

Guide technique sur la conception de bâtiments de **5 ou 6 étages** à **ossature légère en bois**

Volume 1 : Renseignements généraux



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 du Québec et la Société d'habitation du Québec pour leur contribution financière à la réalisation de ce guide.



Avant-propos

L'objectif de ce guide technique est d'apporter une aide aux ingénieurs et aux architectes dans la conception de bâtiments résidentiels à ossature légère en bois de 5 ou 6 étages, en plus d'être une source pertinente de renseignements pour les constructeurs.

Équipe de rédaction

- François Chaurette, ing., conseiller technique, **cecobois**
- Caroline Frenette, ing. Ph. D., conseillère technique, **cecobois**
- Kim Lajoie, ing., conseiller technique, **cecobois**
- Claude Lamothe, ing., Intra-Bois inc.
- Louis Poliquin, ex-directeur, **cecobois**

Remerciements

Les conseillers techniques de **cecobois** remercient particulièrement les personnes suivantes pour leurs commentaires constructifs sur divers aspects techniques du présent guide :

- André Bourassa, architecte, Bourassa Maillé architectes ;
- Gilles Carrier, technologue professionnel en mécanique du bâtiment, PGA Experts inc. ;
- Christian Dagenais, ingénieur, chercheur sur la performance en service et incendie, FPInnovations ;
- André Gagné, directeur de l'expertise technique, APCHQ ;
- Jacques Gagné, directeur des services techniques, APCHQ ;
- Stéphan Langevin, architecte, STGM architectes ;
- Nicole Olivier, architecte, conseillère technique, Technorm inc. ;
- Bruno Verge, architecte.

Les images techniques ont été réalisées par Appalaches Solutions Bois inc. à l'aide du logiciel Cadwork.

Responsabilités du lecteur

Il est entendu que ce guide est destiné aux professionnels de la construction. Il se veut un complément aux renseignements techniques du guide *Construction d'habitations en bois de 5 ou 6 étages* de la Régie du Bâtiment du Québec produit en collaboration avec FPInnovations (RBQ, 2013) et au Code de construction du Québec, Chapitre 1 – Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2010 (modifié) (CCQ, 2015). Bien que ce guide ait été conçu avec la plus grande exactitude conformément à la pratique actuelle du calcul des structures en bois, 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 guide. Toute personne utilisant ce guide en assume pleinement tous les risques et les responsabilités. Toute suggestion visant l'amélioration de notre documentation sera grandement appréciée et considérée pour les versions futures.

Table des matières

Avant-propos	i
Équipe de rédaction	i
Remerciements	i
Responsabilités du lecteur	i
Table des matières	ii
Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois	v
Avantages environnementaux de la construction en bois	vi
1 Introduction	1
1.1 Considérations particulières pour les bâtiments en bois de 5 ou 6 étages	2
2 Communication entre les professionnels	3
2.1 Architecte	4
2.2 Ingénieur en structure	4
2.3 Ingénieur en mécanique du bâtiment	5
2.4 Ingénieur en sécurité incendie	5
2.5 Constructeurs	5
2.6 Ingénieur du fabricant des composants structuraux	6
2.7 Surveillant de chantier	6
3 Conception structurale	6
3.1 Systèmes structuraux en bois	6
3.2 Calcul des charges	7
3.3 Système de résistance aux charges gravitaires	8
3.4 Système de résistance aux charges latérales	10
3.5 États limites de tenue en service	18
3.6 Mouvement vertical du bâtiment	20
4 Sécurité incendie	29
4.1 Construction combustible et incombustible	31
4.2 Systèmes de gicleurs et réseaux de canalisations	32
4.3 Résistance au feu	40
4.4 Séparations coupe-feu	54
4.5 Pare-feu dans les vides de construction	71
4.6 Cages d'ascenseur et d'escalier	76
4.7 Revêtements intérieurs et extérieurs	79
5 Mécanique du bâtiment	80
5.1 Mouvement vertical	80
5.2 Sécurité incendie	80

6	Enjeux architecturaux	80
6.1	Disposition des murs porteurs et des ouvertures	80
6.2	Mouvement vertical	81
6.3	Enveloppe du bâtiment	84
6.4	Performance acoustique	84
6.5	Particularités pour la conception des balcons	86
7	Préfabrication	88
7.1	Composants structuraux préfabriqués	88
7.2	Systèmes préfabriqués en panneaux	89
7.3	Construction modulaire	91
8	Bonnes pratiques de chantier	92
8.1	Protection en cours d'exécution	92
8.2	Retenues latérales temporaires	94
8.3	Contrôle de la qualité durant la construction	94
8.4	Contrôle de la qualité après la construction	95
9	Références	96

Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois

Le Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois (**cecobois**) est un organisme à but non lucratif dont la mission est d'appuyer sans frais les promoteurs, les développeurs ainsi que les firmes d'ingénieurs et d'architectes en matière d'utilisation du bois dans les constructions non résidentielles au Québec.

cecobois est votre ressource première afin d'obtenir:

- des références sur les produits du bois, leurs propriétés et les fournisseurs;
- des conseils techniques en matière de faisabilité d'utilisation du bois dans les projets commerciaux et multirésidentiels;
- des renseignements et des services en matière de solutions de construction en bois.

Vous êtes promoteur, ingénieur ou architecte? Cecobois peut vous renseigner sur:

- l'interprétation du Code du bâtiment;
- la démarche à suivre pour concevoir un bâtiment en bois;
- les possibilités d'utilisation du bois en construction commerciale, industrielle ou institutionnelle;
- les produits de structure, les bois d'apparence et les parements disponibles;
- les propriétés mécaniques du bois et des bois d'ingénierie;
- les outils et les manuels de calcul des structures disponibles;
- les solutions de construction en bois appropriées;
- les avantages du bois du point de vue environnemental;
- l'analyse du cycle de vie des matériaux, des bâtiments ou des systèmes de construction.

Visitez notre site Internet www.cecobois.com afin d'obtenir une abondance de renseignements sur la construction non résidentielle en bois, des nouvelles, des fiches techniques et des outils de conception en ligne (**figure 1**).



FIGURE 1 • www.cecobois.com

Avantages environnementaux de la construction en bois

Dans un monde sensibilisé à l'environnement, le bois est un matériau de premier choix. Il a beaucoup à offrir pour améliorer la performance environnementale globale des bâtiments. L'utilisation du bois permet de réduire l'impact environnemental en matière, notamment, de consommation d'énergie, d'utilisation des ressources ainsi que de pollution de l'eau et de l'air.

Toutes les activités humaines se répercutent sur notre environnement immédiat, et il est pratiquement impossible de construire un bâtiment dont l'impact écologique est nul. Les concepteurs et constructeurs de bâtiments sont cependant de plus en plus conscients de l'importance de leurs choix pour réduire l'empreinte environnementale de leurs constructions. C'est pourquoi ils sont nombreux à opter pour des solutions visant à réduire la consommation d'énergie, à favoriser l'emploi de matériaux renouvelables et à limiter la pollution causée par la fabrication des différents produits.

L'analyse du cycle de vie (ACV) quantifie les impacts d'un produit, d'un procédé ou d'une activité sur l'environnement au cours de sa vie à l'aide d'une méthode reconnue scientifiquement. Elle considère

l'ensemble des étapes, de l'extraction des matériaux jusqu'à l'élimination finale ou à la réutilisation en passant par la transformation, le transport, l'installation, l'utilisation et l'entretien (**figure 2**). Cette analyse est un outil précieux pour quantifier le caractère écologique des projets de construction et soutenir les systèmes de certification.

Les professionnels de la construction qui souhaitent inclure des résultats d'analyse du cycle de vie dans leur processus décisionnel ont plusieurs options. Tout d'abord, ils peuvent consulter les déclarations environnementales de produits, car ces documents, encadrés par la norme ISO 14025, résument les informations pertinentes et les résultats d'une analyse de cycle de vie d'un produit. Ils peuvent aussi avoir recours au logiciel *Impact Estimator for Buildings* de l'institut Athena (*Athena Sustainable Materials Institute*), un outil basé sur l'analyse du cycle de vie qui s'adresse principalement aux professionnels de la construction et qui inclut une base de données adaptée aux techniques de construction nord-américaines. Finalement, un spécialiste en analyse du cycle de vie peut aussi être intégré à l'équipe de projet afin de fournir des résultats encore plus précis.

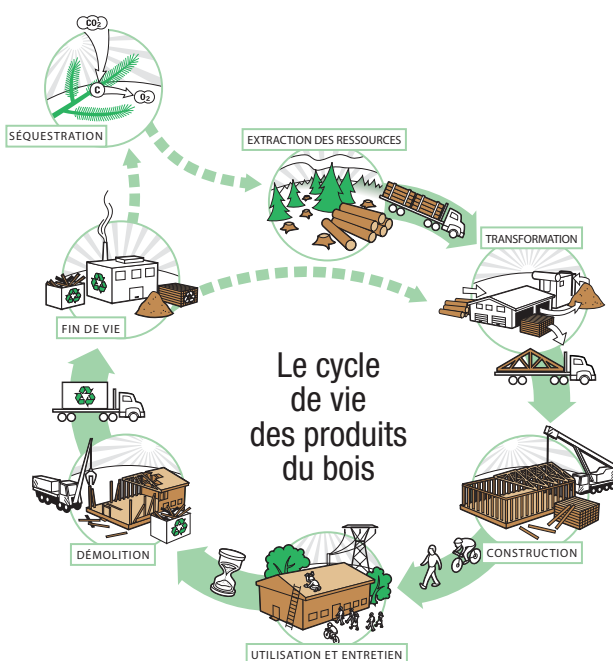
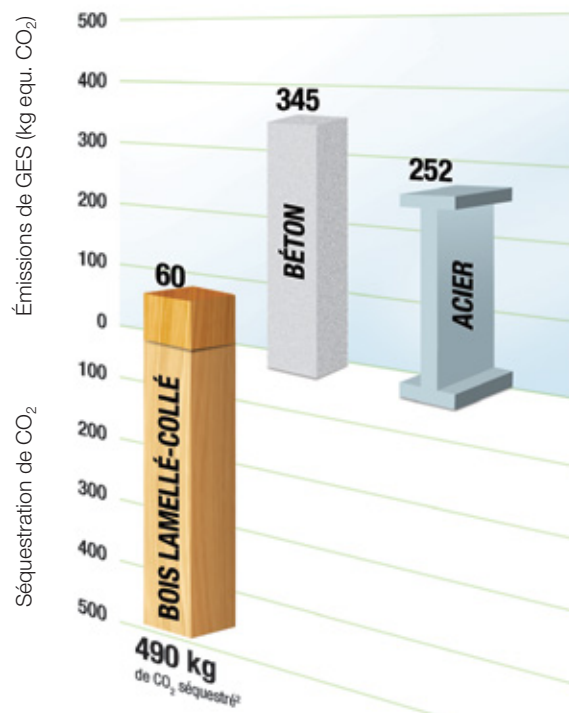


FIGURE 2 • Cycle de vie des matériaux de construction

Une étude réalisée par **cecobois** a permis de comparer le potentiel de réchauffement climatique d'une poutre en bois d'ingénierie de 7,3 m de portée supportant une charge non pondérée de 14,4 kN/m. La **figure 3** représente le potentiel de réchauffement climatique obtenu lors de l'analyse du cycle de vie à l'aide du logiciel ATHENA™ pour différentes solutions structurales. Cette étude démontre qu'une poutre en bois d'ingénierie émet près de 6 fois moins de gaz à effet de serre (GES) qu'une poutre en béton et environ quatre fois moins qu'une poutre en acier.

Le procédé de fabrication du bois de construction requiert en effet moins d'énergie et est beaucoup moins polluant que d'autres matériaux dont l'impact environnemental est plus élevé. De plus, l'arbre séquestrant du CO₂ dans le bois au cours de sa croissance, son bilan carbone total peut être considéré comme positif. L'utilisation du bois en construction contribue aussi à l'efficacité énergétique du bâtiment, car sa faible conductivité thermique permet de réduire efficacement les ponts thermiques dus à la structure. Respectueux de l'environnement, les éléments en bois d'ingénierie permettent d'optimiser l'utilisation de la ressource pour fabriquer un produit de haute qualité.



1. Émissions de GES, calculées lors d'une analyse du cycle de vie à l'aide du logiciel ATHENA™ v 4.1.11
2. Estimé en fonction de la composition du bois pour une masse volumique de 500 kg/m³

FIGURE 3 • Comparaison des émissions de GES causées par la fabrication d'une poutre de 7,3 m supportant une charge non pondérée de 14,4 kN/m

1 Introduction

Jusqu'à tout récemment, les solutions acceptables de la division B du Code de construction du Québec, Chapitre 1 – Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2005 (modifié) (CCQ, 2008), ne permettait l'utilisation du bois dans les bâtiments résidentiels que pour les constructions de 4 étages ou moins. En 2013, afin de permettre une utilisation accrue du bois dans la construction de bâtiments au Québec, la Régie du Bâtiment du Québec (RBQ) a rédigé des lignes directrices pour la construction de bâtiments d'habitations en bois de 5 ou 6 étages (RBQ, 2013). Le Code de construction du Québec, Chapitre 1 – Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2010 (modifié) (CCQ, 2015) permet désormais l'utilisation du bois dans la construction de bâtiments de 5 ou 6 étages à usage résidentiel (groupe C), d'affaires (groupe D), ainsi que pour certains usages mixtes. Bien que les exigences du guide de la RBQ ne soient plus en vigueur depuis juin 2015, la section 2 (guide explicatif) demeure une source pertinente d'informations techniques pour le concepteur.

Le présent **Guide technique sur la conception de bâtiments de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois** se veut un complément technique permettant au concepteur de mieux saisir certains aspects pratiques liés à la construction de bâtiments de moyenne hauteur en bois. Il a été rédigé à l'intention des professionnels de l'industrie de la construction, soit les ingénieurs, architectes et constructeurs possédant

les compétences requises. Il est entendu qu'en aucun cas les éléments présentés dans le présent guide ne doivent être interprétés comme étant contradictoires à la réglementation en vigueur. Il est à noter que de façon général le présent guide fait référence aux articles du Code national du bâtiment - Canada 2010 (CNBC, 2010), et dans certains cas il réfère plutôt aux articles du CCQ 2015 lorsque ceux-ci diffèrent des articles du CNBC.

L'objectif principal de ce guide est de s'assurer que les bâtiments résidentiels en bois de 5 ou 6 étages construits au Québec soient performants et remplissent de façon exemplaire les exigences en matière de structure, d'architecture, de sécurité et de confort des occupants tout en considérant la durabilité, l'aspect économique ainsi que l'empreinte environnementale. Il présente les particularités de ces bâtiments en considérant les exigences relatives à la structure, à la protection contre les incendies, à la mécanique du bâtiment, à l'architecture, à la préfabrication des éléments structuraux ainsi qu'aux bonnes pratiques de chantier.

