

Cages d'escalier d'issue de construction incombustible pour les bâtiments de moyenne hauteur à ossature légère en bois



cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois

cecobois remercie Ressources naturelles Canada,
le ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs ainsi que tous les membres
du comité technique pour leur contribution à la réalisation de ce guide.



Table des matières

Introduction et cadre réglementaire	2
Cage d'escalier en béton armé	3
1 Cage d'escalier isolée structurellement	3
2 Cage d'escalier solidarisée structurellement	3
2.1 Détermination des coefficients de ductilité (R_d) et de sur-résistance (R_o)	4
2.2 Rigidité relative et cheminement des forces	4
2.3 Assemblage de la structure en bois à la cage d'escalier	4
3 Considération du mouvement différentiel pour les matériaux de finition	7
3.1 Couvre-joint entre les planchers de la structure en bois et de la cage d'escalier	7
3.2 Étanchéité de la porte d'accès	8
3.3 Matériaux de finition intérieure	9
3.4 Minimiser le mouvement vertical différentiel	9
Conclusion	9
Références	9

Introduction et cadre réglementaire

Les solutions acceptables fournies à la division B du *Code de construction du Québec – Chapitre 1, Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2010 (modifié)* [1], adopté le 13 juin 2015, permettent désormais l'utilisation d'une construction combustible pour les bâtiments du groupe C (habitations) et du groupe D (établissements d'affaires) d'une hauteur allant jusqu'à six étages. Cependant le Code de construction du Québec (CCQ) exige que les cages d'escalier d'issue et leur prolongement hors toit soient de construction incombustible (béton, maçonnerie, acier) dans les bâtiments de 1 à 6 étages de construction combustible conçus selon les nouvelles

limites majorées d'aires de bâtiment indiquées aux articles 3.2.2.50. 3) et 3.2.2.57. 3). Les articles du CCQ dans lesquels se retrouve cette exigence sont indiqués ci-dessous. Dans l'éventualité où un concepteur souhaiterait construire des cages d'escalier d'issue à partir d'une construction combustible (ex : en bois), une demande de mesure équivalente (solution de rechange) doit être présentée à la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) et approuvée par cette dernière. Par contre, dans le cas des bâtiments de 1 à 6 étages conçus selon les articles 3.2.2.50. 3) et 3.2.2.57. 3) en utilisant une construction massive en bois, tels qu'à poutres et colonnes ou en panneaux massifs, l'utilisation de cages d'escalier d'issue de construction massive en bois demeure permise par la RBQ. De plus amples informations à ce sujet sont disponibles auprès de la RBQ [2].

3.2.2.50 Bâtiments du groupe C, au plus 6 étages, protégés par gicleurs

3.2.2.50.4) Le bâtiment décrit au paragraphe 3) peut être de construction combustible et :

3.2.2.50.4) e) ses cages d'escalier d'issue et leur prolongement hors toit doivent être de construction incombustible;

3.2.2.57 Bâtiments du groupe D, au plus 6 étages, protégés par gicleurs

3.2.2.57.4) Le bâtiment décrit au paragraphe 3) peut être de construction combustible et :

3.2.2.57.4) e) ses cages d'escalier d'issue et leur prolongement hors toit doivent être de construction incombustible;

3.1.4 Construction combustible

3.1.4.1.3) Les cages d'escalier d'issue d'un bâtiment conforme au paragraphe 3.2.2.50.3) ou 3.2.2.57.3) doivent être de construction incombustible.

Il est à noter que l'exigence des cages d'escalier d'issue de construction incombustible s'applique aux bâtiments de 1 à 6 étages pour les limites d'aire de bâtiment indiquées aux articles 3.2.2.50.3)e) et 3.2.2.57.3)e). Cependant, des cages d'escalier

d'issue de construction combustible sont permises pour les bâtiments d'au plus 4 étages dont l'aire de bâtiment ne dépasse pas les limites indiquées aux articles 3.2.2.50.1), 3.2.2.51 à 3.2.2.53 et aux articles 3.2.2.57.1), 3.2.2.58 à 3.2.2.61.

