

FLÈCHE ADMISSIBLE DES PLANCHERS – STRUCTURE DE BOIS

Régie du bâtiment du Québec

La partie réglementaire de cette fiche technique a été approuvée par la Régie du bâtiment du Québec.

En cas de disparité entre cette fiche et la réglementation en vigueur, cette dernière a priorité.



GARANTIE
CONSTRUCTION RÉSIDENNELLE

4101, rue Molson, bureau 300
Montréal (Québec)
H1Y 3L1

Téléphone : 514 657-2333
Sans frais : 1 855 657-2333
Info@GarantieGCR.com

Politique d'utilisation :
toute reproduction même
partielle doit être autorisée
préalablement par GCR

Référence au **Code de construction du Québec, Chapitre I - Bâtiment**, et Code national du bâtiment - Canada **2015** (modifié) (ci-après nommé Code)

La présente fiche technique a pour objet d'expliquer ce qu'est la flèche, les déformations qu'elle entraîne et aussi de proposer des solutions de conception pour éviter les flèches trop importantes.

À moins d'indications contraires, tous les extraits et références du Code proviennent de la division B du Code.

Il y a beaucoup de dénonciations en réclamation concernant des différences de niveau de plancher. Soit, généralement, des endroits où le niveau du plancher est plus bas au centre qu'au périmètre du logement.

Il s'agit typiquement de structure de bois dont les planchers sont composés de poutrelles de bois avec chape de béton en partie supérieure et avec un plafond fini en partie inférieure (*figure 9.4.3.1. - 01.1*).

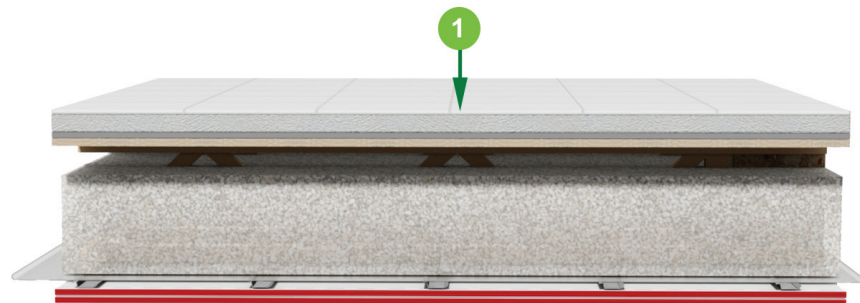
Cette fiche technique vise seulement les applications résidentielles courantes de la **partie 9** du code.

DONNÉES DE CONVERSION

1 KPa = 20,9 lb/pi² (livre par pied carré)
25,4 mm = 1 pouce

Figure 9.4.3.1. - 01.1

Exemple de composition de plancher



1 Composition plancher/plafond :

- Carrelage de céramique
- Chape de béton 38 mm (1½ po)
- Carton fibre ou autre membrane acoustique
- OSB de 15 mm (¹⁹/₃₂ po) ou 18 mm (²³/₃₂ po)
- Poutrelles de bois ajourées de 302 mm (11⁷/₈ po) à 406 mm (16 po) espacées à 400 mm (16 po) ou 500 mm (19.25 po) d'entraxe avec cellulose
- Barres résilientes espacées à 400 mm (16 po) d'entraxe
- 1 ou 2 gypses Type X de 15,9 mm (⁵/₈ po)

Plusieurs expertises ont été menées pour déterminer les causes de ces déformations. Les expertises ont démontré que dans la majorité des cas ces déformations étaient le résultat de la flèche dans la structure. **L'utilisation de poutrelles sur de longues portées et sollicitées au maximum de leurs portées admissibles résulte en des flèches notables, bien que généralement conformes.**

Donc, les flèches dénoncées **demeurent de nature esthétique** puisque généralement les éléments structuraux (poutrelles, poutres et linteaux) rencontrent les normes applicables.

Il est très important de distinguer ici la flèche (la « déflexion ») des exigences de planéité des manufacturiers de revêtements de sol.

La planéité est associée aux bosses et aux creux présents à la surface de la couche de pose du revêtement de plancher et ce peu importe l'angle de ce dernier par rapport à l'horizontale ce qui n'a aucun lien avec la flèche. Les imperfections de planéité d'un plancher peuvent généralement être facilement corrigées avec des composés autonivelants.