Se voulant un complément d'information technique, ce guide pratique est divisé en deux sections distinctes :

Volume 1 : Renseignements généraux

Volume 2 : Exemple de calcul d'un bâtiment résidentiel de 6 étages à ossature légère en bois

1.1 Considérations particulières pour les bâtiments en bois de 5 ou 6 étages

Lors de la conception et de la construction des bâtiments de 5 ou 6 étages en bois, l'importance de plusieurs facteurs est augmentée par rapport aux

constructions standards en bois de moindre hauteur. Le **tableau 1** résume les points importants à considérer lors de la conception de bâtiments de moyenne hauteur à ossature légère en bois. Les enjeux indiqués dans ce tableau sont discutés dans les diverses sections du présent guide.

TABEAU 1 • Considérations particulières pour les bâtiments de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois

Catégorie	Élément	Enjeux
Structure	Charpente à ossature légère de moyenne hauteur	Plusieurs détails ou pratiques souvent utilisés pour les petits bâtiments à ossature légère (partie 9) ne sont pas acceptables dans le contexte d'un bâtiment de moyenne hauteur qui doit être conçu selon les directives de la partie 4 du CNBC.
	Murs porteurs	Puisque les murs porteurs supportent des charges accrues, les montants doivent être retenus latéralement selon leur axe faible durant la construction (avant la pose du revêtement). L'augmentation des charges peut impliquer l'emploi de montants ayant une résistance accrue, notamment à partir de bois MSR, ou la réduction des espacements.
		Le contrôle de qualité étant critique, la préfabrication des murs comporte plusieurs avantages, dont l'assurance de respecter les classes de bois et des teneurs en humidité prescrites, la précision de fabrication et la diminution du temps requis pour la construction au chantier.
	Lisses et sablières	Les contraintes en compression perpendiculaire au fil, en flexion et en cisaillement doivent être vérifiées. Comme les lisses et sablières contribuent considérablement au mouvement vertical, le choix du matériau et de la teneur en humidité est d'une grande importance.
	Mouvement vertical	Le mouvement vertical doit être calculé et clairement indiqué sur les plans de structures afin de s'assurer que les éléments architecturaux et la mécanique du bâtiment puissent être conçus en conséquence. Tous les éléments doivent respecter la classe d'humidité spécifiée par l'ingénieur en structure.
	Solives de plancher	Selon le détail d'assemblage choisi, les extrémités des solives des planchers inférieurs sont susceptibles de reprendre d'importantes charges verticales et de contribuer de façon significative au mouvement vertical. Les solives préfabriquées ajourées ou en I sont fortement recommandées.
	Poutres et linteaux	Les réactions aux appuis des poutres et linteaux se cumulent vers les étages inférieurs et exigent des surfaces d'appui de plus en plus grandes pour éviter le poinçonnement. Des éléments en bois d'ingénierie sont recommandés en raison de leur faible teneur en humidité et de leur résistance accrue.
	Charges latérales	Les déformations du système de résistance aux forces latérales deviennent critiques et doivent être calculées selon une nouvelle méthode de calcul spécifique. Pour que le système calculé soit mis en œuvre de façon adéquate, l'emplacement et la composition des murs de refend, ainsi que le positionnement des ancrages, doivent être clairement indiqués sur les plans de structure. Les ancrages au chantier doivent également être installés de façon très précise.
		Pour la réalisation du système de résistance aux charges latérales d'un bâtiment de moyenne hauteur en bois, l'utilisation d'ancrages avec compensateur de retrait est fortement recommandée à moins qu'un système offrant une performance équivalente soit détaillé par l'ingénieur en structure.

Catégorie	Élément	Enjeux
Sécurité incendie	Résistance au feu	Un degré de résistance au feu d'une heure est requis pour la toiture, ce qui s'ajoute à l'exigence habituelle pour les planchers et les murs.
	Protection par gicleurs	Le bâtiment doit être entièrement protégé par un système de gicleurs conçu selon la norme NFPA 13, plutôt que NFPA 13R.
	Vides de construction	Selon le CCQ 2015, les vides de construction horizontaux d'un plancher ou d'un toit doivent être remplis d'isolant incombustible ou être protégés par des gicleurs conformément à la norme NFPA 13. Les autres vides de construction doivent aussi être protégés par un système de gicleurs. Une attention particulière doit être portée aux zones non chauffées, où le risque de gel est présent.
	Revêtement extérieur	Le guide de la RBQ exigeait que le revêtement extérieur soit incombustible alors que le CCQ 2015 permet le revêtement combustible à certains endroits. Le dessous des balcons doit être recouvert d'un revêtement incombustible.
Préfabrication	Pour les systèmes préfabriqués en panneaux	La construction de bâtiments de 5 ou 6 étages sollicite davantage les éléments structuraux comparativement aux bâtiments de moins grande hauteur. Une attention particulière doit être apportée aux détails d'assemblage des différents systèmes préfabriqués (murs, planchers et toit).
	Pour la construction modulaire	Ce type de construction a pour effet de créer une surépaisseur au niveau des plafonds. Le concepteur du bâtiment doit donc porter une attention au détail de jonction des modules superposés afin de limiter le mouvement vertical du bâtiment.
Bonnes pratiques au chantier	Protection incendie	En cours de chantier, les charpentes à ossature légère en bois sont plus vulnérables aux risques d'incendies car tous les systèmes de sécurité incendie ne sont pas encore installés. Des mesures de sécurité incendie doivent être mises en place, incluant le contrôle des sources d'inflammation et des matériaux combustibles, ainsi qu'une surveillance du chantier en tout temps.
	Protection contre les intempéries	L'utilisation de produits de charpente préfabriqués en usine assure un meilleur contrôle de la teneur en humidité du bois. Cependant, ces produits doivent être protégés des intempéries jusqu'à la fermeture complète du bâtiment afin de maintenir les niveaux de teneur en humidité des matériaux prévus au moment de la conception.
	Retenues latérales des murs porteurs et contreventement temporaire	La construction d'un bâtiment de 5 ou 6 étages amène des charges verticales importantes, en particulier sur les étages inférieurs. Il faut donc prévoir, au besoin, des retenues latérales temporaires pour les montants des murs porteurs jusqu'à ce que les plaques de plâtre ou les panneaux en bois soient complètement installés.

2 Communication entre les professionnels

Lors de la conception d'un bâtiment de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois, certaines particularités doivent être considérées pour assurer la réussite du projet. Des aspects importants à ne pas négliger ont été résumés au **tableau 1**. Ce chapitre expose l'aspect de collaboration entre les professionnels et autres intervenants, en mettant l'accent sur les renseignements que chacun doit fournir pour faciliter le processus de conception.

En plus de faciliter cette obligation, une bonne communication entre tous les intervenants dès le début de projet permet d'assurer la construction d'un bâtiment performant et économique. Plusieurs aspects de la conception, incluant le concept structural, la sécurité incendie, le mouvement vertical du bâtiment, l'insonorisation, la préfabrication des éléments structuraux et la mise en chantier sont interreliés.

2.1 Architecte

L'architecte a une vue d'ensemble qui lui permet de mettre en relation les contraintes liées aux différents aspects d'un projet. Tout au long de la conception et de la réalisation d'un bâtiment de moyenne hauteur à ossature légère, plusieurs éléments doivent être décidés en collaboration afin d'optimiser le design, incluant le concept structural, le mouvement vertical du bâtiment, la sécurité incendie, les détails de performance acoustique, de résistance thermique et d'étanchéité à l'air, ainsi que la préfabrication.

Le choix du concept structural a des répercussions sur plusieurs éléments de la conception architecturale. L'orientation et la longueur des poutrelles, des poutres et des fermes de toit influencent la position des murs porteurs en périphérie du bâtiment ainsi que l'emplacement des murs porteurs intermédiaires, souvent situés entre les logements. L'élévation des murs de façades, incluant le positionnement des ouvertures des portes et des fenêtres, doit aussi être adaptée au système choisi. Par exemple, une construction à ossature légère en bois doit contenir suffisamment de segments de mur de refend sans ouvertures et de longueur suffisante à chaque étage pour assurer un système de résistance aux charges latérales (vent et séisme) adéquat. De plus, la continuité des murs de refend doit être assurée d'un étage à l'autre.

Par ailleurs, il est indispensable de choisir des portées libres de poutrelles et de poutres adéquates puisqu'elles influencent les surfaces d'appui requises aux étages inférieurs. Ces dernières doivent rester acceptables sur le plan architectural. Le calcul structural définit aussi l'espacement des montants dans les murs extérieurs, qui doit être pris en compte pour déterminer la résistance thermique effective de l'enveloppe.

Une bonne coordination entre les intervenants est aussi essentielle afin d'obtenir la performance acoustique souhaitée dans le bâtiment. La composition des planchers, incluant l'ajout d'une chape de béton, influence directement les charges qui doivent être prises en compte dans le calcul de la structure. La disposition des montants des murs porteurs peut être linéaire, alternée ou double, selon les charges calculées et le niveau d'insonorisation requis. De plus, les assemblages entre les différents éléments structuraux ainsi que le passage des systèmes mécanique et électrique influencent directement la qualité acoustique.

Le mouvement vertical d'un bâtiment de moyenne hauteur peut être plus important que pour une construction plus petite. Le mouvement vertical et la

déformation horizontale prévus, calculés par l'ingénieur en structure, doivent être considérés dans la conception des différents éléments architecturaux, tels que le revêtement extérieur, les balcons et certains détails d'étanchéité.

2.2 Ingénieur en structure

L'ingénieur en structure a la responsabilité de définir les systèmes de résistances aux charges gravitaires et latérales. Le concept structural doit cependant être déterminé en collaboration avec l'architecte, le professionnel en sécurité incendie et tout autre intervenant concerné en fonction des contraintes liées au projet.

L'orientation et la longueur des poutrelles, des poutres et des fermes de toit influencent la position des murs porteurs en périphérie du bâtiment ainsi que l'emplacement des murs porteurs intermédiaires, souvent situés entre les logements. L'alignement des murs porteurs avec les axes de colonnes en béton du stationnement a aussi un impact direct sur la conception de la dalle de transfert en béton au rez-de-chaussée.

Le choix des portées libres des poutrelles et des poutres influence les surfaces d'appui requises pour les poutres, linteaux et montants d'ossature situés aux étages inférieurs. Pour un bâtiment de 5 ou 6 étages, il est préférable de limiter les portées des poutrelles et des poutres pour ne pas surcharger les éléments porteurs des étages inférieurs et ainsi créer des problèmes d'écrasement perpendiculaire au fil des éléments structuraux. Il est recommandé d'effectuer quelques vérifications en ce sens en début de conception afin de s'assurer que les surfaces d'appui requises sont acceptables du point de vue architectural.

La disposition des montants des murs porteurs peut être linéaire, alternée ou double, selon les charges calculées et le niveau d'insonorisation requis. L'espacement des montants dans les murs extérieurs influence aussi la résistance thermique de l'enveloppe.

Pour une structure à ossature légère, la résistance aux charges latérales est obtenue par les segments de mur de refend situés entre les ouvertures. Le défi est alors d'obtenir suffisamment de segments de mur de refend pour résister à l'ensemble des charges latérales tout en cadrant avec le concept architectural. Pour une meilleure performance du système de résistance aux charges latérales, il faut utiliser en priorité les segments de murs les plus longs tels que les murs des corridors et les murs entre les logements.

En plus d'assurer la résistance structurale, l'ingénieur en structure doit évaluer le mouvement vertical et la déformation horizontale prévus, et communiquer cette information aux autres intervenants pour que ces derniers en tiennent compte dans leur conception.

Les plans doivent clairement indiquer les détails des systèmes de résistance aux charges gravitaires et latérales, incluant la position des ancrages. Les contreventements temporaires, incluant la retenue latérale des montants nécessaire avant la pose du panneau structural ou des plaques de plâtre, doivent aussi être clairement communiqués.

La préfabrication des composants structuraux est l'un des éléments-clés permettant la construction de bâtiments performants. La possibilité d'aligner les éléments structuraux, la précision des composants préfabriqués, le contrôle de qualité en usine, ainsi que la rapidité de montage au chantier constituent quelques-uns de ses avantages. Pour assurer une bonne coordination lors de la préfabrication des éléments structuraux, l'ingénieur en structure doit transmettre à l'ingénieur du fabricant de composants structuraux l'ensemble des renseignements pertinents, incluant les charges de calculs utilisées. Il est aussi responsable de revoir les dessins d'atelier, ce qui est un processus critique, non seulement pour assurer la coordination du projet, mais aussi pour confirmer que le fabricant a bien intégré l'ensemble des exigences indiquées sur les plans.

L'ingénieur en structure doit aussi s'assurer de la présence d'une surveillance de chantier, qu'elle soit effectuée par lui-même ou par un autre professionnel compétent.

2.3 Ingénieur en mécanique du bâtiment

L'ingénieur en mécanique du bâtiment est responsable de la conception des systèmes de plomberie, d'électricité, de ventilation et de gicleurs automatiques. Dans la conception des systèmes mécaniques pour un bâtiment de 5 ou 6 étages en bois, l'ingénieur doit s'assurer que tous les conduits rigides soient conçus pour accommoder le mouvement vertical prévu ainsi que le mouvement horizontal causé par les charges latérales dues au vent et aux séismes. De plus, les précautions particulières à la pose sur une structure en bois doivent être respectées. À titre d'exemple, il est important d'éviter de suspendre des charges importantes à la membrure inférieure des poutrelles en I.

Selon le CCQ 2015, tous les bâtiments de 5 ou 6 étages en bois doivent être protégés par un système de gicleurs conçu selon la norme NFPA 13. Une coordination avec l'architecte, l'ingénieur en structure et l'ingénieur en sécurité incendie, s'il y a lieu, sur les aspects de sécurité incendie est fortement recommandée.

2.4 Ingénieur en sécurité incendie

Bien que l'ingénieur en mécanique du bâtiment soit responsable de la conception du système de gicleurs, d'autres aspects de la sécurité incendie peuvent nécessiter les compétences d'un ingénieur possédant une expertise reconnue dans le domaine. L'ingénieur en sécurité incendie peut agir en tant que consultant auprès de l'architecte et de l'ingénieur en mécanique du bâtiment pour émettre des directives sur divers éléments et détails faisant partie intégrante du système de sécurité incendie. Certains détails architecturaux et structuraux peuvent également être choisis en fonction des exigences de sécurité incendie.

2.5 Constructeur

L'entrepreneur ou le constructeur propriétaire doit connaître les particularités énoncées au **tableau 1** et avoir préalablement suivi une formation sur la construction de bâtiments en bois de 5 ou 6 étages. Lorsque le contexte le permet, il est pertinent que le constructeur participe dès le début du projet à la conception avec l'architecte et les ingénieurs. Cette participation initiale permet d'identifier rapidement au début du processus de conception les meilleures options pour chaque étape du projet.

De plus, compte tenu des charges gravitaires et latérales plus élevées pour ce type de bâtiment, le constructeur doit adapter ses méthodes pour maintenir le même niveau de sécurité durant toute la durée des travaux. Certaines méthodes de montage et certains choix de systèmes pourraient devoir être ajustés. Ces ajustements peuvent comprendre, par exemple, le recours à des retenues latérales temporaires calculées par un ingénieur, lorsque requis.