Cette nouvelle exigence des cages d'escalier d'issue de construction incombustible dans une construction combustible amène cependant certaines complications techniques. En effet, l'utilisation de matériaux structuraux de nature différente peut occasionner des problèmes de mouvement vertical différentiel entre la cage d'escalier et le reste du bâtiment. De plus, la combinaison de systèmes structuraux composés de matériaux différents apporte une complexité additionnelle quant au calcul du système de résistance aux charges latérales de l'ensemble de la structure du bâtiment, notamment en ce qui concerne le calcul sismique. Également, étant donné que ces différents systèmes structuraux

font appel à des corps de métiers différents, une attention particulière doit être portée à la coordination et à l'exécution des travaux. Les concepteurs doivent donc prendre en considération tous ces éléments de manière à assurer un bon comportement à court et long termes du bâtiment.

La présente fiche technique a pour but d'indiquer les principaux points à surveiller et de fournir aux concepteurs quelques pistes de solutions concernant les détails de jonction entre une cage d'escalier d'issue en béton armé et la structure d'un bâtiment à ossature légère en bois afin de tenir compte de ces contraintes.

Cage d'escalier en béton armé

Une cage d'escalier en béton armé peut être conçue de façon indépendante (isolée) de la charpente en bois ou être solidaire à celle-ci (charpente en bois attachée à la cage de béton armé).

1. Cage d'escalier isolée structurellement

Pour concevoir la cage d'escalier de façon indépendante du reste de la structure du bâtiment, il faut prévoir un espace libre au périmètre de la cage d'escalier de manière à ce que sous l'action des charges latérales, les deux structures puissent se déplacer librement sans entrer en contact. Une cage d'escalier en béton armé est généralement rigide et se déforme peu. Toutefois, pour une structure à ossature légère en bois de 6 étages, on peut s'attendre à des mouvements latéraux près des limites permises par le CCQ sous les charges sismiques maximales, soit autour de 300 à 400 mm au sommet du bâtiment. Il faut donc prévoir un jeu important entre les deux structures, créant ainsi un vide de construction dans lequel l'installation de gicleurs automatiques et de pare-feu sera requise, engendrant par conséquent des coûts additionnels. De plus, le concepteur doit prévoir un détail de jonction entre le plancher de la cage d'escalier en béton et le plancher adjacent de la structure en bois pouvant s'adapter à un tel mouvement horizontal, de même qu'à un mouvement vertical occasionné par le retrait différentiel entre les structures en béton et en bois.

2. Cage d'escalier solidarisée structurellement

L'option de solidariser la cage d'escalier en béton armé et la structure en bois permet d'éliminer les vides de construction verticaux qui nécessiteraient la pose de gicleurs automatiques et d'autres dispositifs de protection passive contre le feu. Cette solution permet également de profiter de la résistance et de la rigidité de la cage d'escalier en béton armé pour reprendre une bonne partie des charges latérales et les effets de torsion. Elle soulève toutefois des enjeux importants. Tout d'abord, la combinaison de deux structures différentes telles que des murs en béton armé et une structure à ossature légère en bois rend plus complexe l'analyse de l'ensemble du système de résistance aux charges latérales. De plus, la différence de rigidité et de ductilité entre ces deux systèmes structuraux aura pour effet d'augmenter les efforts dans la structure en bois. Finalement, l'ancrage de la structure en bois à la cage de béton armé doit pouvoir transférer les efforts latéraux tout en permettant le mouvement vertical différentiel entre le noyau en béton armé et la structure en bois.

2.1 Détermination des coefficients de ductilité (R_d) et de sur-résistance (R_o)

En combinant deux systèmes de résistance aux charges latérales, il faut utiliser les coefficients de ductilité (R_d) et de sur-résistance (R_o) les plus faibles entre les deux types de structures pour le calcul des charges sismiques. Par exemple, pour un mur de béton travaillant en cisaillement à ductilité moyenne, le CCQ indique un produit de $R_d R_o = 2,8$ alors que pour un mur travaillant en cisaillement en panneaux dérivés de bois cloués, le CCQ indique un produit de $R_d R_o = 5,1$. Il faut alors utiliser un produit de $R_d R_o = 2,8$ pour l'ensemble de la structure, ce qui a pour effet d'augmenter les charges sismiques totales de l'ordre de 82 % comparativement à une structure à ossature en bois uniquement.