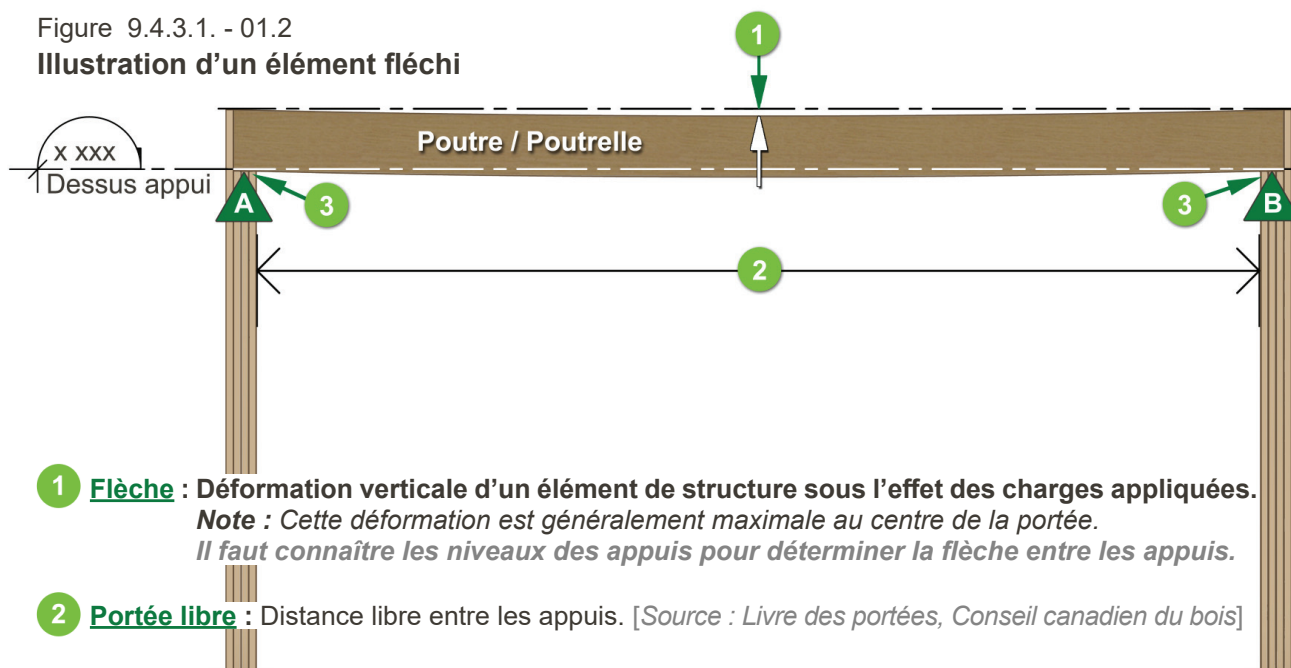
OBJECTIFS

1. Définir ce qu'est la flèche
2. Identifier les facteurs qui doivent être pris en compte pour les calculs théoriques de la flèche et établir ce que représente concrètement une flèche conforme au Code et aux normes applicables.
3. Expliquer la prise de mesures in situ.
4. Recommander une flèche en fonction des finis de plancher tel que le carrelage de céramique grande dimensions.
5. Voir les implications esthétiques d'une flèche (conforme) dans une unité d'habitation.
6. Proposer des solutions de conception pour éviter les flèches importantes qui peuvent incommoder les bénéficiaires d'un point de vue esthétique.

DÉFINITIONS

Figure 9.4.3.1. - 01.2

Illustration d'un élément fléchi



- 1 **Flèche** : Déformation verticale d'un élément de structure sous l'effet des charges appliquées.
*Note : Cette déformation est généralement maximale au centre de la portée.
Il faut connaître les niveaux des appuis pour déterminer la flèche entre les appuis.*
- 2 **Portée libre** : Distance libre entre les appuis. [Source : Livre des portées, Conseil canadien du bois]
- 3 **Appui** : Éléments porteurs où les poutrelles ou les poutres sont appuyées. Les charges des poutrelles ou des poutres sont transmises aux appuis. [Source : GCR]

Cette limite de L/240 procure généralement des résultats satisfaisants lorsque la charge permanente est faible ($\pm 0,72$ kPa (15 lb/pi²)). Cependant, lorsqu'une chape de béton est présente, cette limite s'avère être insuffisante. Ce phénomène est connu et le **Manuel de calcul des charpentes en bois** publié par le Conseil canadien du bois (*tableau 2,1, note 3 ou 4 selon l'édition*) réfère à **une limite de L/360 sous la charge totale en présence d'une chape de béton.**

Dans les faits, lorsque qu'une chape de béton est utilisée, **une flèche de L/360 sous la surcharge** résulte en **une flèche d'environ L/180 sous la charge totale** ce qui est généralement problématique, spécialement en présence de portées plus longues.