Le retrait étant un aspect important pouvant affecter la performance d'un bâtiment de 5 ou 6 étages en bois, il importe que les éléments de structure restent au sec sur le chantier afin que le faible taux d'humidité exigé par le concepteur n'augmente pas durant la construction.

2.6 Ingénieur du fabricant des composants structuraux

La préfabrication des composants structuraux offre plusieurs avantages dont une fabrication précise avec des éléments en bois ayant une teneur en humidité contrôlée, un contrôle de qualité accru ainsi qu'un montage au chantier plus rapide. L'ingénieur du fabricant des fermes de toit et des poutrelles de plancher est responsable de la conception de ces composants préfabriqués. Il doit être en mesure de bien saisir toutes les exigences indiquées aux plans de l'ingénieur en structure pour s'assurer que les dessins d'atelier incorporent toutes les spécifications requises. La coordination est particulièrement importante lorsqu'un mur de refend doit être préfabriqué en plusieurs segments afin de s'assurer que les forces de cisaillement puissent être transférées adéquatement et qu'aucun jeu entre les segments de murs ne nuise à ce transfert.

Le contreventement permanent des fermes de toit et des poutrelles de plancher ainsi que leurs ancrages font partie du système de contreventement permanent et

d'ancrage de l'ensemble du bâtiment et relèvent de la responsabilité de l'ingénieur en structure du bâtiment. La conception des murs porteurs et des murs de refend préfabriqués relève également de l'ingénieur en structure du bâtiment qui a la responsabilité de l'intégrité structurale du bâtiment dans son ensemble. Si requis, l'ingénieur du fabricant peut cependant émettre une attestation indiquant que la fabrication des murs en usine est conforme aux détails et aux spécifications indiquées sur les plans de l'ingénieur en structure du bâtiment.

2.7 Surveillant de chantier

Comme le soulignait le guide de la RBQ (2013), il est fortement recommandé qu'une surveillance rigoureuse des travaux soit mise en place. Un bâtiment de moyenne hauteur à ossature légère en bois comporte des différences importantes avec lesquelles les constructeurs doivent se familiariser. La surveillance des travaux permet de détecter les erreurs plus tôt dans le processus de construction afin d'éviter leur répétition tout en réduisant les coûts associés aux travaux correctifs.

3 Conception structurale

Ce chapitre offre des renseignements concernant la conception structurale d'un bâtiment d'habitation de moyenne hauteur en bois. Suite à la présentation générale des différents types de systèmes structuraux pouvant être utilisés pour la construction en bois, les aspects propres à la conception de bâtiments à ossature légère en bois sont précisés. Les particularités liées au calcul des charges, au choix du système structural ainsi qu'à la résistance aux états limites ultimes et de service sont abordées. Le calcul du mouvement vertical du bâtiment et les dispositions permettant de limiter ce mouvement sont aussi énoncés.

3.1 Systèmes structuraux en bois

Il existe différents systèmes permettant de construire des bâtiments de 5 ou 6 étages en bois. Les charpentes à ossature légère, les structures en poutres et colonnes et les constructions en panneaux en bois lamellé-croisé (CLT) sont les trois principaux systèmes constructifs. Certaines combinaisons de ces systèmes ou des associations avec d'autres sous-systèmes peuvent être envisagées afin d'obtenir les caractéristiques

optimales pour un projet en particulier. Il est possible, par exemple, d'utiliser des planchers en ossature légère avec une structure principale en poutres et colonnes en bois lamellé-collé ou de diviser le bâtiment en différentes zones, construites avec différents systèmes structuraux. Il importe cependant de bien vérifier la compatibilité entre les systèmes choisis, particulièrement en ce qui concerne le transfert des efforts et les mouvements verticaux ou latéraux différentiels.

Le présent guide se concentre uniquement sur les systèmes de construction à ossature légère en bois contreventé par des murs de refend constitués de montants et de panneaux structuraux à base de bois.

Selon le CCQ 2015, les aires de stationnement doivent être de construction incombustible. Dans le cas d'un stationnement souterrain, le plancher du rez-de-chaussée devient une dalle de transfert en béton armé qui reprend les charges gravitaires et latérales provenant des étages supérieurs pour les acheminer aux fondations. S'il n'y a pas de stationnement, la structure du plancher du rez-de-chaussée peut être en bois ou en béton.

3.2 Calcul des charges

3.2.1 Charges gravitaires

Pour déterminer les charges gravitaires, il faut s'assurer que les efforts calculés soit réalistes. Ceci est particulièrement important pour les bâtiments de 5 ou 6 étages en bois, car les charges des étages supérieurs s'accumulent sur les éléments porteurs. Un exemple de calcul de la charge permanente d'un plancher est présenté au **tableau 2**. Ce calcul comprend l'ajout d'une chape de béton de 38 mm (1½ po), qui peut être utilisée pour atteindre les performances acoustiques souhaitées.

Les calculs de résistance des structures en bois incluent un coefficient de correction portant sur la durée d'application des charges (K_D) (CSA O86-09). Si un pourcentage important de la charge totale, telle que la charge permanente, est appliqué de façon continue, le calcul du coefficient de résistance K_D doit tenir compte du ratio entre la surcharge d'utilisation et la charge permanente (CSA O86-09, article 4.3.2.3). Par exemple, pour la charge permanente indiquée au **tableau 2** et une surcharge de 1,9 kPa (aires résidentielles), un coefficient K_D entre 0,91 et 0,93 est obtenu selon le type de chape de béton utilisé. Dans une situation différente, où la surcharge d'utilisation serait plus élevée que la charge permanente, le coefficient K_D pour le calcul de résistance des éléments porteurs de ces aires de plancher serait de 1,0.

3.2.2 Charges dues au vent

Selon le *Code national du bâtiment du Canada*, édition 2010 (CNBC, 2010), le calcul des charges dues au vent pour la résistance latérale s'effectue en tenant compte des figures I-7 et I-15 du *Guide de l'utilisateur – CNB 2010: Commentaires sur le calcul des structures* afin de déterminer les coefficients de pression (C_p) et de rafale (C_g) (CNRC, 2011). L'utilisation de la figure I-7 est limitée aux bâtiments de faible hauteur ($H < 20$ m et $H/D_s < 1,0$), et la figure I-15 doit être utilisée au-delà de ces limites.

Même dans les cas où la conception des murs de refend est contrôlée par les charges sismiques, le concepteur doit analyser la déformation des murs de refend sous l'effet des charges dues au vent pour s'assurer que celle-ci ne dépasse pas les limites fixées à l'article 4.1.3.5.3 du CNBC.

TABLEAU 2 • Exemple de calcul de la charge permanente pour un système de plancher (kPa)

Matériau	Chape de béton léger kPa	Chape de béton ordinaire kPa
Parquet de bois	0,15	0,15
Chape de béton de 38 mm (1½ po)	0,70	0,89
Sous-plancher d'OSB 15,5 mm (5/8 po)	0,12	0,12
Poutrelles de plancher en 2 x 4 @ 400 mm (16 po) c/c	0,16	0,16
Isolant et barres résilientes	0,18	0,18
Double plaque de plâtre de type X 16 mm (5/8 po)	0,25	0,25
Cloisons (CNBC 4.1.4.1.3)	1,0	1,0
Divers	0,10	0,10
TOTAL	2,66	2,85

3.2.3 Charges sismiques

Le calcul du système de résistances aux forces sismiques (SFRS) est souvent un procédé itératif, comme le démontre l'exemple de calcul présenté dans le volume 2 du présent guide. En effet, la période fondamentale déterminée à l'aide de l'article 4.1.8.11 (paragraphe 3, alinéa c) du CNBC 2010 s'avère généralement plus courte que la période réelle d'un bâtiment contreventé par des murs de refend à ossature légère en bois. Pour réduire le nombre d'itérations nécessaire, l'exemple de calcul suggère de commencer le calcul avec une période fondamentale équivalente au double de celle obtenue par la formule du CNBC et de suivre un processus itératif qui permettra de converger vers une période plus réaliste.

Cependant, l'article 4.1.8.11. 3)d)iii) du CNBC 2010, qui autorise le concepteur à utiliser d'autres méthodes pour déterminer la période fondamentale du bâtiment, exige que la période utilisée pour obtenir les charges sismiques nécessaires au calcul de la résistance du SFRS soit limitée au double de la période empirique obtenue par la formule du CNBC. Il n'y a toutefois aucune limite supérieure pour ce qui est de la période associée aux charges sismiques utilisées pour le calcul des déformations, tel qu'indiqué à l'article 4.1.8.11. 3)d)v).

3.3 Système de résistance aux charges gravitaires

3.3.1 Portées maximales

Pour un bâtiment de 5 ou 6 étages, le choix des portées est plus souvent influencé par la résistance en compression perpendiculaire au fil des lisses et des sablières des murs porteurs que par les portées maximales que peuvent franchir les poutrelles de plancher. En effet, plus les portées sont grandes, plus les murs porteurs des étages inférieurs supportent d'importantes charges gravitaires et risquent d'avoir des problèmes d'écrasement perpendiculaire au fil des lisses et des sablières. À titre d'exemple, le **tableau 3** présente des portées maximales calculées en fonction de la capacité à l'écrasement des lisses et des sablières en bois de sciage MSR 2100F_b-1.8E, en considérant un mur porteur du rez-de-chaussée qui supporte cinq niveaux de plancher, mais aucune charge provenant de la toiture. Les murs doubles acceptent une augmentation des portées, car ils permettent de diviser de moitié les charges verticales à supporter.

3.3.2 Orientation des systèmes porteurs

Le choix de l'orientation des systèmes de plancher et de toiture permet de déterminer la configuration optimale de la trame structurale. L'exemple de calcul (volume 2) propose une configuration selon laquelle la charge de toit est reprise par les murs de façade,

alors que la charge de plancher est supportée par les murs mitoyens entre les logements. Dans un édifice multirésidentiel, les murs mitoyens entre les logements sont généralement des murs doubles en raison de la performance acoustique supérieure qu'ils procurent. Des poutrelles de plancher disposées parallèlement aux murs des corridors longitudinaux sont donc supportées par ces murs doubles entre les logements. De plus, il arrive fréquemment que les murs mitoyens servent également de mur de refend pour résister aux charges latérales puisqu'il s'agit de longs segments de murs sans ouverture. Une telle configuration du système de plancher permet de supporter davantage de charges gravitaires sur les murs mitoyens de manière à contrer les efforts de renversement provoqués par les charges latérales. Dans les cas où des espaces de stationnement souterrains sont prévus, cette orientation des poutrelles de plancher facilite aussi la distribution des efforts dans la dalle de transfert en béton du rez-de-chaussée. Cet avantage est exposé plus en détail à la section 3.3.3.

Si les portées maximales des poutrelles ne sont pas suffisantes pour atteindre les murs mitoyens, des axes d'appuis intermédiaires peuvent être ajoutés (poutres ou murs porteurs intermédiaires).

3.3.3 Alignement des murs porteurs

L'alignement des murs porteurs d'un étage à l'autre permet d'éviter d'ajouter un moment de flexion additionnel dans la structure des planchers tout en facilitant le transfert des efforts de cisaillement entre les murs de refend d'un étage à l'autre.

TABEAU 3 • Espacement des murs porteurs calculé selon la capacité en écrasement des lisses

	Espacement entre les montants	Espacement maximal entre les murs porteurs ¹ (m)	
		Montants en 2 x 4 (38 x 89 mm)	Montants en 2 x 6 (38 x 140 mm)
Mur simple			
Montants simples	400 mm (16 po)	1,8 m	2,8 m
Montants simples	300 mm (12 po)	2,4 m	3,7 m
Montants doubles	400 mm (16 po)	3,2 m	5,1 m
Mur double			
Montants simples	400 mm (16 po)	3,6 m	5,6 m
Montants simples	300 mm (12 po)	4,8 m	7,5 m
Montants doubles	400 mm (16 po)	6,5 m	10,2 m

¹ Le calcul est basé sur une charge permanente de plancher de 2,85 KPa, une surcharge d'utilisation de 1,9 KPa et des lisses et sablières en É-P-S MSR 2100F_b-1.8E.

Le mur supporte une largeur tributaire de plancher égale à l'espacement.

Pour le mur double, chaque moitié de mur supporte une largeur tributaire égale à un demi-espacement.

Il peut aussi être avantageux d'aligner ces murs porteurs avec les axes des colonnes supportant la dalle de transfert en béton du rez-de-chaussée. Un tel alignement peut réduire les efforts transmis à la dalle de transfert et favoriser une solution plus économique. Dans le cas d'un stationnement souterrain, les colonnes sont généralement espacées de 6 m (deux emplacements de stationnement) ou de 8,7 m (trois emplacements de stationnement). Bien qu'une portée de 8,7 m puisse être atteinte avec des poutrelles profondes (ajourées et cambrées), un espacement des murs porteurs de 6 m doit être favorisé, car il permet une hauteur de poutrelle optimale et des charges raisonnables sur les murs du rez-de-chaussée (**figure 4**).

Afin de permettre une plus grande flexibilité en ce qui a trait à l'aménagement des aires d'habitation, il est possible d'utiliser un système de poutres et de colonnes intermédiaire pour supporter les poutrelles de plancher entre les murs porteurs. Le transfert des charges verticales aux appuis de ces colonnes doit cependant être étudié adéquatement. Un alignement avec les colonnes supportant la dalle de transfert en béton du rez-de-chaussée est recommandé pour faciliter le transfert de ces importantes charges verticales concentrées.



FIGURE 4 • Trame structurale pour une portée d'environ 6 m, soit deux emplacements de stationnement (par Bourassa Maillé architectes pour l'exemple de calcul présenté au volume 2)

En l'absence de stationnement souterrain, il est habituellement avantageux d'opter pour des portées courtes (4 à 6 m) en utilisant des axes porteurs intermédiaires. Quoiqu'elles puissent augmenter le coût des fondations, des portées réduites permettent l'utilisation de poutrelles moins profondes, donc d'un système de plancher plus économique, et une réduction de la hauteur totale du bâtiment.

3.3.4 Alignement des montants

Il est habituellement avantageux d'aligner les fermes de toit ou les poutrelles de plancher avec les montants des murs porteurs afin de minimiser les efforts de flexion dans les sablières.

De plus, l'alignement des montants des murs porteurs entre les différents étages peut aussi être requis selon la configuration de plancher choisie. Si la jonction entre les poutrelles de plancher et le mur requiert une solive de rive, celle-ci peut être dimensionnée pour reprendre les efforts en flexion causés par un désalignement des montants entre les murs. Par contre, si aucune solive de rive n'est prévue, par exemple lorsque les poutrelles sont supportées à l'aide d'étriers installés directement sur la sablière, il est important de s'assurer que les montants soient alignés sur tous les étages afin d'éviter les efforts de flexion dans la sablière.

3.3.5 Retenues latérales temporaires

La magnitude des charges verticales dans un bâtiment d'habitation de 5 ou 6 étages soulève l'importance de prévoir des retenues latérales temporaires pour les montants des murs porteurs n'ayant pas encore été recouverts par le panneau structural à base de bois ou par les plaques de plâtre. Cette mesure cruciale spécifique à la phase de construction est exposée plus en détail à la section 8.2.