2.2 Rigidité relative et cheminement des forces

Comme la cage d'escalier en béton armé est plus rigide qu'un mur de refend à ossature légère en bois, une grande partie des charges sismiques sera transférée au mur de béton armé. Les diaphragmes au voisinage des cages d'escalier seront alors sollicités davantage. La rigidité élevée des cages d'escalier en béton armé, combinée à la diminution des coefficients $R_d R_o$, aura donc un impact important sur le dimensionnement des diaphragmes, des collecteurs, des assemblages et des autres éléments de transfert. Les collecteurs sont des éléments de charpente tels que les poutres, les linteaux et les sablières des murs

qui permettent de relier les diaphragmes au système de résistance aux charges latérales (voir exemple de calcul d'un bâtiment de six étages à ossature légère en bois, Cecobois 2015).

2.3 Assemblage de la structure en bois à la cage d'escalier

Le système d'attache de la structure en bois à la cage d'escalier en béton armé doit transférer les charges latérales tout en permettant le mouvement vertical différentiel causé principalement par le retrait du bois. En effet, les structures étant constituées de matériaux différents, un mouvement vertical différentiel entre la structure de la cage d'escalier en béton armé et la structure en bois est susceptible de se produire. La valeur de ce mouvement vertical différentiel est fonction de plusieurs paramètres dont les teneurs initiale et finale en humidité des éléments de bois, les détails d'assemblage et l'ampleur des charges gravitaires qui sollicitent les éléments structuraux (déformation instantanée et fluage). L'ingénieur en structure du projet est à même de fournir une estimation du mouvement total à prévoir.

Un détail possible consiste à prévoir des cornières d'acier pour transférer les forces de cisaillement entre la lisse basse de la structure en bois et le mur en béton armé de la cage d'escalier (**figure 1**). Le dimensionnement, la quantité et la position de ces cornières de transfert sont la responsabilité de l'ingénieur concepteur. D'autres systèmes de transfert des charges latérales demeurent possibles.

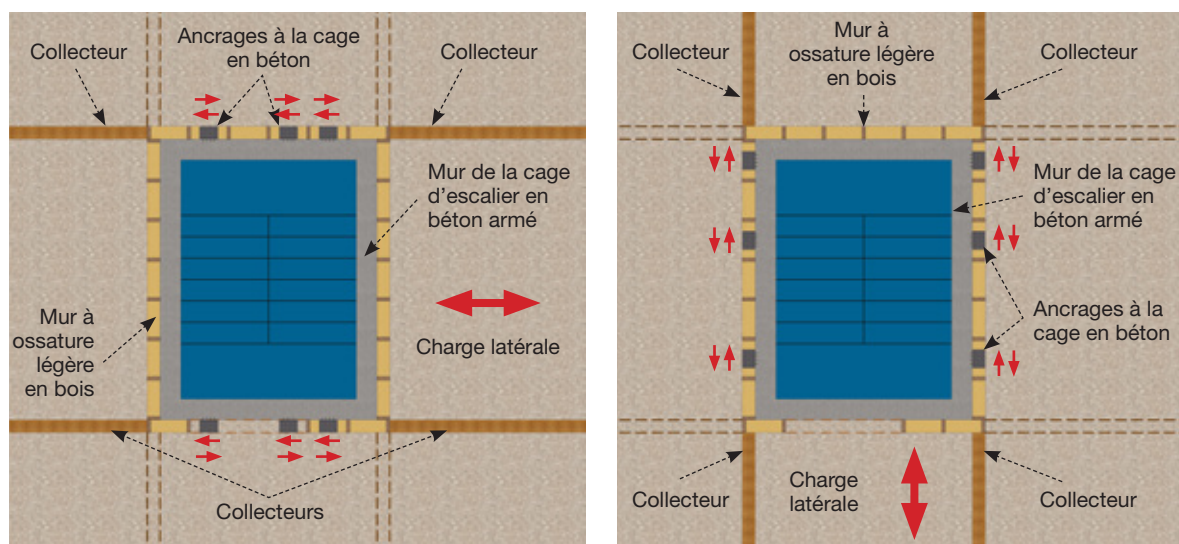


FIGURE 1 • Transfert des forces du diaphragme à la cage d'escalier — Vue en plan

Comme ces ancrages sont conçus pour transférer uniquement des forces de cisaillement, des trous oblongs verticaux sont nécessaires pour permettre un certain mouvement vertical différentiel (**figure 2**). Pour s'assurer que la friction entre le boulon et la cornière

n'empêche pas ce mouvement vertical entre les deux structures, un jeu minimal entre la tête du boulon et la cornière d'acier, de même qu'entre la tige du boulon et le trou oblong, doivent être prévus. Un contrôle lors de la construction doit être effectué au chantier.