Les fabricants de poutrelles vont couramment utiliser **L/480 sous la surcharge et L/240 sous la charge totale.**

Figure 9.4.3.1. - 01.3

Extrait du Code**9.4.3. Flèche****9.4.3.1. Calcul de la flèche**

1) La flèche des éléments structuraux ne doit pas dépasser les valeurs données au tableau 9.4.3.1.

Tableau 9.4.3.1.
Flèches maximales
Faisant partie intégrante du paragraphe 9.4.3.1. 1)

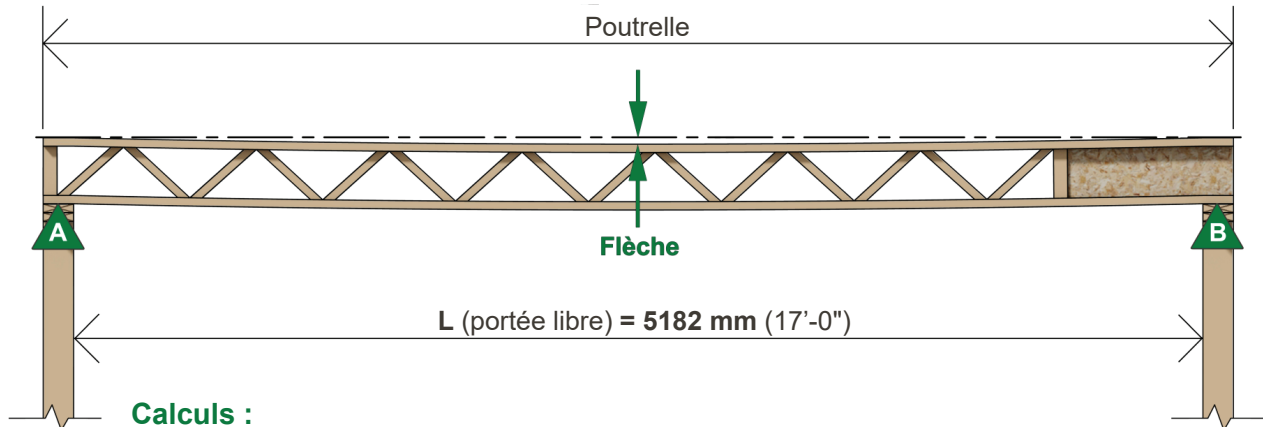
| Éléments structuraux | Type de plafond | Flèche maximale autorisée exprimée en fonction de la portée libre |
|--|--------------------------------|---|
| Chevrons, solives et poutres de toit | Pas de plafond | 1/180 |
| | Ni enduit ni plaques de plâtre | 1/240 |
| | Enduit ou plaques de plâtre | 1/360 |
| Solives de plafond | Ni enduit ni plaques de plâtre | 1/240 |
| | Enduit ou plaques de plâtre | 1/360 |
| Poutres et solives de plancher et platelage de plancher | Tous les cas | 1/360 |
| Poutres, solives et platelage de balcon, de terrasse et d'autres plates-formes extérieures accessibles | Desservant un seul logement | 1/240 |
| | Autres | 1/360 |

2) Il n'y a pas lieu de tenir compte de la charge permanente pour le calcul de la flèche mentionnée au paragraphe 1).

EXEMPLE DE CALCUL

Les calculs qui suivent (*figure 9.4.3.1. - 01.4*) sont à titre informatif seulement. **Tous les calculs de structure** doivent être effectués par **un ingénieur en structure** ou provenir directement du **fabricant de poutrelles.**

Figure 9.4.3.1. - 01.4

Exemple : Poutrelles de 5182 mm (17'- 0") de portée libre**Calculs :**

Critère de flèche $L/360$ sous la surcharge
Où « L » est la portée libre

Si $L = 5182 \text{ mm}$ (17'- 0")

La flèche permise sous la surcharge sera de :

- $L / 360 = 5182 \text{ mm} \div 360 = 14,4 \text{ mm}$ ($9/16$ po)

À titre indicatif, le même exemple avec des critères de flèches plus sévères :

- $L / 480 = 5182 \text{ mm} \div 480 = 10,8 \text{ mm}$ ($27/64$ po)

- $L / 720 = 5182 \text{ mm} \div 720 = 7,2 \text{ mm}$ ($9/32$ po)

PRISE DE MESURES IN SITU

Pour mesurer la flèche dans un environnement bâti, il faut idéalement utiliser un appareil de niveau laser pour effectuer un relevé.

Les documents requis sont :

- Les plans d'architecture
- Les plans de structure (si disponibles)
- Les plans de montages et les dessins d'atelier des poutrelles

Avec ces plans, il est possible d'identifier, entre autres :

- Les données théoriques utilisées par le fabricant de poutrelles (dont les critères de flèche utilisés)
- La direction des poutrelles
- La longueur et l'espacement des poutrelles
- Les appuis
- Etc.