Il est aussi possible de prévoir des panneaux structuraux à base de bois (OSB ou contreplaqué) sur tous les murs porteurs pour éviter d'avoir recours à des retenues latérales temporaires. Cette option permet aussi au concepteur d'inclure ces murs porteurs dans le système de résistance aux forces latérales.

3.4 Système de résistance aux charges latérales

Compte tenu de la hauteur plus élevée du bâtiment, des charges gravitaires plus importantes et de l'emprise accrue du vent sur les immeubles résidentiels à ossature légère en bois habituels, la reprise des charges latérales est sans contredit l'un des défis importants auquel l'ingénieur en structure est confronté lors de la conception d'un bâtiment en bois de 5 ou 6 étages.

3.4.1 Choix du système de résistance aux charges latérales

Différents systèmes de résistance aux charges latérales peuvent être envisagés pour un bâtiment de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois :

- murs de refend à ossature légère ;
- noyaux ou murs en panneaux de bois lamellé-croisé (CLT) ;
- noyaux ou murs en bois de charpente composite, tel que le LSL ;
- noyaux en béton.

L'utilisation de murs de refend à ossature légère est une solution performante et économique. Il faut cependant s'assurer de configurer le bâtiment de façon à obtenir de longs segments de murs pouvant être utilisés efficacement comme murs de refend.

L'utilisation de segments de murs ou de noyaux en CLT, en LSL ou en béton pourrait aussi être étudiée dans les cas où les murs de refend à ossature légère s'avèrent insuffisants. Cependant, ces dernières solutions pourraient engendrer un retrait différentiel entre la structure principale et les noyaux de contreventement qui doit être pris en compte lors de la conception. Avant d'entreprendre la démarche de conception, il est souhaitable de discuter chacune des options afin de déterminer la solution optimale pour chaque projet.

Dans le cas des systèmes de résistance aux forces sismiques autres que les murs de refend cloués revêtus de panneaux structuraux en bois, la section 9.8.5 de la norme CSA O86-09 indique des exigences particulières concernant la conception des diaphragmes. Une attention particulière doit être apportée à tous les éléments constituant le diaphragme. Plus spécifiquement, les éléments de renvoi des charges doivent être conçus de façon à transmettre adéquatement tous les efforts prévus aux systèmes verticaux de résistance aux forces sismiques.

Pour déterminer la force sismique à utiliser lorsque le système de résistance est constitué de panneaux de CLT, les valeurs de $R_d R_o$ peuvent être obtenues grâce au chapitre 4 du *Manuel sur le bois lamellé-croisé* publié par FPIInnovations (FPI, 2011).

Lorsque le concepteur est contraint d'utiliser des murs de refend ou des noyaux en béton armé pour contreventer le bâtiment, une attention particulière doit être portée à l'assemblage entre les deux systèmes structuraux, surtout en ce qui concerne le mouvement vertical.

3.4.2 Disposition des murs de refend

Comme mentionné précédemment, l'un des avantages des murs de refend à ossature légère en bois réside dans l'absence de mouvement différentiel entre la

structure principale et le système de résistance aux charges latérales. Toutefois, pour être performant, ce système de résistance aux charges latérales requiert des segments de murs suffisamment longs.

En effet, l'utilisation de plusieurs segments de murs courts augmente considérablement le nombre d'ancrages de retenue nécessaires, car ceux-ci doivent être installés aux extrémités de chaque segment. Le coût des ancrages et de l'installation peut augmenter rapidement, d'autant plus que des ancrages avec compensateurs de retrait sont généralement requis pour les bâtiments de 5 ou 6 étages en bois (section 3.4.5). De plus, un segment de mur trop court est beaucoup plus flexible et risque de ne pas respecter les critères de déformation fixés par le CNBC (2010).

Une coordination entre l'architecte et l'ingénieur en structure est donc primordiale afin de s'assurer que la disposition choisie des murs et des ouvertures soit conforme aux demandes architecturales et de mettre en place un système de résistance aux charges latérales efficace et économique. Comme présenté dans l'exemple de calcul du volume 2, il peut être plus avantageux de choisir des murs de refend situés à l'intérieur du bâtiment plutôt que d'utiliser les murs extérieurs. Les murs mitoyens des logements et les murs des corridors sont particulièrement intéressants puisqu'ils sont composés de longs segments contenant peu ou pas d'ouvertures. Ils sont donc beaucoup plus efficaces en matière de résistance, de renversement et de déformation (**figure 5**).

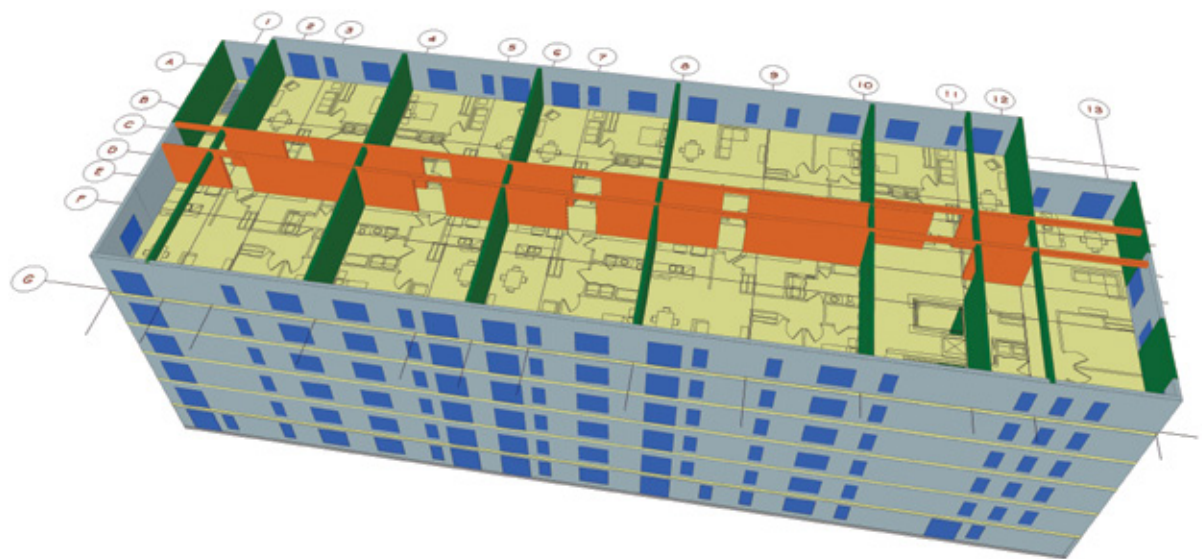


FIGURE 5 • Les murs mitoyens des logements et les murs des corridors sont utilisés comme murs de refend (en vert et orange)

3.4.3 Calcul de la résistance des murs de refend

La résistance latérale des murs de refend à ossature légère en bois doit être calculée selon le chapitre 9 de la norme CSA-O86-09. Plusieurs exemples de calcul sont disponibles dans le *Manuel de calcul des charpentes en bois* (CCB, 2012) ainsi que dans le *Guide technique sur la conception de bâtiments à ossature légère en bois* de **cecobois**. Ces exemples s'appliquent principalement aux bâtiments d'un étage seulement en raison de la méthode de calcul de la flèche proposée dans le CSA O86-09. L'édition 2014 de la norme CSA O86 traite spécifiquement du calcul des murs de refend pour les bâtiments multiétages et comporte plusieurs changements concernant le calcul de la résistance et de la flèche (CSA O86, 2014).

Pour le calcul de la résistance aux charges latérales, un mur de refend avec ouvertures est égal à la somme des segments de mur de refend situés entre les ouvertures. Chaque segment de mur de refend doit toutefois respecter un ratio hauteur/longueur maximal de 3,5:1

prescrit par la norme CSA O86. Ce ratio peut cependant s'avérer trop élevé pour un bâtiment de 5 ou 6 étages pour des raisons de déformation excessive. En effet, le CNBC prescrit des limites de déformation horizontale des bâtiments sous les charges dues au vent ou aux séismes et ces exigences peuvent devenir un enjeu pour les bâtiments de 5 ou 6 étages. **Bien que la norme CSA O86 impose cette limite de ratio de 3,5:1 par étage, l'expérience nous démontre qu'il peut être préférable de l'appliquer aussi sur la hauteur totale du bâtiment**, à moins que le segment de mur soit situé dans le même axe que d'autres segments de mur plus longs de façon à partager la charge par le biais de collecteurs. À titre d'exemple, la **figure 6** présente une configuration possible des murs de refend pour un bâtiment de 6 étages. Quoi que le segment de mur central (segment 2) respecte le ratio 3,5:1 pour chaque étage, sa déformation est trop importante pour un bâtiment de 6 étages. Il peut cependant contribuer à la résistance totale s'il est utilisé en combinaison avec des murs plus longs qui respectent le ratio 3,5:1 en considérant toute la hauteur du bâtiment.

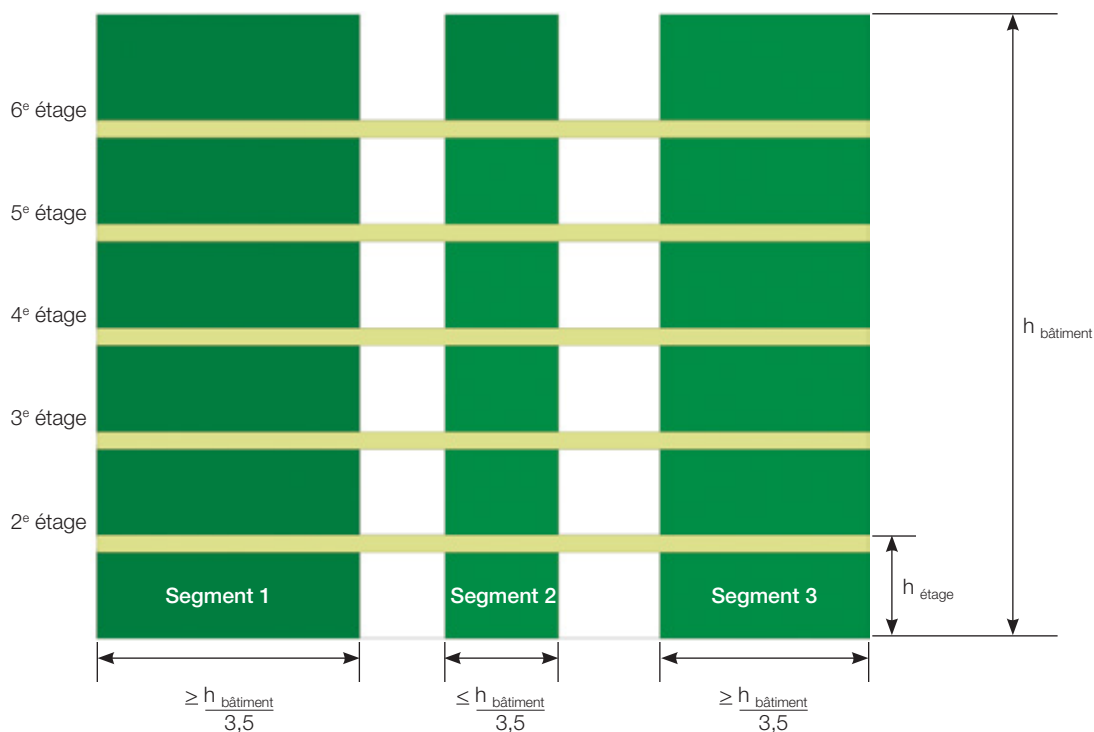


FIGURE 6 • Exemple pour un bâtiment de 6 étages comportant trois segments de murs de refend sur un même axe

La résistance au cisaillement d'un mur de refend dépend de la densité du bois utilisé pour l'ossature (montants, lisses et sablières), de l'épaisseur du panneau structural, du diamètre et de l'espacement des connecteurs (clous) servant à fixer le panneau, de l'ajout d'entremises et de l'utilisation de dispositifs d'ancrages.

L'utilisation d'éléments d'ossature en bois de charpente classé mécaniquement (MSR) permet d'augmenter la résistance au cisaillement des murs de refend, en plus d'accroître la résistance à la compression perpendiculaire au fil des lisses. Il faut cependant y porter une attention particulière lorsque les éléments de l'ossature en bois sont composés de différents matériaux. En effet, la résistance latérale d'un mur de refend étant basée sur la résistance du clouage en périphérie du panneau structural, elle est contrôlée par l'élément de l'ossature présentant la plus faible densité. Par exemple, des lisses et des sablières en bois de charpente composite tel que le LSL peuvent être choisies pour réduire le retrait contribuant au mouvement vertical du bâtiment. Toutefois, un segment de mur dont les montants sont composés de MSR 2100F_b-1.8E et dont les lisses et sablières sont faites de LSL doit être calculé en utilisant la densité la plus faible des deux pour le calcul de résistance au cisaillement du mur de refend.

Il est aussi possible de doubler la résistance latérale des murs de refend grâce à des panneaux structuraux placés de chaque côté du mur. La norme de calcul CSA O86 comporte dans ce cas des exigences concernant la disposition des joints de panneaux sur l'ossature.

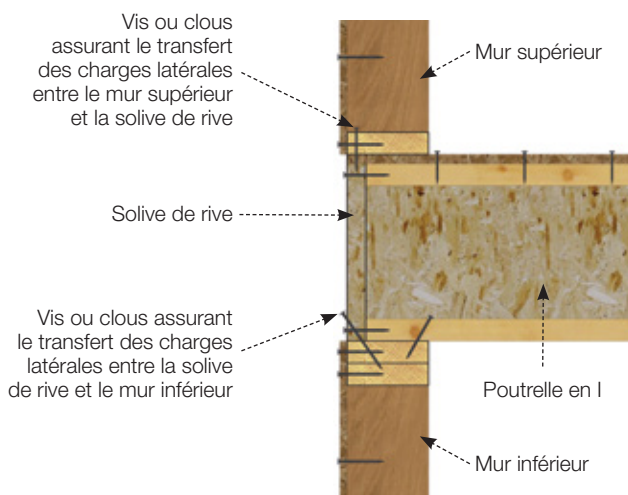


FIGURE 7 • Jonction de murs de refend avec plancher en poutrelles en I et solive de rive

3.4.4 Détails d'assemblage

Le système de résistance aux charges latérales est assuré par les murs de refend et les diaphragmes du toit et des planchers. Pour en assurer la continuité, il est important de prévoir des assemblages entre les segments de murs et aux jonctions des planchers et du toit. De même, des membrures au périmètre des diaphragmes et des collecteurs doivent être prévues pour que les efforts soient transférés aux murs de refend.

3.4.4.1 Jonction mur-plancher

La **figure 7** montre une conception courante de la jonction entre les murs et le plancher des systèmes à ossature légère en bois. Le transfert des charges latérales entre les étages aux jonctions des murs et du plancher est assuré par une solive de rive et des clous. Les charges latérales se transfèrent ainsi de façon cumulative du toit jusqu'aux fondations. Pour un bâtiment de 6 étages, les forces cumulées à transférer au premier étage peuvent être de l'ordre de 20 kN/m, ce qui est difficilement réalisable uniquement à l'aide de clous. Pour augmenter la capacité de transfert, des connecteurs métalliques offerts par différents fournisseurs d'étriers spécialisés peuvent être utilisés (**figure 8**).



