

## EN 1992-1-1 : 2004 (F)

Dans le cas des planchers-dalles dont la plus grande portée est supérieure à 8,5 m et qui supportent des cloisons susceptibles d'être endommagés si les flèches sont excessives, il convient de multiplier les valeurs de  $l/d$  données par l'Expression (7.16) par  $8,5 / l_{\text{eff}}$  ( $l_{\text{eff}}$  en mètres).

**Note :** Les valeurs de  $K$  à utiliser dans un pays donné peuvent être fournies par son Annexe Nationale. Les valeurs recommandées sont données dans le Tableau 7.4N. Le Tableau donne également les valeurs de  $l/d$  obtenues au moyen de l'Expression (7.16) pour des cas courants (C30,  $\alpha_s = 310$  MPa, différents systèmes structuraux et pourcentages d'armatures -  $\rho = 0,5\%$  et  $\rho = 1,5\%$ ).

**Tableau 7.4N : Valeurs de base du rapport portée/hauteur utile pour les éléments en béton armé, en l'absence d'effort normal de compression**

Systeme structural	$K$	Béton fortement sollicité $\rho = 1,5\%$	Béton faiblement sollicité $\rho = 0,5\%$
Poutre sur appuis simples, dalle sur appuis simples portant dans une ou deux directions	1,0	14	20
Travée de rive d'une poutre continue, d'une dalle continue portant dans une direction ou d'une dalle continue le long d'un grand côté et portant dans deux directions	1,3	18	26
Travée intermédiaire d'une poutre ou d'une dalle portant dans une ou deux directions	1,5	20	30
Dalle sans nervures sur poteaux, (plancher-dalle) – pour la portée la plus longue	1,2	17	24
Console	0,4	6	8

**Note 1 :** Les valeurs indiquées ont été choisies de manière à placer généralement du côté de la sécurité et le calcul est susceptible de montrer fréquemment que des éléments plus minces peuvent convenir.  
**Note 2 :** Dans le cas des dalles portant dans deux directions, il convient d'effectuer la vérification pour la plus petite portée. Dans le cas des planchers-dalles, il convient de prendre la plus grande portée.  
**Note 3 :** Les limites indiquées pour les planchers-dalles correspondent à une limite moins sévère que la limite portée/250 pour la flèche à mi-portée. L'expérience a montré que ceci était satisfaisant.

Les valeurs données par l'Expression (7.16) et le Tableau 7.4N résultent d'une étude paramétrique réalisée en utilisant l'approche générale donnée en 7.4.3 pour une série de poutres et de dalles de section rectangulaire reposant sur appuis simples. Différentes classes de résistance du béton et une limite caractéristique d'élasticité des armatures de 500 MPa ont été considérées. Pour une section d'armatures de traction donnée, on a calculé le moment ultime en supposant que la charge quasi-permanente était égale à 50 % de la charge de calcul totale correspondante. Les valeurs limites du rapport portée/hauteur obtenues respectent la valeur limite de la flèche définie en 7.4.1 (5).

### 7.4.3 Vérification des flèches par le calcul

(1)P Lorsqu'un calcul est réputé nécessaire, les déformations doivent être calculées sous des conditions de chargement adaptées à l'objet de la vérification.

(2)P La méthode adoptée doit représenter le comportement réel de la structure soumise aux actions correspondantes, avec un degré de précision en rapport avec les objectifs du calcul.

(3) Il convient de considérer comme non fissurés les éléments qui ne sont pas censés être chargés au-delà du niveau de chargement qui provoquerait, dans une section quelconque, un dépassement de la résistance en traction du béton. Pour les éléments dont on prévoit qu'ils seront fissurés mais pas entièrement, il convient de les considérer comme se comportant d'une manière intermédiaire entre l'état non fissuré et l'état entièrement fissuré ; s'ils travaillent principalement en flexion l'Expression (7.18) prévoit de manière appropriée leur comportement :

$$\alpha = \zeta \alpha_{II} + (1 - \zeta) \alpha_I \quad (7.18)$$

où

$\alpha$  est le paramètre de déformation considéré, qui peut être par exemple une déformation unitaire, une courbure ou une rotation. (Pour simplifier,  $\alpha$  peut également représenter une flèche – voir (6) ci-dessous)