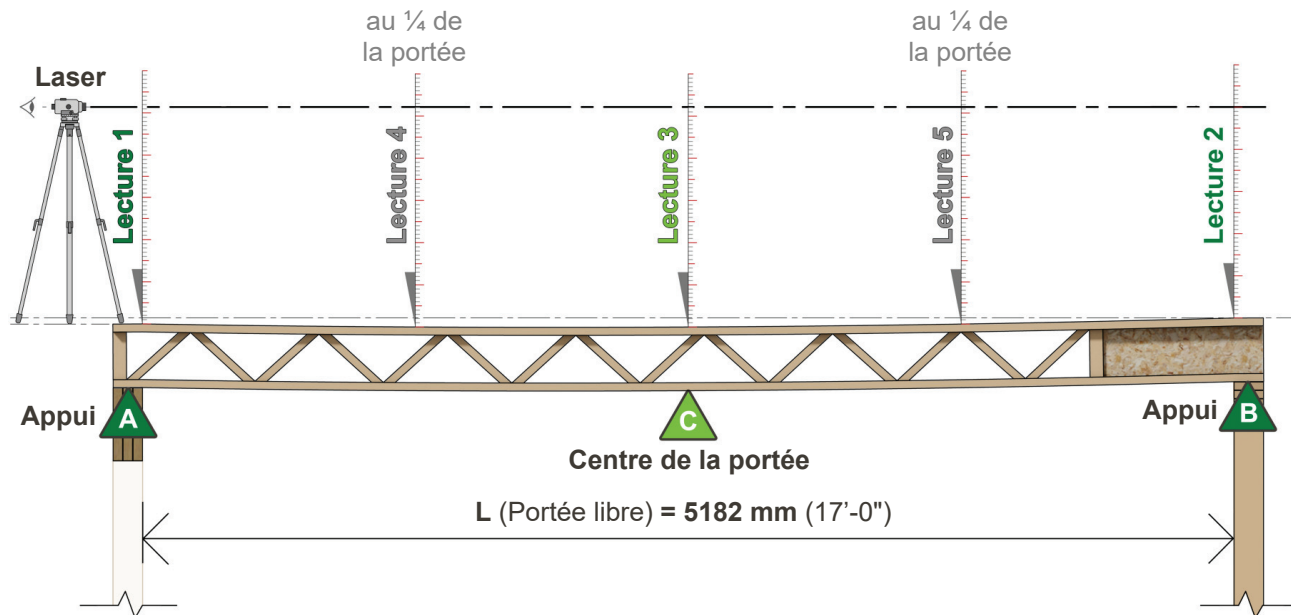
Le cas échéant, les vérifications théoriques des poutrelles pourront être effectuées par un ingénieur.

Sur place, il faut généralement relever les niveaux suivants (voir la figure 5) :

- Lecture 1 : Niveau de l'appui A
- Lecture 2 : Niveau de l'appui B
- Lecture 3 : Au centre de la portée
- Lecture 4 : Au quart de la portée ⁽¹⁾
- Lecture 5 : Au quart de la portée ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Note : Dans certains cas il faut aussi relever la flèche au $1/4$ de la portée en plus du centre.

Figure 9.4.3.1. - 01.5

Élévations relevées pour fin de calculs d'une poutrelleSurcharge : 1,92 kPa (40 lb/pi²)Charge permanente : 0,72 kPa (15 lb/pi²)Charge totale : 2,64 kPa (55 lb/pi²)**EXEMPLE :****ÉLÉVATIONS RELEVÉES :**

Lecture 1 (appui A) : 1016 mm

Lecture 2 (appui B) : 1010 mm

Lecture 3 (centre C) : 1025 mm

Lorsqu'il y a une **différence d'élévation entre les appuis**, il faut calculer l'élévation moyenne des appuis.

$$(A + B) \div 2 = \text{élévation moyenne des appuis (D)}$$

$$1016 \text{ mm} + 1010 \text{ mm} \div 2 = 1013 \text{ mm (D = 1013 mm)}$$

L'élévation au centre de la portée (C) est de **1025 mm**.

Donc, pour établir la flèche au centre de la portée :

Il faut alors prendre l'**élévation moyenne des appuis (D)**

et soustraire l'**élévation au centre de la portée (C)**.