Cornière d'acier avec trous oblongs permettant un mouvement vertical et un transfert des charges latérales. Prévoir un jeu minimal entre la tête du boulon et la cornière d'acier, de même qu'entre la tige du boulon et le trou oblong, pour permettre le mouvement vertical de l'assemblage. Un contrôle lors de la construction doit être effectué au chantier.

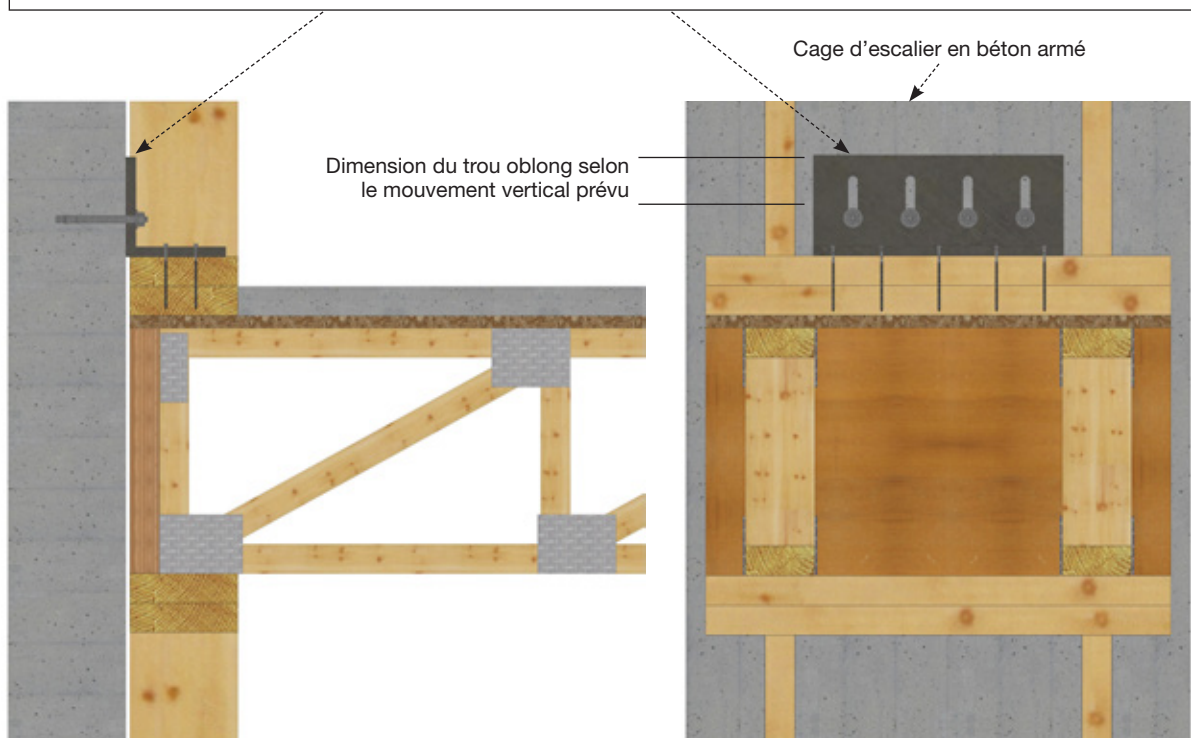


FIGURE 2 • Détail d'attache du plancher de bois à la cage d'escalier en béton armé

Les boulons d'ancrage permettant de fixer la cornière d'acier au mur de béton armé doivent convenir pour une application de charge sismique. Ce type de boulon à ancrage mécanique nécessite un serrage adéquat pour assurer son ancrage dans le béton.

Afin de permettre le mouvement vertical de la cornière et d'assurer le serrage adéquat du boulon, il est suggéré d'utiliser un manchon de métal légèrement plus long que l'épaisseur de la cornière d'acier (**figure 3**).