FIGURE 8 • Connecteurs métalliques transférant les efforts de cisaillement entre la solive de rive et le mur

Une autre configuration possible consiste à utiliser des poutrelles de plancher ajourées à connecteurs métalliques dont la membrure supérieure s'appuie directement sur la sablière du mur inférieur (**figure 9**). Des éléments de blocage doivent alors être installés aux appuis entre les poutrelles de façon à combler les vides ainsi créés. À la jonction du plancher, le transfert des efforts du mur supérieur au mur inférieur est assuré au moyen de vis. Un blocage pare-feu peut être requis dans le mur, au niveau du plafond, pour des raisons de sécurité incendie.

Il est aussi possible d'utiliser des étriers à montage par le dessus (*top mount*) pour supporter des poutrelles ajourées ou des poutrelles en I directement sur le dessus de la sablière du mur (**figure 10a**). La lisse du mur supérieur est alors connectée directement à la sablière du mur inférieur au moyen de vis. Ce détail est particulièrement intéressant puisque, en plus d'offrir une grande surface de contact pour transférer les efforts de cisaillement interétages à l'aide de plusieurs vis, il contribue à limiter le mouvement vertical du bâtiment. En effet, le nombre d'éléments transversaux est alors limité à une lisse basse et à deux sablières, soit l'équivalent de 114 mm de bois placé horizontalement. Un blocage pare-feu peut aussi être requis dans le mur, au niveau du plafond, pour des raisons de sécurité incendie.

Enfin, il est également possible d'installer les poutrelles de plancher dans des étriers à montage de face (*face mount*) fixés sur une poutre en bois d'ingénierie installée sur le dessus du mur (**figure 10b**). La poutre permet le transfert des charges verticales ainsi que des efforts de cisaillement interétages. La lisse du mur supérieur est alors connectée à la poutre, qui est fixée à la sablière du mur inférieur au moyen de vis ou d'autres types d'attaches.

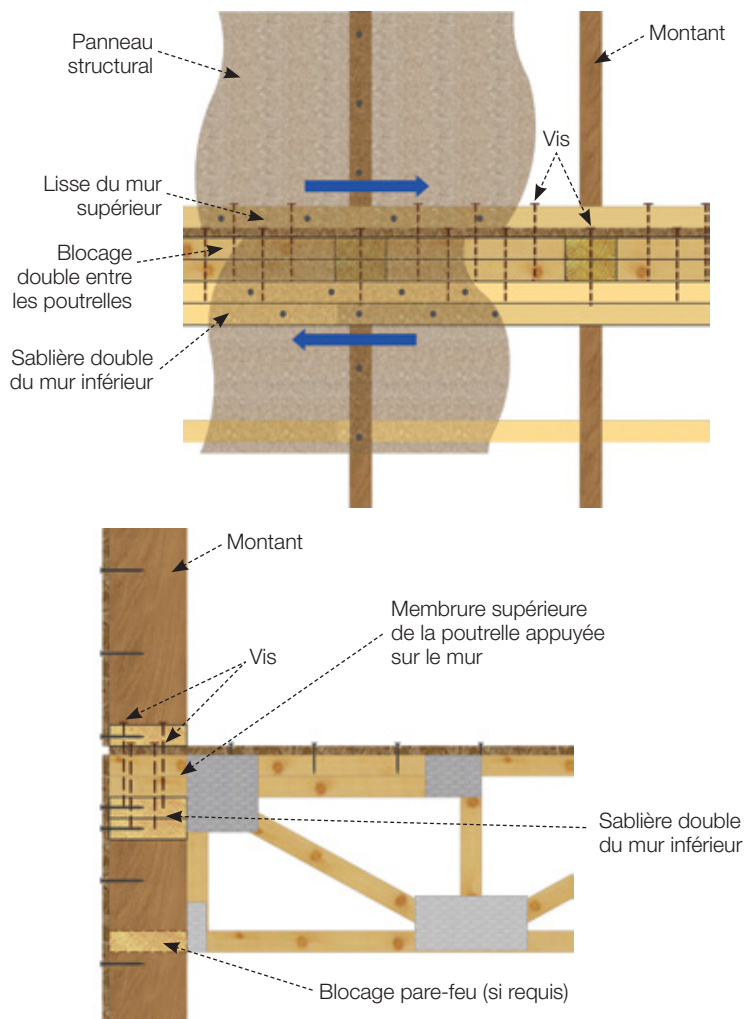


FIGURE 9 • Jonction de murs de refend et poutrelles ajourées appuyées par la semelle supérieure

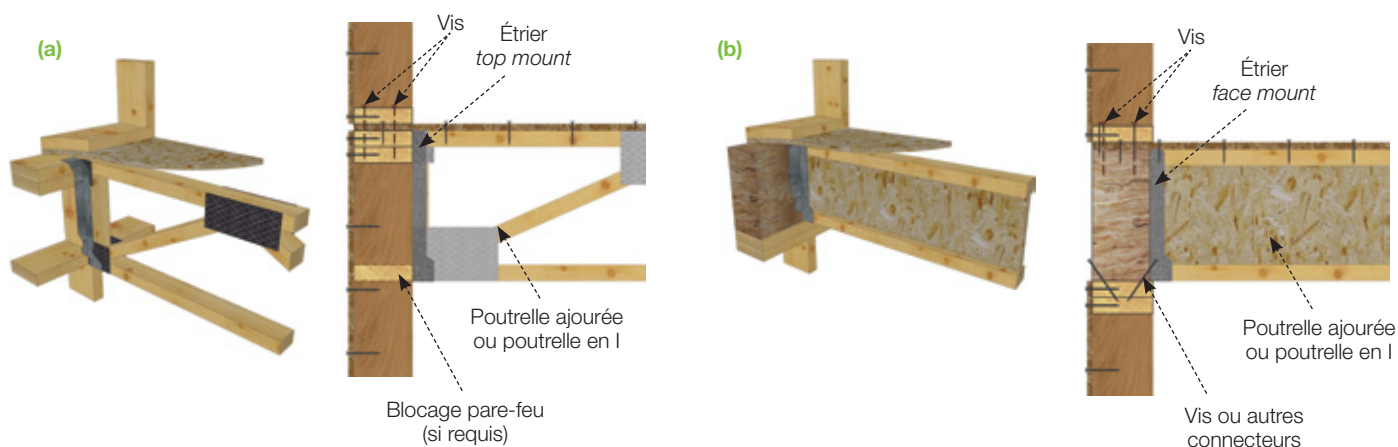


FIGURE 10 • Jonction de murs de refend avec plancher en poutrelles avec des étriers

3.4.4.2 Jonction des segments de murs de refend préfabriqués

Pour un bâtiment de 5 ou 6 étages à ossature légère, il est fortement recommandé de préconiser des murs de refend préfabriqués en usine. Ce procédé de fabrication permet une plus grande précision, un meilleur contrôle de la qualité, une mise en œuvre plus rapide au chantier et une diminution du risque d'exposition aux intempéries. Dans le contexte de la préfabrication, il faut toutefois prévoir des détails d'assemblage permettant d'assurer la continuité et le transfert des efforts entre les différents segments de murs de refend.

Pour des murs dont la hauteur ne dépasse pas 3,6 m (12 pi), la plupart des fabricants peuvent fabriquer des murs d'une longueur pouvant atteindre 9,8 m (32 pi). Comme il est plutôt rare que des segments de mur dépassent cette longueur, il est généralement possible de fabriquer un segment de mur de refend en un seul morceau. La jonction à prévoir relie alors un segment de mur de refend avec un segment de mur qui n'agit pas comme mur de refend (**figure 11**).

Si un segment de mur de refend doit être préfabriqué en plusieurs sections, il est préférable de créer des jonctions aux endroits où les charges à transférer sont les plus faibles. De plus, un détail de jonction verticale doit alors être spécifié de façon à unir adéquatement les différentes sections placées côte à côte formant un même mur de refend. L'assemblage dans le plan vertical doit être conçu pour transférer les forces de cisaillement maximales qui sollicitent le mur de refend (**figure 12**). Une bonne coordination entre l'ingénieur en structure et le fabricant permet de s'assurer qu'aucun jeu entre les sections de murs n'empêchera le transfert adéquat des efforts de cisaillement verticaux.

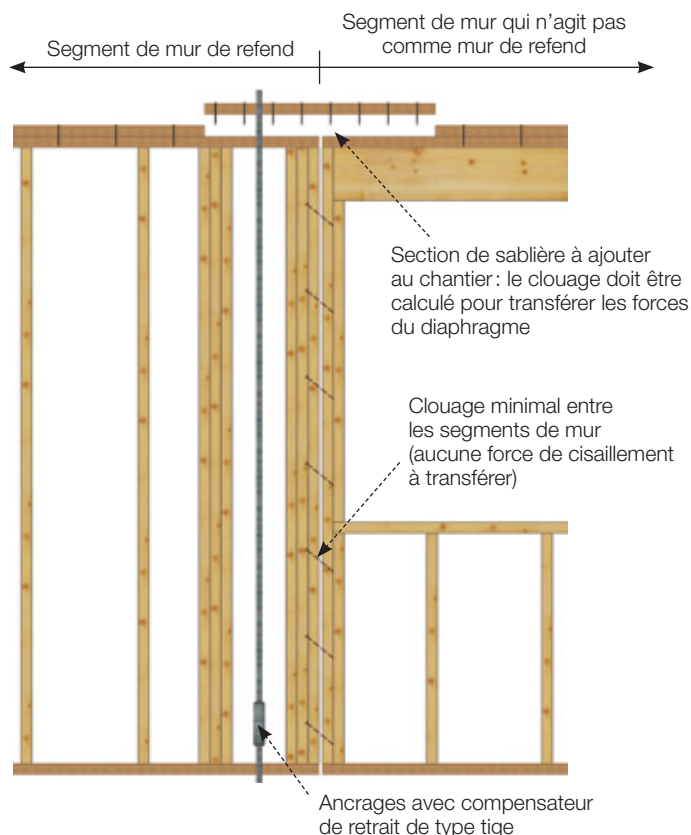


FIGURE 11 • Jonction entre un segment de mur de refend et un segment de mur n'agissant pas comme mur de refend

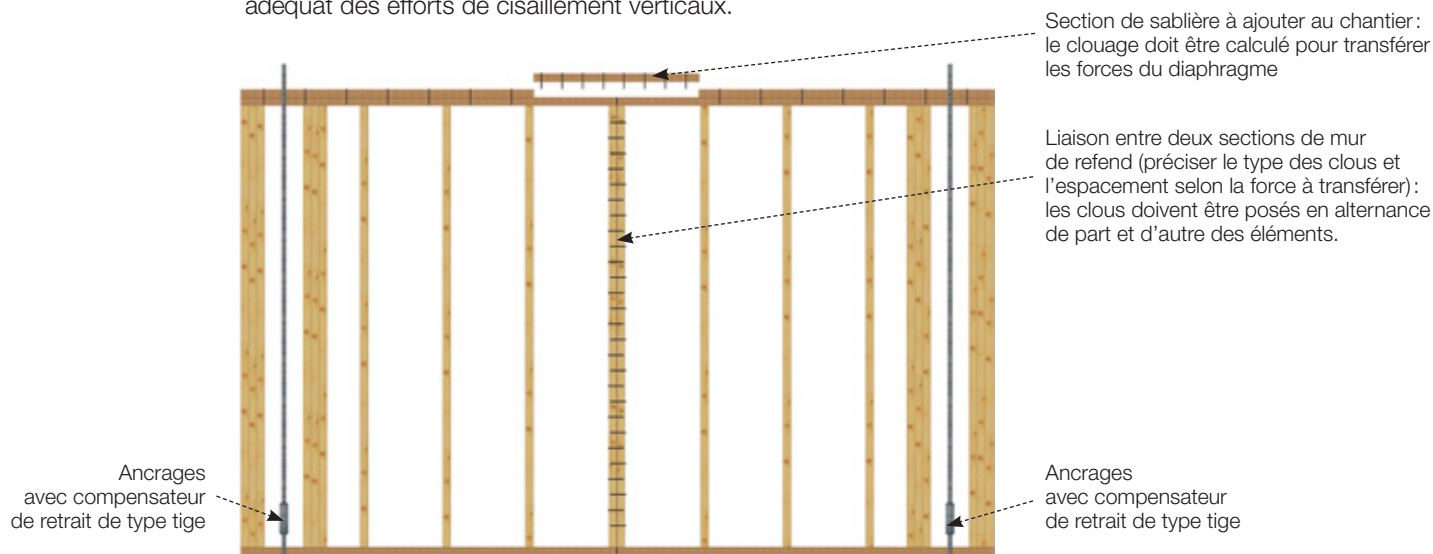


FIGURE 12 • Jonction verticale entre deux sections d'un segment de mur de refend

3.4.4.3 Jonction des membrures et collecteurs

Les diaphragmes doivent être bordés de membrures continues sur tout leur périmètre. Comme les sablières des murs assurent généralement ce rôle, elles doivent être continues sur toute la longueur du diaphragme pour assurer le cheminement des forces de cisaillement jusqu'aux murs de refend. Dans le cas de sablières doubles, les entures doivent se chevaucher sur une longueur suffisante pour permettre le nombre de clous requis pour assurer le transfert des forces (**figure 13**). On considère alors la sablière comme une membrure résistant aux efforts de traction et de compression. Dans le cas d'une sablière simple, on peut utiliser une plaque métallique pour assurer la continuité (**figure 14**). On pourrait également utiliser ce même détail avec une sablière double.

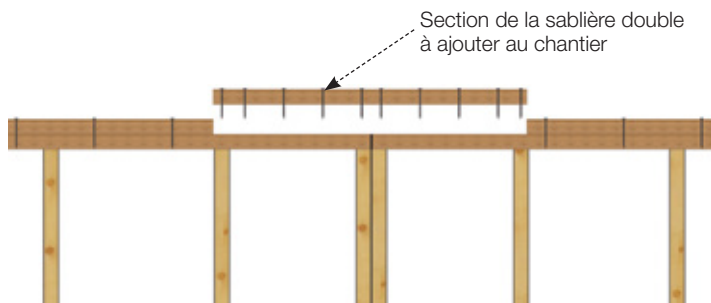


FIGURE 13 • Jonction de sablière double

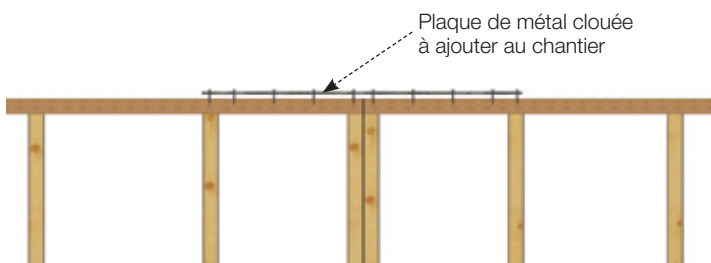


FIGURE 14 • Jonction de sablière simple

En l'absence de mur, d'autres composants peuvent agir à titre de collecteurs, tels que des poutrelles, des poutres et des fermes de toit. Comme pour les sablières des murs, il faut prévoir des assemblages aux jonctions de ces différents composants pour assurer le cheminement des forces jusqu'aux murs de refend. Les différents fabricants d'étriers et de connecteurs offrent un vaste choix d'assemblages permettant d'assurer cette continuité (**figure 15**).