D - C = Flèche

$$[1013 \text{ mm} - 1025 \text{ mm}] = \mathbf{12,0 \text{ mm}}$$
 de flèche (¹⁵/₃₂ po)
Vérification de la flèche

Prescrit : $L/360 = 5182 \text{ mm} \div 360 = 14,4 \text{ mm}$ (⁹/₁₆ po)

Mesurée : 12,0 mm (¹⁵/₃₂ po)

À priori on pourrait conclure que le plancher est conforme, car la flèche mesurée est inférieure à la limite de L/360, toutefois il faut s'assurer que les charges réellement appliquées sur la structure respecte les charges utilisées dans la conception.

Vérification de la charge

Bien que la flèche obtenue de 12,0 mm ($15/32$ po) soit inférieure à la limite de L/360 de 14,4 mm ($9/16$ po), cela ne signifie pas que la flèche mesurée soit conforme aux calculs de conception.

En effet, la limite de L/360 est associée à une surcharge de 1,92 kPa (40 lb/pi²), ce qui représente 100% de la charge de conception, alors qu'au moment de la prise des mesures, la surcharge présente (*exemple; le poids des meubles*) était de 0,86 kPa (18 lb/pi²), soit environ 45% de la charge de conception.

La flèche sous la surcharge de 1,92 kPa (40 lb/pi²) serait donc égale à :

$$12,0 \text{ mm} \times (1,92/0,86) = \mathbf{26,8 \text{ mm}} \text{ (1 } 1/16 \text{ po)}$$

Le plancher ne serait donc pas conforme, car sous une surcharge de 1,92 kPa (40 lb/pi²) la flèche excéderait la limite permise de 14,4 mm ($9/16$ po). Il s'agit ici d'un exemple simplifié, car en réalité il a d'autres facteurs à prendre en considération. De même, la flèche sous la charge totale devrait être vérifiée en utilisant le même principe.

PRISE DE NIVEAUX — EFFETS COMBINÉS

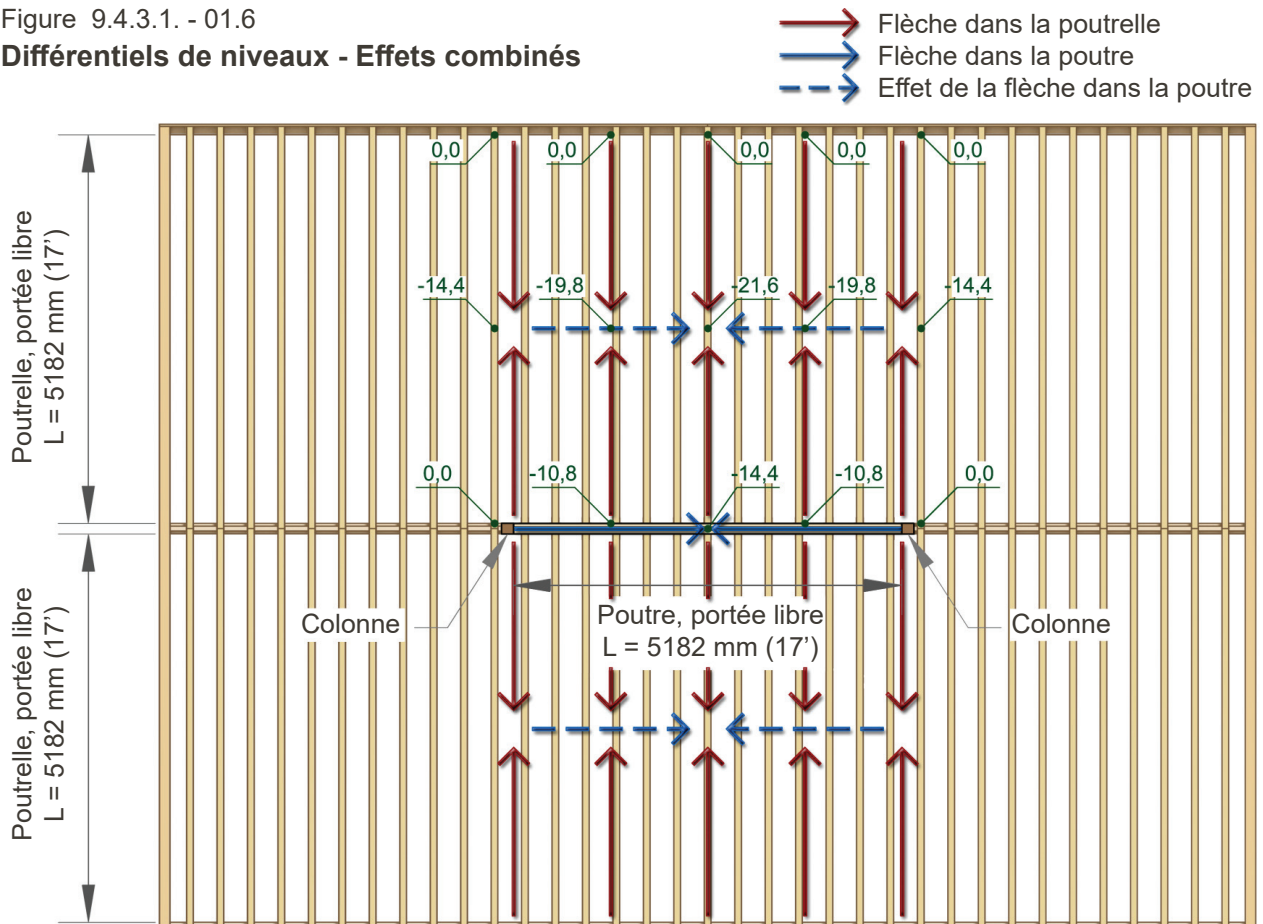
Il est très important de ne pas prendre des relevés de niveaux sans connaître l'agencement de la structure sous-jacente.