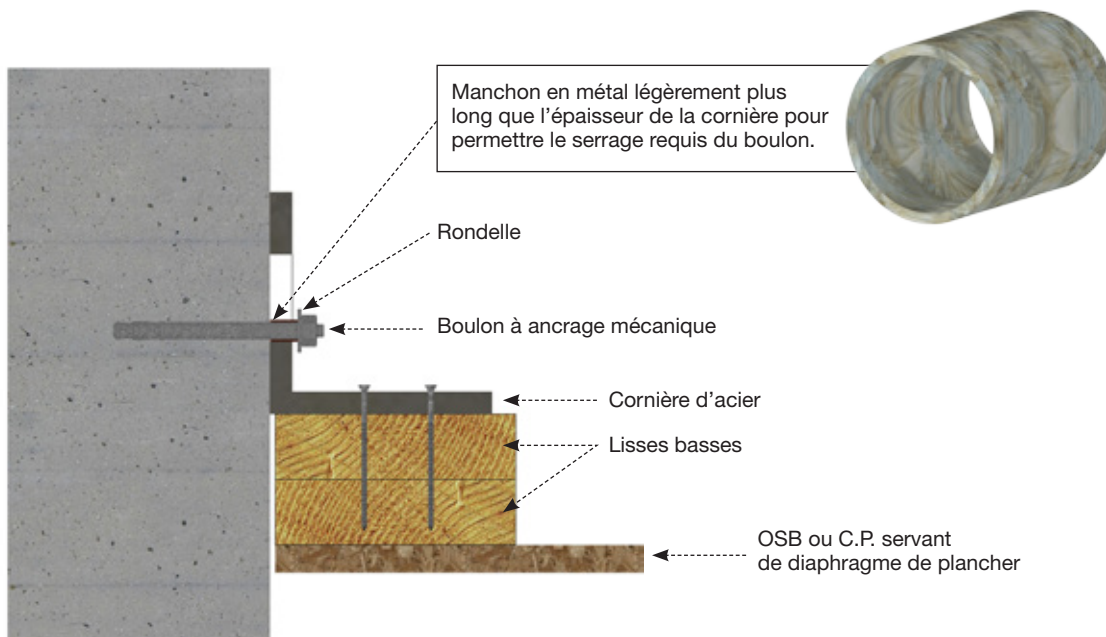


FIGURE 3 • Détail d'assemblage avec manchon et boulon à ancrage mécanique

Si l'ancrage doit être positionné vis-à-vis la porte d'entrée de la cage d'escalier, les cornières d'acier peuvent être installées sous le plancher. Afin d'assurer le cheminement des charges du diaphragme

jusqu'aux cornières d'acier, le transfert des charges doit se faire par l'intermédiaire de la solive de rive et/ou du linteau au-dessus de l'ouverture de la porte (figures 4a et 4b).