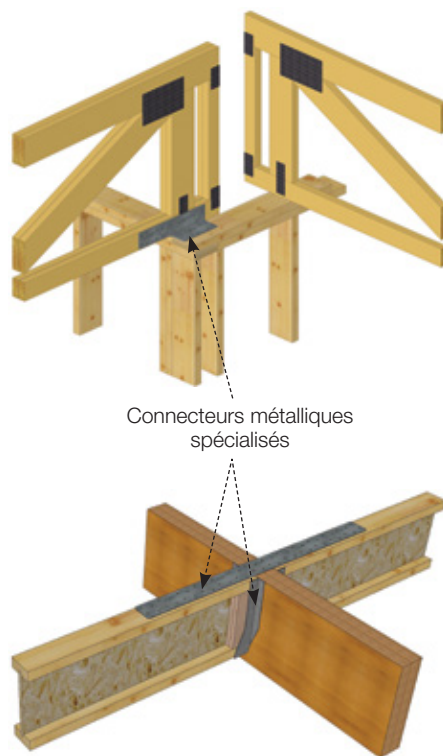


FIGURE 15 • Exemples de détails d'assemblage

3.4.4.4 Clous et vis

Le clou est l'attache la plus couramment utilisée dans la construction à ossature légère en bois. Dans la construction préfabriquée et au chantier, on utilise presque exclusivement des clous à pistolet pneumatique. Le concepteur doit tenir compte de cette réalité et indiquer clairement sur ses plans la longueur et le diamètre des clous utilisés dans ses calculs. Les clous que l'on peut généralement utiliser sont les clous de 64 mm (2,5 po) de longueur et de 3,05 mm (0,120 po) de diamètre, et les clous de 76 mm (3,0 po) de longueur et de 3,33 mm (0,131 po) de diamètre. Le *Guide technique sur la conception de bâtiments à ossature légère en bois* fournit un tableau de la résistance des murs de refend avec ces types de clous (**cecobois**, 2013).

Depuis quelques années, plusieurs fabricants de connecteurs spécialisés pour l'ossature légère en bois offrent un vaste choix de vis de différentes longueurs et de différents diamètres. Ces vis ont l'avantage de ne nécessiter aucun préperçage. Elles offrent généralement des résistances supérieures à celles des clous. De plus, les résistances indiquées dans les catalogues des différents fournisseurs sont établies selon les normes canadiennes, ce qui facilite le travail des concepteurs. Ces vis peuvent être utilisées à la jonction des éléments ou pour assembler les collecteurs. Toutefois, les diaphragmes et les murs de refend doivent être assemblés à l'aide de clous selon la norme CSA O86.

3.4.5 Ancrages de retenue

En construction à ossature légère en bois, des ancrages de retenue doivent être utilisés afin d'éviter le renversement des murs de refend sous l'effet des charges latérales. Pour des bâtiments de moins de 4 étages, on utilise habituellement des ancrages de retenue métalliques fixés à l'aide de vis ou de boulons au haut et au bas des colonnes d'extrémité des segments de murs de refend (**figure 16**).

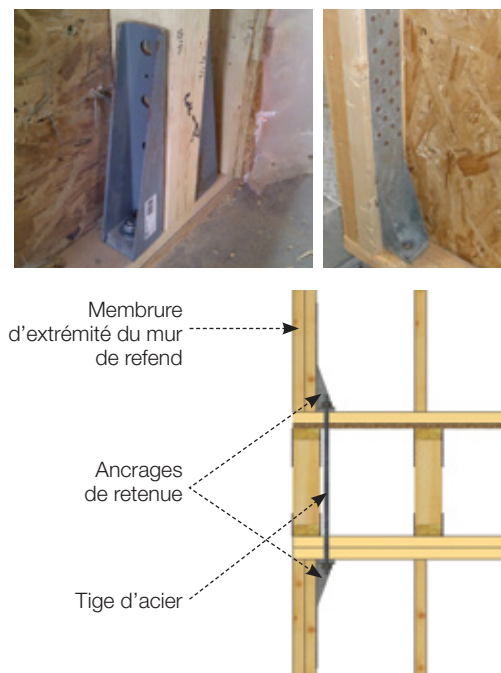


FIGURE 16 • Ancrages de retenue conventionnels

Pour des bâtiments de 5 ou 6 étages, les forces d'ancrage nécessaires pour résister au renversement des murs de refend sont beaucoup plus élevées, en particulier aux étages inférieurs. Ce type d'ancrage peut donc s'avérer insuffisant pour de telles forces. De plus, le mouvement vertical du bâtiment cumulé sur 5 ou 6 étages pourrait causer des jeux dans les ancrages qui auraient pour effet d'augmenter les déformations latérales du bâtiment.

Pour répondre à ces problèmes, un système d'ancrage alternatif a été introduit sur le marché au cours des dernières années. Ce système consiste à utiliser des tiges d'acier continues sur tous les étages du bâtiment combinées à des compensateurs de retrait pour éliminer les jeux dans les assemblages au fur et à mesure que se produit le retrait. Les tiges d'acier sont placées à chaque extrémité des segments de murs de refend, entre des montants de mur multiples. La tige d'acier est conçue pour résister aux forces de traction alors que les montants multiples sont conçus pour résister à la compression (**figure 17**). Pour ces ancrages avec compensateurs de retrait, le diamètre de la tige d'acier peut varier à chaque étage selon les forces d'ancrage à reprendre.

Comme des ancrages doivent être installés à l'extrémité de chaque segment de mur de refend, l'utilisation de longs segments de murs de refend permet de réduire le nombre d'ancrages nécessaire.

La préfabrication en usine permet parfois l'installation partielle des systèmes de résistance au renversement tels que les ancrages de retenue. Le fabricant doit toutefois prévoir des ouvertures temporaires dans les composants préfabriqués afin de compléter les détails d'assemblage et d'ancrage au chantier.

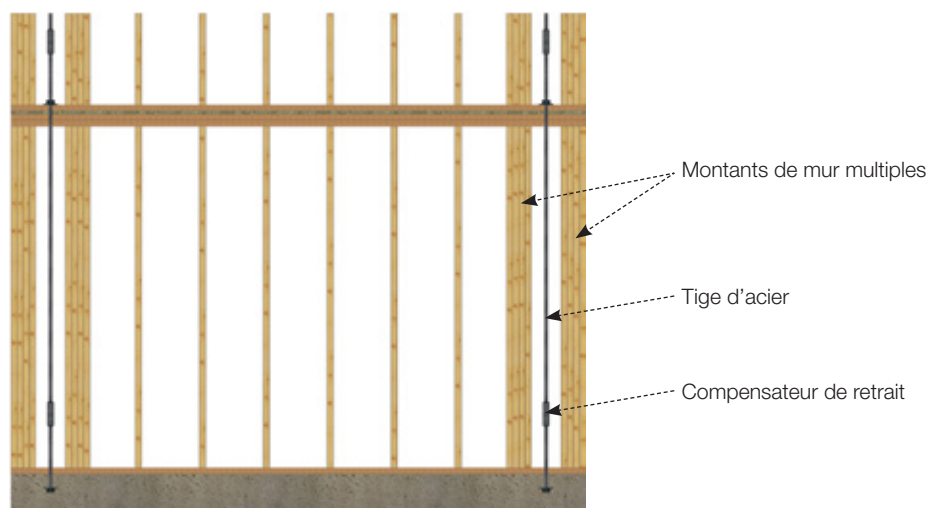


FIGURE 17 • Coupe de mur ayant des ancrages avec compensateur de retrait de type tige

3.5 États limites de tenue en service

Les états limites de tenue en service ne compromettent pas la sécurité des usagers d'un bâtiment. Les concepteurs doivent toutefois les vérifier afin de restreindre les dommages pouvant être causés à la structure ou aux éléments non structuraux, ainsi que pour assurer le confort des usagers en service. Les états limites de tenue en service regroupent essentiellement les déformations instantanées, les déformations permanentes et les vibrations (article 4.1.3.4, CNBC 2010). De plus, pour les bâtiments en bois, le mouvement vertical, principalement dû au retrait, doit aussi être vérifié.

3.5.1 Déformations (flèches)

Les déformations, aussi appelées flèches, surviennent lorsque les éléments de structure sont sollicités par les différentes charges. Les flèches se divisent principalement en deux catégories, soit les déformations instantanées ou élastiques et les déformations permanentes. L'ingénieur en structure doit vérifier l'ampleur des déformations des éléments structuraux sous l'effet des surcharges, mais également sous l'effet des charges totales. Les critères de flèches admissibles sont donnés dans le CNBC ou dans les différentes normes canadiennes de calcul des charpentes. Ces critères varient selon le type d'éléments structuraux, le type de charges et les types de matériaux de finition utilisés.

3.5.1.1 Déformation instantanée

La déformation instantanée, aussi appelée déformation élastique, survient instantanément lorsqu'une charge est appliquée sur un élément de structure. Ce phénomène est réversible, c'est-à-dire que l'élément déformé reprend sa forme initiale lorsque la charge est retirée.

La déformation instantanée est causée par l'addition des charges permanentes et des surcharges telles que l'utilisation, la neige ou le vent. Deux critères de déformation instantanée doivent être vérifiés, soit la déformation sous les charges totales et la déformation due uniquement aux surcharges.

Les différents critères de déformation élastique se retrouvent dans le commentaire D du *Guide de l'utilisateur – CNB 2010: Commentaires sur le calcul des structures* (CNRC, 2011), dans la norme CSA O86-09 (article 4.5) ainsi que dans le *Manuel de calcul des charpentes en bois* (tableau 2.1, CCB 2012). Le **tableau 4** résume les critères de déformation élastique sous les charges totales et sous les surcharges pour différents types d'éléments structuraux en bois.

Dans le cas des linteaux formant la structure des ouvertures dans les murs porteurs à ossature légère, il est préférable de ne pas limiter la flèche à une fraction de la portée, mais plutôt de s'assurer que la valeur quantitative de la déformation soit suffisamment faible pour éviter de nuire au bon fonctionnement des portes et fenêtres, ou encore d'endommager les revêtements de finition intérieurs ou extérieurs.

TABLEAU 4 • Résumé des critères de déformation élastique

Composants	Flèche sous les charges totales (Δ_T)		Flèche sous les surcharges (Δ_I)	
	Plafond de gypse ou plâtre	Autre plafond	Plafond de gypse ou plâtre	Autre plafond
Éléments de toit en bois d'œuvre (chevrons, solives, poutres)	L/360 ⁽³⁾	L/180 ⁽¹⁾	L/360 ⁽²⁾	L/240 ^(2,3)
Éléments de toit en bois d'ingénierie (fermes, poutres, solives)	L/240 ⁽⁴⁾	L/180 ⁽¹⁾	L/360 ^(2,3)	L/240 ^(2,3)
Éléments de plancher en bois d'œuvre (solives, poutres)	L/360 ^(3,5)	L/180 ⁽¹⁾ ou L/360 ⁽⁵⁾	L/360 ^(2,3)	L/360 ^(2,3)
Éléments de plancher en bois d'ingénierie (solives, poutrelles, poutres)	L/240 ⁽⁴⁾ ou L/360 ⁽⁵⁾	L/180 ⁽¹⁾ ou L/360 ⁽⁵⁾	L/360 ^(2,3) ou L/480 ⁽⁴⁾	L/360 ^(2,3) ou L/480 ⁽⁴⁾
	Avec revêtement de maçonnerie	Sans revêtement de maçonnerie	Avec revêtement de maçonnerie	Sans revêtement de maçonnerie
Montants de mur à ossature légère ⁽¹⁾	L/360	L/180	L/360	L/180
Colonnes ^(1,3)	L/360	L/180	L/360	L/180

Notes: ⁽¹⁾ Guide de l'utilisateur – CNB 2010: Commentaires sur le calcul des structures (Commentaire D, Tableau D-1)

⁽²⁾ Code national du bâtiment 2010 (Division B, Partie 9, Tableau 9.4.3.1).

⁽³⁾ Manuel de calcul des charpentes en bois 2012 (Tableau 2.1).

⁽⁴⁾ Couramment utilisé dans l'industrie par les fabricants de composants en bois d'ingénierie.

⁽⁵⁾ Pour les éléments supportant des planchers recouverts d'une chape de béton, il est recommandé d'utiliser L/360 comme critère de flèche sous la charge totale (Manuel de calcul des charpentes en bois 2012, Tableau 2.1).

3.5.1.2 Déformation permanente

Les charges permanentes, qui sollicitent les éléments de charpente de façon continue, peuvent entraîner, à long terme, des déformations permanentes, appelées fluages. Ces déformations dépendent principalement de l'ampleur des charges permanentes appliquées à la structure. Contrairement à la déformation élastique, le fluage est un phénomène irréversible.

Peu d'information est disponible dans les normes et codes canadiens relativement au calcul du fluage des éléments de charpente en bois et aux limites à considérer pour cette déformation. La norme CSA O86-09 (article 4.5.3) mentionne que les déformations doivent être limitées à $L/360$ sous l'effet des charges permanentes lorsque celles-ci représentent plus de 50 % des combinaisons de charges de calcul aux états limites de tenue en service.

Il existe des méthodes de calcul plus élaborées pour évaluer le fluage des éléments de charpente en bois dans la norme de calcul américaine *National Design Specification* (NDS, 2012) et dans la norme européenne Eurocode 5 (CEN, 2009).

3.5.1.3 Déformation due aux charges latérales

Les bâtiments peuvent être soumis à deux types de charges latérales, soit la charge due au vent et la charge de séisme. Le CNBC exige que les déformations créées par les charges latérales sur un bâtiment soient limitées dans le but de restreindre les dommages à la structure ou aux éléments non structuraux. La déformation totale due aux charges latérales inclut la déformation du diaphragme et celle des systèmes verticaux de résistance aux forces latérales (**figure 18**).

À l'article 4.1.3.5, le CNBC recommande de limiter la déformation interétage sous les charges latérales dues au vent à $h/500$, où h représente la hauteur de l'étage, tout en permettant l'utilisation d'autres limites tirées des normes de calcul canadiennes applicables aux différents matériaux structuraux. À l'article 4.1.8.13, le CNBC limite les déformations interétages sous les charges sismiques à $h/40$, où h représente la hauteur de l'étage, pour tous les bâtiments, à l'exception des bâtiments de protection civile ou de catégorie de risque élevée tels que les écoles. De plus, le CNBC indique que les valeurs de déformation aux charges sismiques obtenues par un calcul linéaire élastique doivent être multipliées par le facteur $R_d R_v / I_E$ de manière à obtenir des résultats de déformation plus réalistes.

3.5.2 Vibration

La vibration est un état limite de tenue en service qui s'applique principalement aux planchers. Elle ne crée habituellement pas de dommages à la structure ou aux éléments non structuraux d'un bâtiment, mais elle peut provoquer un inconfort aux usagers. L'article 4.1.3.6 du CNBC donne des exigences de limitation concernant la vibration des planchers.