Lors de la prise de niveaux, il y aura des différentiels de niveau (et non de flèche) plus importants si la poutrelle est en appui sur une poutre qui aura elle-même une flèche (effet combiné des flèches) (*figure 9.4.3.1. - 01.6*).

L'appui sur un élément comme un mur porteur (béton ou bois) n'aura pas cet effet indésirable, mais l'on doit quand même demeurer vigilant pour considérer la différence d'élévation entre les appuis dans le calcul de la flèche.

Figure 9.4.3.1. - 01.6

Différentiels de niveaux - Effets combinés



CONSIDÉRATIONS

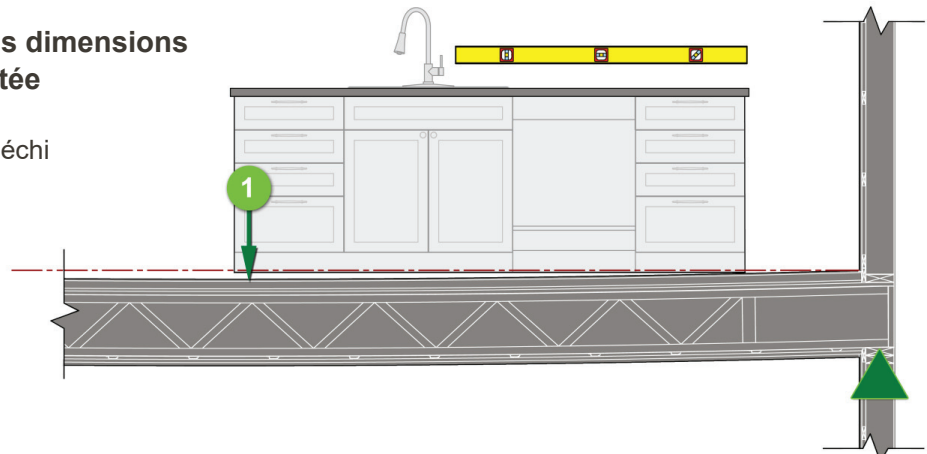
Puisqu'il y a une flèche permise dans la structure, il est de ce fait conséquent de voir des différences de niveaux pour certains éléments tel un îlot de cuisine de grandes dimensions installé près du centre de la portée là où la déflexion visible est la plus grande.

De façon imagée, l'effet visuel serait amplifié (*figure 9.4.3.1. - 01.7*).

Figure 9.4.3.1. - 01.7

Effet d'un îlot de grandes dimensions près du centre de la portée

- 1 Structure du plancher fléchi



Il peut même y avoir des enjeux structuraux si l'îlot est positionné dans le sens des poutrelles (parallèlement), car le poids complet de l'îlot pourrait reposer sur seulement 2 poutrelles. Cette charge concentrée doit être prévue lors de la conception.

Bien que la flèche soit mesurable dans le sens des poutrelles, il y aura aussi un dénivelé perpendiculairement aux poutrelles dans le cas où la poutrelle de bordure est appuyée sur un mur de béton ou un mur porteur (*figure 9.4.3.1. - 01.8*).

Nous serons donc en présence d'une dénivellation du plancher qui pourra être mesurée perpendiculairement aux poutrelles. Cet effet sera progressif à partir des appuis vers le centre de la portée jusqu'au point où la flèche de la poutrelle sera maximale. De ce fait, un meuble adossé au mur extérieur va pencher vers l'avant (*figure 9.4.3.1. - 01.9*).