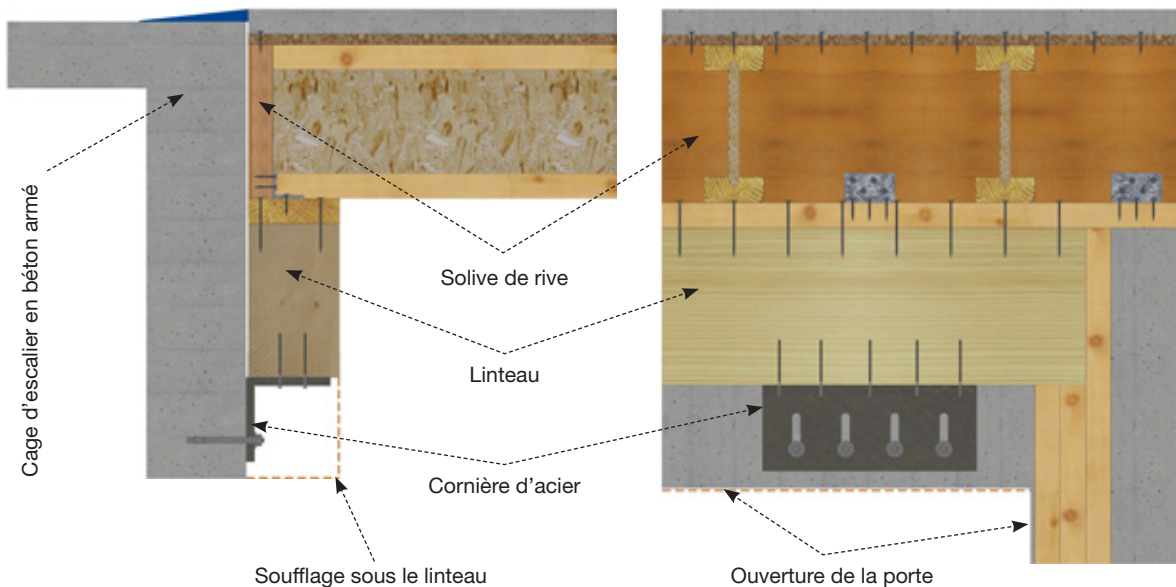


FIGURE 4 (a) • Détail d'ancrage vis-à-vis la porte d'entrée avec poutrelle en I et solive de rive

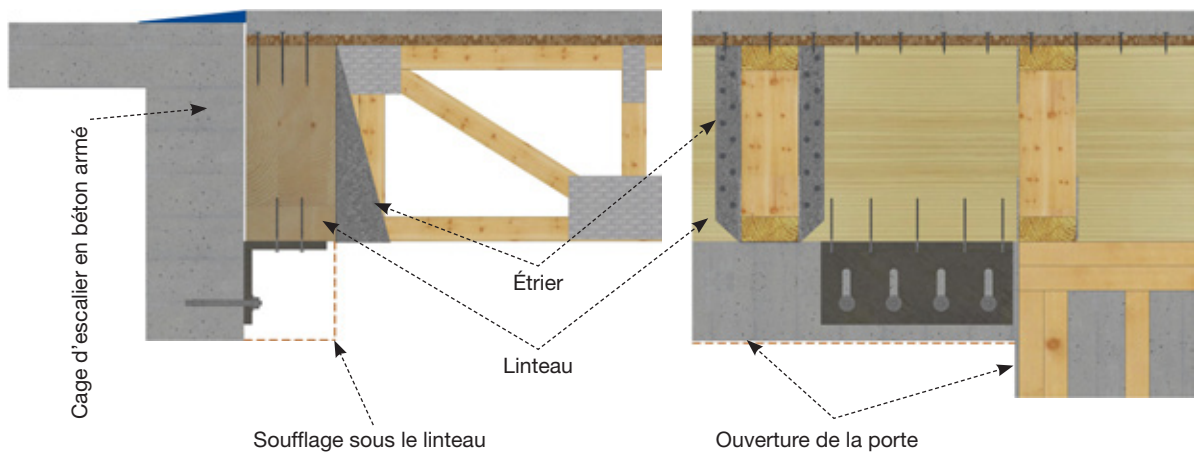


FIGURE 4 (b) • Détail d'ancrage vis-à-vis la porte d'entrée avec poutrelle ajourée supportée par une poutre

3. Considération du mouvement différentiel pour les matériaux de finition

3.1 Couvre-joint entre les planchers de la structure en bois et de la cage d'escalier

En raison du mouvement vertical différentiel, un couvre-joint ajustable est à prévoir entre le plancher de la cage d'escalier et le plancher du corridor jusqu'à la stabilisation complète du retrait de l'ossature de bois du bâtiment, qui se produit sur une période d'environ 1 à 2 ans. La différence de niveau entre les planchers de la cage d'escalier et du corridor ne doit pas causer de préjudices aux occupants de l'édifice.

Concernant les différences de niveau entre deux planchers, l'article 3.8.3.3.4) du CCQ 2015 mentionne que : « Les seuils des baies de portes (...) ne doivent pas être surélevés de plus de 13 mm par rapport à la surface du revêtement de sol et doivent être biseautés pour faciliter le passage des fauteuils roulants ».

Alors que l'article 3.8.3.4.1)b) indique que : « Les rampes d'un parcours sans obstacles doivent avoir une pente d'au plus 1:12 » (figure 5).

De plus, certains organismes de soutien auprès des personnes à mobilité réduite recommandent des pentes plus faibles, se limitant à 1:20.