Dans le cas des structures à ossature légère en bois, la sensibilité à la vibration des planchers dépend de la composition globale du système de plancher. Le type de revêtement structural, son épaisseur, son mode de fixation, la présence ou non d'entretoises ainsi que la présence de lattes et de plaques de plâtre au plafond sont tous des facteurs qui influencent la rigidité d'un plancher et, conséquemment, sa sensibilité à la vibration.

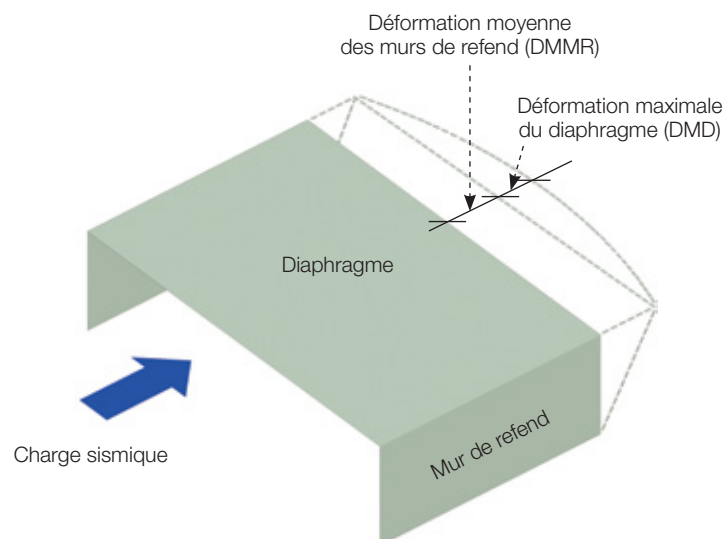


FIGURE 18 • Schéma de la déformation latérale totale d'un bâtiment

Il existe deux types d'éléments structuraux pouvant constituer la charpente d'un plancher à ossature légère en bois, soit les solives en bois de sciage et les poutrelles en bois d'ingénierie (ajourées ou en I). Afin de vérifier le comportement vibratoire d'un plancher composé de solives de bois de sciage, le CNBC propose une méthode de calcul à l'annexe A-9.23.4.2. 2) de la division B basée sur le calcul de la flèche sous l'effet d'une charge ponctuelle appliquée à mi-portée. Pour ce qui est des poutrelles en bois d'ingénierie, le Centre canadien des matériaux de construction (CCMC) a développé une méthode de calcul qui repose également sur un concept de vérification de la flèche sous une charge concentrée à mi-portée. Ce calcul, qui considère le système de plancher dans son ensemble et non uniquement une poutrelle individuelle, est intégré dans un logiciel. Les fabricants de poutrelles en bois d'ingénierie utilisent celui-ci pour proposer des compositions de plancher qui respectent le critère de vibration réduite du CCMC. La section Calculatrices du site Internet de **cecobois** possède deux calculatrices qui permettent de réaliser la conception préliminaire de poutrelles en bois d'ingénierie et qui incluent aussi la vérification du critère de vibration réduite du CCMC.

Des renseignements additionnels à propos de la vibration des planchers constitués de poutrelles en bois d'ingénierie peuvent être obtenus en consultant la section sur la performance des systèmes du *Guide technique sur les poutrelles de bois en I pour la construction commerciale* et du *Guide technique sur les poutrelles ajourées pour la construction commerciale* (**cecobois** 2009 et 2010).

3.5.3 Mouvement vertical

Le mouvement vertical est un état limite de tenue en service qui doit être vérifié pour limiter les dommages pouvant être causés à la structure ou aux éléments non structuraux. Pour les bâtiments à charpente de bois, le mouvement vertical total provient de l'addition de quatre facteurs : le retrait dû à la variation du taux d'humidité du bois, la déformation élastique sous l'effet des charges gravitaires, le fluage engendré par les charges permanentes, et le tassement dû aux imprécisions de construction et aux jeux dans les assemblages. La section 3.6 discute en détail du mouvement vertical d'un bâtiment à ossature légère en bois.

3.6 Mouvement vertical du bâtiment

Le mouvement vertical d'un bâtiment doit être connu afin de prévoir les détails adéquats permettant d'assurer une bonne tenue en service des revêtements architecturaux et de la mécanique du bâtiment. De plus, un mouvement vertical différentiel peut survenir entre les éléments de structure composant un bâtiment si des matériaux ayant des propriétés différentes sont utilisés. À titre d'exemple, l'utilisation d'une structure de bois adjacente à une cage d'escalier en béton nécessite des considérations particulières de la part des concepteurs.

Le CNBC et la norme CSA O86 n'indiquent pas de critère de déformation maximale associée au mouvement vertical. L'ingénieur en structure doit cependant pouvoir calculer la valeur totale de ce mouvement et la communiquer aux autres intervenants d'un projet afin d'éviter des conséquences indésirables telles que :

- un mauvais fonctionnement des portes et fenêtres ;
- une modification des pentes de la tuyauterie du système de plomberie ;
- un étirement ou un coincement des fils électriques ;
- une modification des pentes de drainage des toits ou des balcons ;
- une discontinuité ou un écrasement du revêtement extérieur.

Les phénomènes qui contribuent au mouvement vertical des bâtiments en bois incluent :

- le retrait dû à la variation de la teneur en humidité du bois entre l'installation et l'équilibre en service ;
- la déformation élastique des éléments structuraux due aux charges gravitaires ;
- le fluage des éléments structuraux dû aux charges gravitaires ;
- le tassement causé par les vides et jeux entre les éléments structuraux au moment de l'installation.

Ce chapitre renseigne le concepteur sur ces phénomènes pour qu'il puisse bien quantifier le mouvement vertical total d'un bâtiment à ossature légère en bois. Il propose aussi des solutions permettant de réduire ce mouvement vertical.

3.6.1 Retrait

Le retrait représente la plus grande part du mouvement vertical total du bâtiment. Il est dû à la variation de la teneur en humidité (T.H.) du bois entre l'installation et l'équilibre en service. Il est possible de limiter le retrait en portant une attention particulière à la teneur en humidité des différents composants structuraux

au moment de leur installation, ainsi qu'en prévoyant des détails constructifs appropriés. Des exemples de calculs du retrait sont disponibles dans le *Guide de bonnes pratiques pour la construction commerciale en gros bois d'œuvre ou d'ingénierie* (cecobois, 2012c) et dans le *Guide technique sur la conception de bâtiments à ossature légère en bois* (cecobois, 2013).

On peut estimer le retrait à partir de l'équation suivante :

Retrait (mm) = dimension de l'élément (mm) x coefficient de retrait x (T.H. initiale – T.H. en service)

Retrait = Réduction de la dimension de l'élément en bois (mm)

Coefficient de retrait = 0,002 (perpendiculaire au fil du bois)
= 0,00005 (parallèle au fil du bois)

T.H. initiale = Teneur en humidité de l'élément en bois à la mise en œuvre mesurée en pourcentage (p. ex. 19 % = 19)

T.H. en service = Teneur en humidité de l'élément en bois à l'équilibre mesurée en pourcentage (p. ex. 8 % = 8)

Au Québec, on peut estimer une teneur en humidité du bois à l'équilibre minimale de 8 % en hiver pour les bâtiments chauffés et de 10 % pour les espaces non chauffés.

La teneur en humidité initiale des éléments en bois au moment de l'installation dépend du matériau utilisé. Le **tableau 5** indique la teneur en humidité de différents matériaux en bois au moment de la fabrication. Bien que l'OSB soit fabriqué à une teneur en humidité très basse, il reprend de l'humidité lors de l'entreposage et se retrouve généralement à une teneur en humidité d'environ 6 à 7 % au moment de l'installation. Le bois d'œuvre standard KD-HT ou S-Dry doit avoir une teneur en humidité maximale de 19 %, alors que le bois MC-15 HT est un bois d'œuvre ayant une teneur en humidité maximale de 15 %. Le bois MC-15 HT n'est pas couramment disponible sur le marché mais peut être obtenu sur demande (**figure 19**).

TABLEAU 5 • Teneur en humidité de divers matériaux en bois à la fabrication

Matériau	Teneur en humidité
Bois d'œuvre KD-HT	19 % - maximum
Bois d'œuvre MC-15 HT	15 % - maximum
Bois lamellé-collé	15 % - maximum
Contreplaqué	6 à 7 % - moyenne
LSL, LVL et PSL	6 à 7 % - moyenne
Lamco LFL®	8 à 12 % selon la T.H. demandée
OSB	2 à 3 % - moyenne
Panneau lamellé-croisé (CLT)	12 % - moyenne

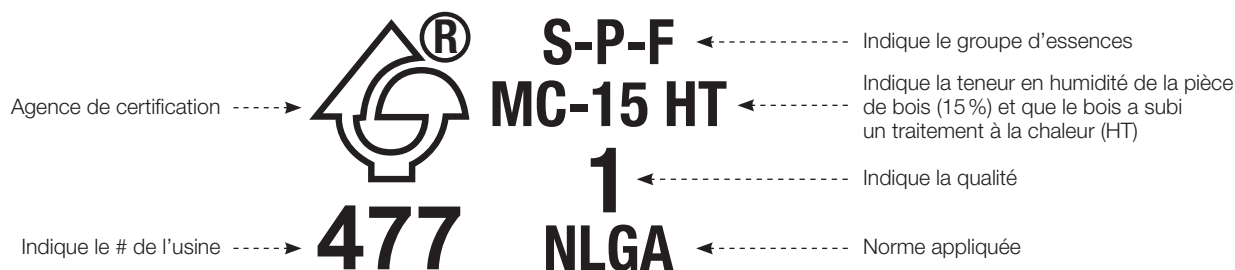


FIGURE 19 • Estampille d'identification du bois de sciage MC-15 HT

La partie 9 du CNBC, limitée aux bâtiments en bois de 3 étages ou moins, indique que la teneur en humidité du bois de construction ne doit pas dépasser 19 % lors de la mise en œuvre (CNBC, 2010). En supposant une construction conventionnelle utilisant des chevrons et des solives de 38 x 286 mm (2 x 12 po), et en considérant une teneur en humidité du bois de 8 % à l'équilibre, le retrait sur la hauteur totale d'un bâtiment de 3 étages peut être estimé à 36 mm (1 3/8 po) (**tableau 6**).

Si ce même type de construction était permis pour un bâtiment de 6 étages, un retrait total du bâtiment de 72 mm (2 3/4 po) serait alors observé. Comme une telle valeur de retrait est difficile à compenser pour les détails architecturaux, la RBQ imposait une teneur en humidité maximale à l'installation de 12 % pour tous les éléments structuraux autres que les montants, lisses et sablières, et ce, pour tous les étages, à l'exception des deux étages supérieurs (RBQ, 2013).

Comme le montre le **tableau 7**, une construction conventionnelle avec des solives de 38 x 286 mm (2 x 12 po) qui respecterait cette limite de 12 % engendrerait un retrait de 46 mm. Notons cependant que la teneur en humidité minimale du bois de sciage disponible est de 15 % (MC-15), et ce, uniquement en commande spéciale.

Il est toutefois possible de réduire le retrait dans les bâtiments de moyenne hauteur en utilisant des produits en bois d'ingénierie ou en choisissant des détails plus performants. La section 3.6.5 propose des solutions pertinentes pour la construction de bâtiments à ossature légère en bois. Les concepteurs du bâtiment, incluant l'architecte, l'ingénieur en structure et l'ingénieur en mécanique, doivent travailler en étroite collaboration afin de définir les limites acceptables de mouvement vertical du bâtiment et de sélectionner les détails constructifs et les matériaux permettant d'atteindre ces objectifs.

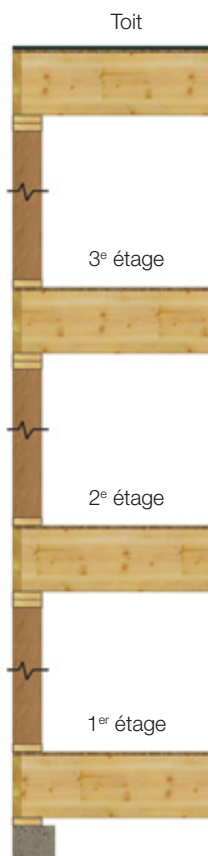


TABLEAU 6 • Retrait dans un bâtiment de 3 étages avec chevrons et solives en bois de sciage de 38 x 286 mm (2 x 12 po)

Matériaux utilisés	Quantité	Dimension (mm)	Coefficient de retrait	T.H. initiale	T.H. en service	Retrait (mm)
Chevrons	1	286	0,002	19 %	10 %	5,1
Solives	3	286	0,002	19 %	8 %	18,9
Sablière double et lisse basse	10	38	0,002	19 %	8 %	8,4
Montants	3	2 324	0,00005	19 %	8 %	3,8
Total:						36,2

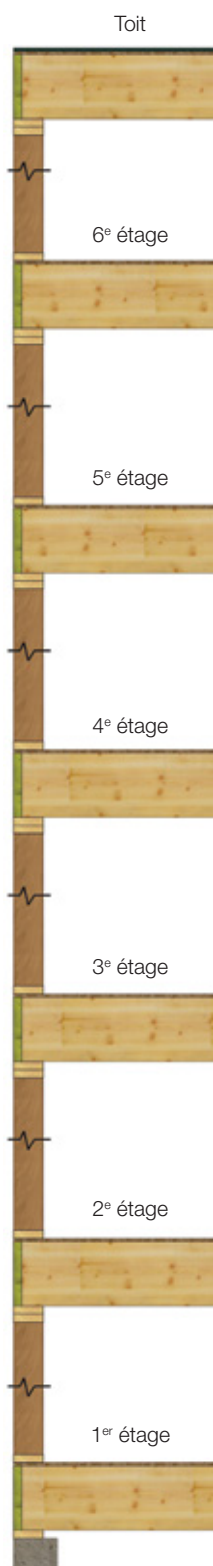


TABLEAU 7 • Retrait dans un bâtiment de 6 étages avec chevrons et solives en bois de 38 x 286 mm (2 x 12 po)

	Matériaux utilisés	Quantité	Dimension (mm)	Coefficient de retrait	T.H. initiale	T.H. en service	Retrait (mm)
Toit, 6e et 5e étage	Chevrons	1	286	0,002	19%	10%	5,1
	Solives	1	286	0,002	19%	8%	6,3
	Sablière double et lisse basse	6	38	0,002	19%	8%	5,0
	Montants	2	2324	0,00005	19%	8%	2,6
4 étages inférieurs	Solives	5	286	0,002	12%⁽¹⁾	8%	11,4
	Sablière double et lisse basse	13	38	0,002	19%	8%	10,9
	Montants	4	2324	0,00005	19%	8%	5,1
Total :							46,4

⁽¹⁾ Quoique la RBQ prescrivait une T.H. de 12% comme base de calcul du retrait (RBQ, 2013), le bois d'œuvre à 12% n'est pas toujours disponible sur le marché.