Figure 9.4.3.1. - 01.8

Dénivelé perpendiculaire aux poutrelles

- 1 Appui fixe en rive 2 Niveau
3 Dénivelé marqué à partir du bord en appui fixe perpendiculairement aux poutrelles
4 Effet de la flèche au centre de la portée des poutrelles

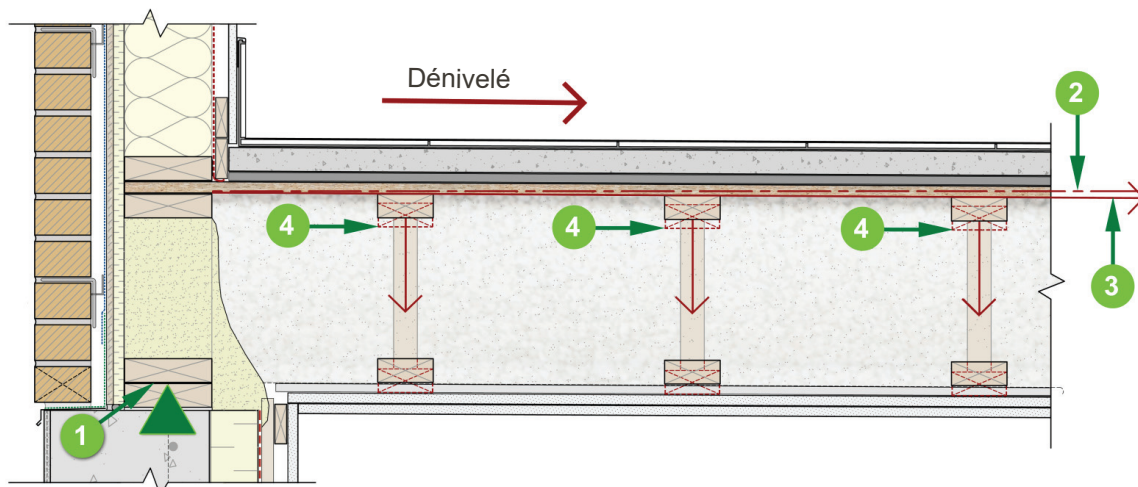
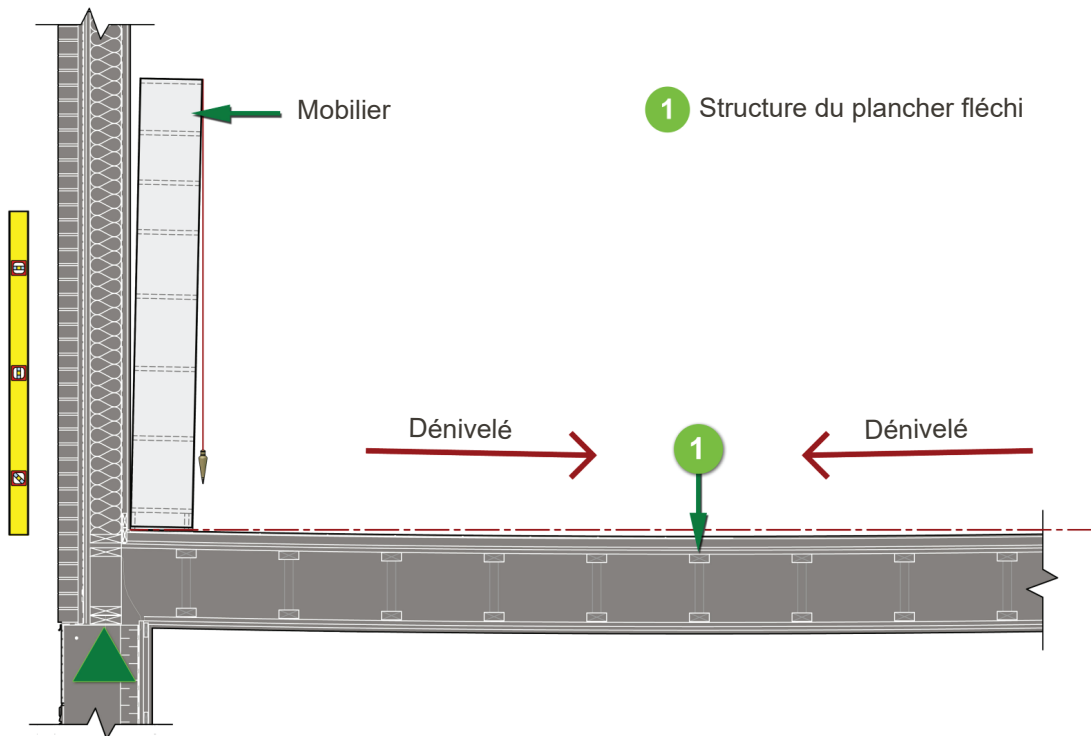