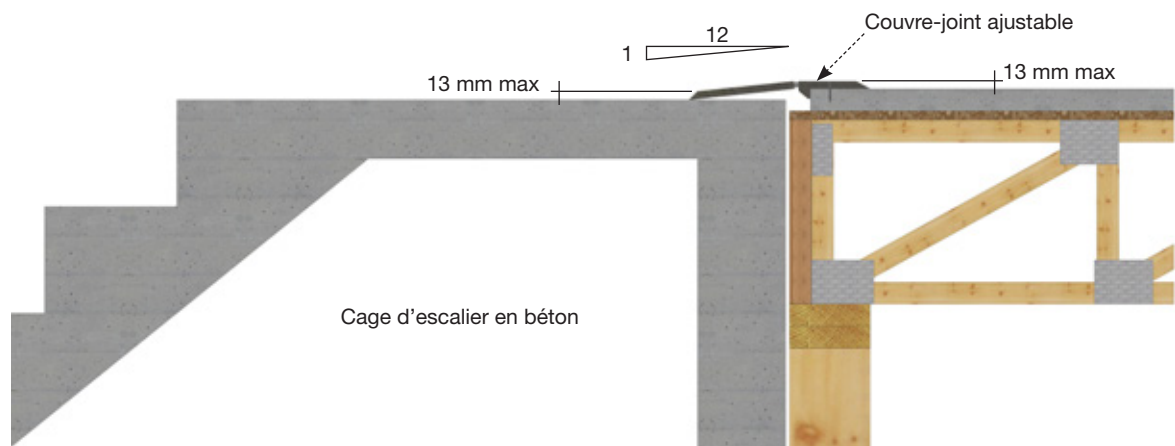


FIGURE 5 • Couvre-joint ajustable

Certaines compagnies offrent des couvre-joints qui permettent une dénivellation entre les planchers. La **figure 6** illustre le modèle RFD de Construction Specialties™.



FIGURE 6 • Joint RFD de Construction Specialties™ (distribué par Groupe Sanik inc.)

3.2 Étanchéité de la porte d'accès

Pour des raisons de sécurité incendie, le concepteur du bâtiment doit porter une attention particulière aux détails d'étanchéité des portes d'accès aux cages d'escalier d'issue. L'utilisation de portes avec un seuil tombant est un détail souvent préconisé pour assurer cette étanchéité.

Lorsqu'un mouvement vertical différentiel est à prévoir, il faut s'assurer que le seuil tombant des portes d'accès, ou tout autre dispositif d'étanchéité, soit compatible avec le couvre-joint utilisé (**figure 7**). Également, le couvre-joint ne doit pas compromettre le bon fonctionnement des portes.

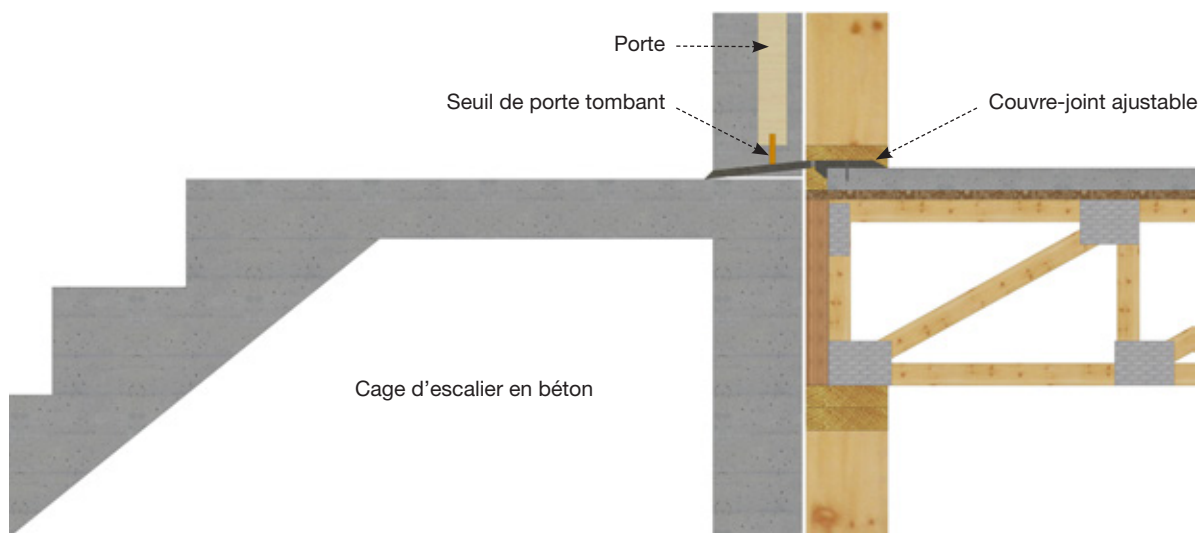


FIGURE 7 • Détail de porte avec seuil tombant

3.3 Matériaux de finition intérieure

Le concepteur doit aussi prévoir que tous les matériaux de finition intérieure en contact avec la cage d'escalier en béton soient désolidarisés de celle-ci par l'emploi de couvre-joints permettant le mouvement entre les deux systèmes structuraux.

