
4. Exploitation du bâtiment.

La flèche totale a pour valeur :

$$f_t = f_{gv} + f_{qi}$$

Où :

f_{gv} = la flèche à long terme à vide et avant mise en service (la somme de la flèche instantanée due aux charges permanentes appliquées en cours de la construction et la flèche due au fluage et au retrait du béton avant mise en service)

f_{qi} = la flèche instantanée due aux charges d'exploitation.

Le comportement des cloisons dans le temps n'est affecté :

- . ni par la flèche antérieure à leur montage (f_{p0})
- . ni par la flèche prise pendant leur montage (f_{cl})

On définit la flèche nuisible (La part de la flèche totale qui doit être comparée aux valeurs admissibles) comme la flèche **due aux charges appliquées à partir de la pose des cloisons**.

La part de la flèche totale qui doit être comparée aux valeurs admissibles aura donc pour valeur :

$$\Delta f_t = f_{gv} - f_{ji} + f_{pi} - f_{gi}$$

Avec :

f_{gv} et f_{gi} = les flèches différées et instantanées **dues à l'ensemble des charges permanentes** ;

f_{ji} = la flèche instantanée **due aux charges permanentes appliquées au moment de la mise en œuvre des cloisons**;

f_{pi} = la flèche **due à l'ensemble des charges permanentes et d'exploitation**.

Pour limiter l'importance des déformations, il convient de mettre en œuvre des bétons de bonne qualité et de faire appliquer sur la construction, le plus tard possible, les charges des cloisons et des revêtements.

1-2. Méthode de calcul :

Les déformations dues à la flexion sont obtenues par une double intégration des courbures ; la difficulté du calcul réside dans la prise en compte de la fissuration puisqu'elle modifie la rigidité des sections.

En outre, suivant le but recherché, il faut tenir compte des déformations différées.

Dans les cas courants, on utilise les relations de la R.D.M. en introduisant une inertie fictive et le module d'élasticité instantané ou différé du béton.

Dans le cas des **poutres simplement appuyées ou continues** (ou les bandes de dalles continues ou non dirigées dans le sens de la petite portée), on admet les relations ci-dessous (**Art B.6.5,2**):

$$\mathbf{f}_v = \frac{M_{ser} \cdot L^2}{10E_v I_{fv}} \text{ et } \mathbf{f}_i = \frac{M_{ser} \cdot L^2}{10E_i I_{fi}}$$

Dans le cas des **poutres consoles**, les flèches aux extrémités seront :

$$\mathbf{f}_v = \frac{M_{ser} \cdot L^2}{4E_v I_{fv}} \text{ et } \mathbf{f}_i = \frac{M_{ser} \cdot L^2}{4E_i I_{fi}}$$

avec :

M_{ser} = moment maximal à l'ELS ;

L = portée de la poutre ;

Le symbole i est utilisé pour le cas des flèches dues aux charges instantanées ;

Le symbole v est utilisé pour le cas des flèches dues aux charges différées (de longue durée) ;

$E_i = 11 \cdot 10^3 f_{c28}^{1/3}$ (module d'élasticité instantané) ;

$E_v = E_i / 3$ (module d'élasticité différé) ;

I_f est défini par : $I_f = \frac{1.1I_0}{1 + \lambda\mu}$

avec :

$$\lambda = \lambda_i = \frac{0.05 f_{t28}}{(2 + 3b_0/b)\rho} \quad (\text{pour les déformations instantanées}),$$

$$\lambda = \lambda_v = \frac{0.02 f_{t28}}{(2 + 3b_0/b)\rho} = 0.4 \lambda_i \quad (\text{pour les déformations différées}),$$

$$\mu = 1 - \frac{1.75 f_{t28}}{4\rho\sigma_s + f_{t28}} \quad \text{si } \mu > 0, \text{ si non on prend } \mu = 0.$$

Dans ces expressions, on désigne par :

I_0 = le moment d'inertie de la section totale homogène avec $n = 15$;

f_{t28} = la résistance caractéristique du béton à la traction en MPa ;

σ_s = la contrainte de traction effective de l'armature pour le cas de charge considéré ;

ρ = le pourcentage d'armature = $\frac{A}{b_0 d}$;

La méthode de vérification proposée ci-dessus ne constitue donc qu'un ensemble d'opérations ayant pour objectif de s'assurer en fonction des paramètres essentiels de la déformation que la structure présente une raideur acceptable en égard aux fonctions qu'elle doit remplir.

2-VALEURS LIMITES DES FLECHES (Art B.6.5,3):

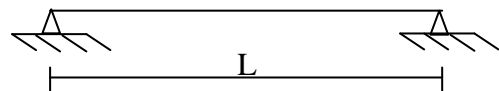
Les valeurs limites qui peuvent résulter des conditions particulières d'exploitation des ouvrages doivent être fixées par le C.C.T.P.

A défaut de données précises, on peut admettre que la part de flèche qui est susceptible de mettre en cause le bon comportement des cloisons et des revêtements ne doit pas dépasser les valeurs suivantes :

Pour les éléments supports reposant sur deux appuis :

$f_{\text{admissible}} = L / 500$ si la portée L est au plus égale à 5m

$f_{\text{admissible}} = 0.5 \text{ cm} + L / 1000$ si la portée L est supérieure à 5m



Exemples :

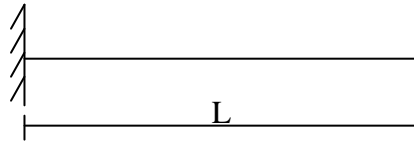
$$L = 5\text{m} \rightarrow f_{\text{lim}} = 5/500 = 0.01\text{m} = 1 \text{ cm}$$

$$L = 6\text{m} \rightarrow f_{\text{lim}} = 0,5\text{cm} + 600/1000 = 1.1 \text{ cm}$$

$$L = 10\text{m} \rightarrow f_{\text{lim}} = 0,5\text{cm} + 1000/1000 = 1,5 \text{ cm}$$

Pour les éléments support en console :

$$f_{\text{admissible}} = L / 250 \text{ si la portée est au plus égale à } 2\text{m}$$



Exemple:

$$L = 2\text{m} \rightarrow f_{\text{lim}} = 2/250 = 0.008\text{m} = 8\text{mm}$$

Dispense de la vérification de la flèche (Art B.6.5,1)

Pour les poutres de plancher, la vérification de la flèche n'est pas nécessaire si les conditions suivantes sont satisfaites :

$$\begin{aligned} \frac{h}{l} &\geq \frac{1}{16} \\ \frac{h}{l} &\geq \frac{1}{10} \frac{M_t}{M_0} \\ \frac{A}{b_0 d} &\geq \frac{4.2}{f_e \text{ (MPa)}} \\ l &\leq 8\text{m} \end{aligned}$$

avec :

M_0 = moment maximal en travée isostatique de référence ;

M_t = moment maximal en travée continue ;

A = section d'armatures tendues en travée ;

h = hauteur de la section ;

l = portée de la travée ;

b_0 = largeur de l'âme de la section ;

d = hauteur utile de la section.