Figure 9.4.3.1. - 01.9

Dénivelé perpendiculaire aux poutrelles – effets visuels**RECOMMANDATIONS**

Voici quelques recommandations pour éviter que la flèche, même conforme, cause des effets visuels indésirables :

1. **Utiliser un critère de flèche de $L/360$ sous la charge totale au lieu de la surcharge.**
2. Utiliser des poutrelles avec cambrures pour reprendre la déflexion de la flèche et du fluage en présence d'une chape de béton ou de longues portées.
3. Lors de la mise en œuvre, protéger autant que possible la structure des intempéries pour éviter les effets des déformations permanentes causées par l'eau et l'humidité excessive. Une bonne pratique consiste à s'assurer que la teneur en eau des éléments structuraux en bois soit égale ou inférieure à 15 % avant la mise en œuvre de la chape de béton.
4. Doubler les poutrelles sous les cloisons parallèles aux poutrelles.
5. Réduire l'espacement des premières poutrelles parallèles à la rive (*en référence à la figure 9.4.3.1. - 01.8*) pour diminuer l'écart de niveau entre la rive fixe et les premières poutrelles (à coordonner avec le manufacturier).
6. De même, si l'écart de portée est important entre deux poutrelles adjacentes (exemple : une poutrelle de 3,66 m (12 pi) adjacente à une poutrelle de 7,32 m (24 pi)), il faut alors réduire l'espacement des premières poutrelles de 7,32 m (24 pi) (à coordonner avec le manufacturier).
7. Prévoir des poutrelles additionnelles pour les charges ponctuelles plus importantes (exemples : îlot de cuisine avec surface de travail en matériaux lourds (marbre, quartz, béton, etc.), finition de foyer en pierre décorative).

CONCLUSION

Les flèches des divers éléments structuraux composant un système de plancher demeurent un sujet préoccupant pour plusieurs bénéficiaires, et ce, même si ces flèches rencontrent généralement les normes applicables. Les planchers faisant l'objet des plaintes possèdent généralement les deux caractéristiques suivantes : l'utilisation d'une chape de béton et des portées plus longues (généralement plus de 6,10 m (20')).

La vérification de la conformité d'un plancher demande une analyse pointue. En effet, même avec l'utilisation d'un niveau laser, les flèches mesurées doivent être ajustées selon la charge réelle présente sur le plancher au moment de la prise des mesures pour comparer le résultat obtenu avec la limite prescrite du code de L/360 sous une surcharge de 1,92 kPa (40 lb/pi²). La flèche sous la charge totale doit de même être vérifiée avec la limite de L/240.

Les coûts « supplémentaires » pour concevoir un plancher plus rigide sont relativement peu importants lorsque comparés aux coûts de mise en œuvre de mesures correctives. Par exemple, l'utilisation de poutrelles plus profondes augmente substantiellement la rigidité d'un plancher, mais résulte en une augmentation marginale du coût de construction. À titre d'exemple, la rigidité d'une poutrelle de 356 mm (14 po) est 45 % plus élevée que la rigidité d'une poutrelle de 302 mm (11 7/8 po) de profondeur.

Il faut prendre en considération les effets visuels de la flèche dans les unités d'habitation en prenant les précautions nécessaires lors de la conception. Bien qu'il y ait un coût associé à ces mesures, ces dernières auront un impact positif sur la satisfaction des occupants. Ces derniers pourront apprécier les résultats et cela se traduira par une diminution du nombre de plaintes associées aux problèmes de flèches un peu trop apparentes.

RÉFÉRENCES

Garantie de construction résidentielle (GCR)

<https://www.garantiegcr.com/fr/entrepreneurs/fiches-techniques/>

Code de construction du Québec, Chapitre I - Bâtiment, et Code national du Bâtiment - Canada 2015 (modifié)

Cette fiche est basée sur l'état des connaissances disponibles au moment de son élaboration et ne constitue pas un avis ou un conseil technique. Elle est fournie uniquement à titre informatif et l'utilisateur assume donc l'entière responsabilité des conséquences pouvant résulter de l'utilisation de ladite fiche. En effet, il lui appartient de se référer, le cas échéant, à toute ressource appropriée à son projet. Conséquemment, GCR se dégage de toute responsabilité à cet égard. Les illustrations contenues dans les fiches techniques constituent une des façons de remplir les exigences du Code de construction. Il est possible que les détails des concepteurs diffèrent de ce qui est indiqué aux fiches techniques et qu'ils soient conformes au Code de construction.



COMMUNIQUEZ AVEC NOUS!

Garantie de construction résidentielle
4101, rue Molson, bureau 300
Montréal (Québec) H1Y 3L1

Téléphone : 514 657-2333
Sans frais : 1 855 657-2333
Info@GarantieGCR.com