3.4 Minimiser le mouvement vertical différentiel

Une attention particulière doit être portée aux détails de construction et au choix des matériaux de bois afin de réduire au minimum le mouvement vertical différentiel entre la cage d'escalier en béton et la charpente en bois. Par exemple, l'utilisation de bois de charpente composite tel que le LSL pour les lisses et sablières des murs contribuera de façon significative à réduire le mouvement vertical de la structure en bois compte tenu de leur faible teneur en humidité à la fabrication. Le guide de Cecobois intitulé « Guide technique sur la conception des bâtiments de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois, volume 1 et 2 » contient de l'information pertinente à ce sujet [3]. Il est à noter que le bois de charpente composite, tel que le LSL, est conçu pour être utilisé en milieu sec et doit être protégé des intempéries (voir les recommandations du fabricant à cet effet).

Conclusion

L'ajout de cages d'escalier en béton armé dans une structure à ossature légère en bois comporte des enjeux importants. Tout d'abord, il faut tenir compte des mouvements différentiels entre ces deux types de structure. Ces mouvements différentiels ont pour effet de créer une différence de niveau entre le plancher des cages d'escalier en béton et les planchers adjacents en bois. Il faut donc prévoir des couvre-joints pouvant s'adapter à cette situation.

Il faut également tenir compte des mouvements différentiels dans la conception des détails d'attache entre les cages d'escalier en béton armé et la structure à ossature légère en bois. Ces détails d'attache doivent pouvoir transférer des forces latérales tout en permettant un mouvement vertical.

Finalement, la combinaison de deux systèmes structuraux ayant des rigidités et des ductilités différentes ajoute une complexité quant à l'analyse du système de résistance aux charges latérales de l'ensemble de la structure du bâtiment. Une analyse très rigoureuse doit être effectuée par l'ingénieur en structure afin de tenir compte de la répartition des charges selon la rigidité relative des murs en béton et des murs de refend en bois, ainsi que des diaphragmes. Également, en combinant une structure en béton et une structure à ossature légère en bois, cela a pour effet d'augmenter les charges sismiques comparativement à une structure uniquement à ossature légère en bois, en particulier pour les diaphragmes, les collecteurs et les autres éléments de transfert.

Références

- [1] Code de construction du Québec, Chapitre 1 — Bâtiment, et Code national du bâtiment — Canada 2010 (modifié), volume 1. Conseil national de recherches du Canada.
- [2] Cages d'escaliers d'issue dans les constructions en bois. Régie du bâtiment du Québec. <https://www.rbq.gouv.qc.ca/batiment/les-mesures-differentes-et-equivalentes/cages-descaliers-dissue-dans-les-constructions-en-bois.html>
- [3] Guide technique sur la conception de bâtiments de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois, Volume 1 : Renseignements généraux. Volume 2 : Exemple de calcul d'un bâtiment de six étages à ossature légère en bois. Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois (Cecobois).

Responsabilité du lecteur

L'équipe de Cecobois fait tout ce qui est en son pouvoir pour que l'information présentée dans ce document soit la plus exacte possible. Bien que tous les efforts aient été faits pour assurer l'exactitude des informations du présent document, le Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois (Cecobois) n'est nullement responsable des erreurs ou des omissions qui peuvent découler de l'usage du présent document.

Toute personne utilisant ce document dégage Cecobois, ses administrateurs, employés et partenaires de toute responsabilité quant aux contenus et aux résultats produits. En aucun cas, Cecobois, ses administrateurs, employés et partenaires ne peuvent être tenus responsables de quelque perte ou dommage que ce soit découlant de l'utilisation du document, et ce, peu importe que Cecobois ait ou n'ait pas été avisé de la possibilité de tels dommages.



Dépôt légal Bibliothèque nationale du Québec
Dépôt légal Bibliothèque nationale du Canada

Juin 2017

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois

www.cecobois.com