$\alpha_I, \alpha_{II}$  sont les valeurs du paramètre calculées respectivement dans l'état non fissuré et dans l'état entièrement fissuré

$\zeta$  est un coefficient de distribution (qui tient compte de la participation du béton tendu dans la section), donné par l'Expression (7.19) :

$$\zeta = 1 - \beta \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \quad (7.19)$$

$\zeta = 0$  pour les sections non-fissurées

$\beta$  coefficient prenant en compte l'influence de la durée du chargement ou de la répétition du chargement sur la déformation unitaire moyenne  
 = 1,0 dans le cas d'un chargement unique de courte durée  
 = 0,5 dans le cas d'un chargement prolongé ou d'un grand nombre de cycles de chargement

$\sigma_s$  est la contrainte dans les armatures tendues, calculée en supposant la section fissurée

$\sigma_{sr}$  est la contrainte dans les armatures tendues, calculée en supposant la section fissurée sous les conditions de chargement provoquant la première fissure

**Note :**  $\sigma_{sr}/\sigma_s$  peut être remplacé par  $M_{cr}/M$  dans le cas de la flexion ou par  $N_{cr}/N$  dans le cas de la traction pure,  $M_{cr}$  représentant le moment de fissuration et  $N_{cr}$  l'effort de fissuration.

(4) Les déformations dues au chargement peuvent être évaluées en utilisant la résistance en traction et le module d'élasticité effectif du béton (voir (5)).

Le Tableau 3.1 donne l'étendue des valeurs probables de la résistance en traction. En règle générale, la meilleure estimation du comportement sera obtenue en utilisant  $f_{ctm}$ . Lorsqu'on peut montrer qu'il n'y a pas de contraintes de traction axiales (c'est-à-dire de contraintes provoquées par le retrait ou les effets thermiques), on peut utiliser la résistance à la traction en flexion  $f_{ctm,fl}$  (voir 3.1.8).

(5) Dans le cas de charges d'une durée telle que le béton subit un fluage, la déformation totale, fluage inclus, peut être calculée en utilisant le module d'élasticité effectif du béton donné par l'Expression (7.20) :

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \phi(\infty, t_0)} \quad (7.20)$$

où :

$\varphi(\infty, t_0)$  est le coefficient de fluage pour la charge et l'intervalle de temps considérés  
(voir 3.1.3)

(6) Les courbures dues au retrait peuvent être évaluées au moyen de l'Expression (7.21) :

$$\frac{1}{r_{cs}} = \varepsilon_{cs} \alpha_e \frac{S}{I} \quad (7.21)$$

où :

$1/r_{cs}$  est la courbure due au retrait

$\varepsilon_{cs}$  est la déformation libre de retrait (voir 3.1.4)

$S$  est le moment statique de la section d'armatures par rapport à l'axe passant par le centre de gravité de la section

$I$  est le moment d'inertie de la section

$\alpha_e$  est le coefficient d'équivalence effectif

$$\alpha_e = E_s / E_{c,eff}$$

Il convient de calculer  $S$  et  $I$  pour l'état non-fissuré et pour l'état entièrement fissuré, l'estimation de la courbure finale étant effectuée au moyen de l'Expression (7.18).

(7) La méthode la plus rigoureuse pour déterminer la flèche lorsqu'on utilise la méthode indiquée en (3) ci-dessus consiste à calculer la courbure dans un grand nombre de sections le long de l'élément, puis à calculer la flèche par intégration numérique. Dans la plupart des cas, on pourra se contenter de deux calculs, dans un premier temps en supposant l'élément non-fissuré, dans un deuxième temps en supposant l'élément entièrement fissuré, puis on interpolera en utilisant l'Expression (7.18) pour obtenir la flèche.

**Note :** Lorsque on utilise des méthodes simplifiées pour calculer les flèches, il convient de les baser sur les propriétés données dans la présente Norme ou justifiées par des essais.