3.6.2 Déformation élastique des éléments structuraux

Quoique le retrait soit responsable d'une grande partie du mouvement vertical des bâtiments en bois, d'autres effets y contribuent également, y compris la déformation élastique des éléments structuraux sous l'effet des charges gravitaires. Cette déformation est généralement négligeable pour un bâtiment de 3 ou 4 étages, mais doit être considérée pour les bâtiments de 5 ou 6 étages, comme le démontre l'exemple de calcul présenté au volume 2 du présent guide.

Cette déformation peut être estimée en utilisant l'équation de base pour les déformations élastiques des éléments comprimés :

$$\Delta = PL / EA$$

Δ : déformation, mm

P : charge appliquée, N

L : longueur de l'élément, mm

E : module d'élasticité, N/mm²

A : aire de la section, mm²

La charge appliquée à considérer pour ce calcul est laissée au jugement du concepteur. Le document intitulé *Vertical Movement in Wood Platform Frame Structures: Movement Prediction* suggère de considérer uniquement la charge permanente (CCB/FPIInnovations, 2013). La norme CSA O86 précise le module d'élasticité parallèle au fil des éléments en bois (CSA, 2009). Cependant, pour les éléments horizontaux, tels que les lisses, sablières, solives et

chevrons, le module d'élasticité perpendiculaire au fil (E_{perp}) n'est pas fourni par la norme CSA O86. Selon le manuel *Wood Handbook - Wood as an Engineering Material*, le E_{perp} peut varier entre 1/10 et 1/30 du module d'élasticité parallèle au fil, selon les essences de bois (USDA, 2010). Dans l'exemple de calcul présenté au volume 2 du présent guide, une valeur de $E_{\text{para}}/20$ est utilisée comme valeur moyenne de E_{perp} . Pour les éléments en bois de sciage de type ÉPS n°2, E_{perp} est donc estimé à 475 MPa (9500 MPa/20).

3.6.3 Fluage des éléments structuraux

Le fluage est une déformation permanente causée par l'application continue de charges importantes sur les éléments structuraux en bois. Le fluage est influencé par la durée d'application de la charge, par son intensité, ainsi que par la teneur en humidité du bois. La norme CSA O86 ne fournit pas d'information sur le calcul de la valeur du fluage. Le document intitulé *Vertical Movement in Wood Platform Frame Structures: Movement Prediction* se base sur des références européennes pour suggérer une estimation du fluage égale à 60 % de la déformation élastique instantanée causée par la charge permanente (CCB/FPIInnovations, 2013). Cette valeur s'applique aux structures utilisées à l'intérieur dans des conditions normales, c'est-à-dire une température moyenne de 20 °C et une humidité relative de l'air ambiant ne dépassant 65 % qu'au plus quelques semaines par année.

3.6.4 Tassement causé par les vides et jeux d'assemblage

Le tassement causé par les vides et jeux entre les éléments structuraux au moment de la mise en place dépend de la précision de fabrication et de la qualité des pièces de bois. Le document *Vertical Movement in Wood Platform Frame Structures: Movement Prediction* suggère de considérer un tassement de 2 mm par étage pour tenir compte des jeux et vides entre les éléments structuraux au moment de la mise en œuvre des différents éléments de charpente (CCB, 2013). Toutefois, l'utilisation de composants préfabriqués en usine, tels que les murs préfabriqués, permet vraisemblablement de réduire ce tassement à moins de 2 mm par étage. Le tassement est rarement pris en compte dans le calcul du mouvement vertical du bâtiment pour les tolérances architecturales, car il se produit directement sous l'effet des charges permanentes au fur et à mesure que le bâtiment est érigé.

3.6.5 Stratégies permettant de limiter le mouvement vertical

Comme mentionné précédemment, le retrait représente le facteur le plus important dans le calcul du mouvement vertical total des bâtiments en bois de type plateforme, suivi par la déformation élastique des éléments structuraux des étages inférieurs. Les meilleures stratégies permettant de limiter le retrait impliquent l'utilisation de matériaux ayant une faible teneur en humidité et une bonne résistance mécanique, la réduction du nombre d'éléments horizontaux contribuant au retrait et le recours à des composants préfabriqués.

TABLEAU 8 • Retrait total des lisses et des sablières pour un bâtiment de 6 étages

Lisses et sablières	T.H. à la fabrication	T.H. à l'équilibre ¹	Hauteur cumulée des lisses et des sablières	Retrait anticipé
É-P-S MC19	19 %	8 %	684 mm	15 mm
É-P-S MC15	15 %	8 %	684 mm	10 mm
LSL, LVL ou Lamco LFL ^{®2}	8 %	8 %	684 mm	0 mm

¹ La teneur en humidité d'équilibre peut varier selon les conditions; une T.H. d'équilibre de 8 % est une valeur approximative proposée pour un bâtiment chauffé au Québec.

² Le produit d'ingénierie Lamco LFL[®] peut être fabriqué avec différentes T.H.. Le concepteur qui spécifie ce produit doit obligatoirement spécifier la T.H. désirée à la fabrication.

3.6.5.1 Utiliser des matériaux à faible teneur en humidité

Comme discuté à la section 3.6.1, le retrait est dû à la variation de la teneur en humidité (T.H.) du bois entre l'installation et l'équilibre en service. La teneur en humidité des éléments en bois au moment de l'installation dépend du matériau utilisé. Le bois d'œuvre standard KD-HT doit avoir une T.H. maximale de 19 %, le bois MC-15 HT a une T.H. maximale de 15 %, alors que la T.H. des bois d'ingénierie à la fabrication varie entre 6 % et 12 %, selon le produit (**tableau 5**). Comme la teneur en humidité d'équilibre à l'intérieur d'un bâtiment chauffé au Québec est approximativement de 8 %, l'utilisation de matériaux ayant une T.H. près de cette valeur lors de la construction limite le mouvement vertical dû au retrait.

3.6.5.2 Limiter la contribution des éléments horizontaux au retrait

Le coefficient de retrait perpendiculaire au fil du bois étant 40 fois plus élevé que celui parallèle au fil, on doit porter une attention particulière aux détails faisant appel à des éléments structuraux placés à l'horizontale, tels que les jonctions entre les murs et les planchers. De plus, le module d'élasticité perpendiculaire au fil du bois étant environ 20 fois plus faible que celui parallèle au fil, ces éléments horizontaux engendreront également une plus grande déformation élastique de la structure.

Lisses et sablières

Le retrait des lisses et des sablières représentent une grande proportion du retrait total. Dans un bâtiment de 6 étages, il y a généralement 18 lisses et sablières, soit un total de 684 mm de bois placé horizontalement. Le **tableau 8** indique le retrait anticipé à l'équilibre selon le type de matériau utilisé pour ces lisses et sablières. Le choix du type de matériau prescrit pour les lisses et sablières et sa teneur en humidité lors de la mise en œuvre auront donc un impact significatif dans le calcul du mouvement vertical du bâtiment.

Jonction mur-plancher avec ou sans solive de rive

La solive de rive (appelée aussi panneau de rive) joue plusieurs rôles dans une construction à ossature légère en bois de type plateforme (**figure 20a**). En plus d'assurer un support latéral aux appuis des poutrelles de plancher et de permettre une liaison entre le diaphragme et les murs de refend, la solive de rive sert également à transférer les charges gravitaires entre les murs supérieurs et inférieurs à la jonction des planchers. La solive de rive est généralement en bois d'ingénierie. Elle peut être en OSB de 29 mm d'épaisseur pour de petites charges ou en bois de charpente composite plus épais lorsque le flux de cisaillement et les charges gravitaires à transférer aux étages inférieurs deviennent plus importants (**figure 20b**).

Les solives de rive en bois d'ingénierie (LSL, LVL ou OSB) contribuent peu au retrait global de la structure, car elles sont fabriquées à une T.H. inférieure à 7 % et atteignent généralement la T.H. d'équilibre de 8 % lors de la mise en œuvre. Par contre, leurs déformations élastiques et celles dues au fluage peuvent contribuer au mouvement vertical total du bâtiment.

Il est également possible de ne pas utiliser de solive de rive. Dans ce cas, le mur du niveau inférieur est prolongé jusqu'à la face inférieure du panneau de sous-plancher et les poutrelles de plancher sont supportées à l'aide d'étriers à montage par le dessus sur le mur (**figure 20c**).

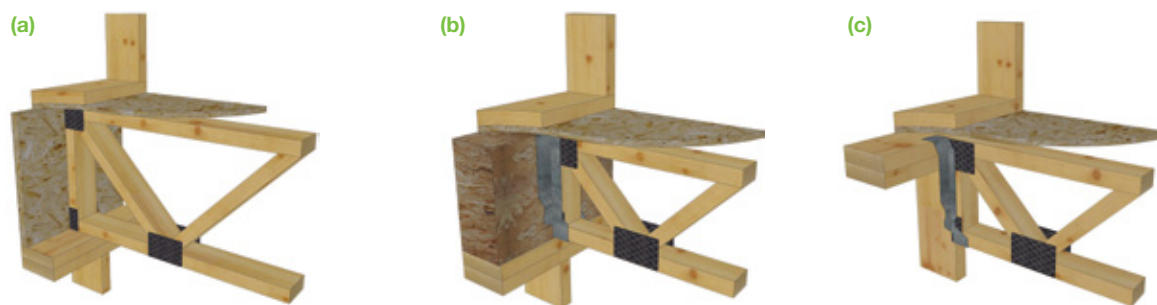


FIGURE 20 • Détails de jonction mur-plancher avec ou sans solive de rive

Poutrelles de plancher

Comme mentionné à la section 3.6.1, l'utilisation de solives de plancher en bois de sciage, par exemple de 38 x 235 mm (2 x 10 po) ou 38 x 286 mm (2 x 12 po), entraîne un important retrait et n'est donc pas recommandée pour la construction de bâtiments de moyenne hauteur en bois. Les poutrelles de plancher préfabriquées en I ou ajourées sont des solutions plus avantageuses. Les semelles de ces poutrelles peuvent être en bois de charpente composite ou en bois de sciage ayant une T.H. maximale de 19 % (bois KD-HT).

De plus, l'utilisation d'un poteau de transfert permet d'augmenter la capacité de transfert des charges aux appuis (**figure 21**). La valeur du retrait de ce poteau de transfert est très faible puisqu'il se fait parallèlement au fil du bois. À titre d'exemple, le retrait d'un poteau en ÉPS n° 2 de 406 mm de longueur est de 0,2 mm (406 mm x 0,00005 x (19-8)).

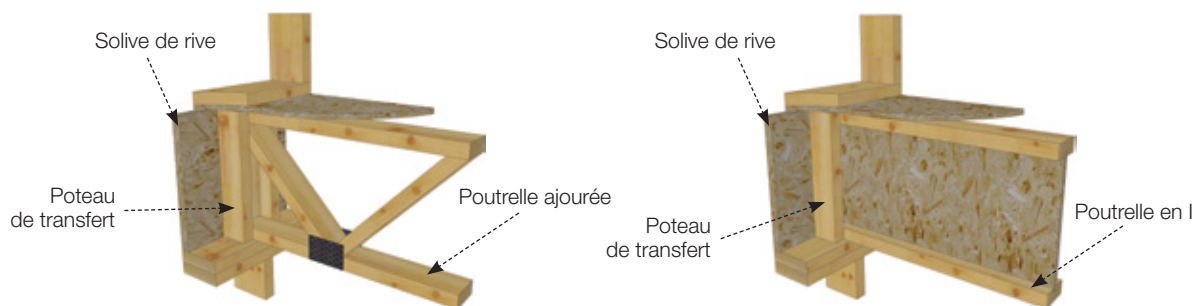


FIGURE 21 • Détails de poutrelles de plancher avec solive de rive

Par exemple, l'utilisation de poutrelles en I de 302 mm (11 7/8 po) plutôt que de solives en bois de sciage de 38 x 286 mm (2 x 12 po) réduit le retrait total de 46 mm (2 po) à 27 mm (1 po) (**tableau 7** et **tableau 9**). De plus, si les sablières et les lisses basses sont en bois de charpente composite plutôt qu'en bois de sciage KD-HT, la valeur du retrait peut être réduite à 12 mm (1/2 po) (**tableau 10**).

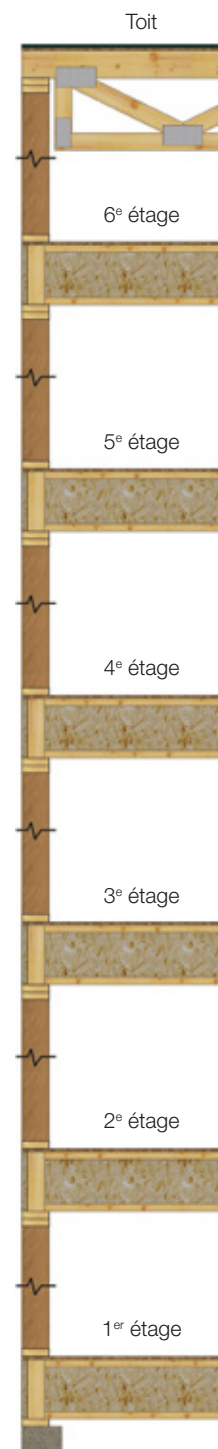
Si les poutrelles de plancher sont supportées à l'aide d'étriers à montage par le dessus sur le mur *top mount*, en plus de l'utilisation de lisses et sablières en bois d'ingénierie, le retrait serait aussi d'environ 12 mm (1/2 po) (**tableau 11**).

TABLEAU 9 • Retrait dans un bâtiment de 6 étages avec des poutrelles en I appuyées sur les murs

	Matériaux utilisés	Quantité	Dimension (mm)	Coefficient de retrait	T.H. initiale	T.H. en service	Retrait (mm)
6^e étage	Membrure supérieure des fermes de toit	1	140	0,002	19 %	10 %	2,5
	Sablière double et lisse basse en bois de sciage	3	38	0,002	19 %	8 %	2,5
	Montants	1	3 100	0,00005	19 %	8 %	1,7
2^e à 5^e étage	Poutrelles en I avec poteaux de transfert et solive de rive	5	302	0,00005	19 %	8 %	0,8
	Sablière double et lisse basse en bois de sciage	12	38	0,002	19 %	8 %	10,0
	Montants	4	2 324	0,00005	19 %	8 %	5,1
1^{er} étage	Poutrelles en I avec poteaux de transfert et solive de rive	1	302	0,00005	19 %	8 %	0,2
	Sablière double et lisse basse en bois de sciage	4	38	0,002	19 %	8 %	3,3
	Montants	1	2 324	0,00005	19 %	8 %	1,3
Total :							27,5

TABLEAU 10 • Retrait dans un bâtiment de 6 étages avec des poutrelles en I appuyées sur les murs et des lisses et des sablières en bois d'ingénierie

	Matériaux utilisés	Quantité	Dimension (mm)	Coefficient de retrait	T.H. initiale	T.H. en service	Retrait (mm)
6^e étage	Membrure supérieure des fermes de toit	1	140	0,002	19 %	10 %	2,5
	Sablière double et lisse basse en bois de sciage	3	38	0,002	8 %	8 %	0,0
	Montants	1	3 100	0,00005	19 %	8 %	1,7
2^e à 5^e étage	Poutrelles en I avec poteaux de transfert et solive de rive	5	302	0,00005	19 %	8 %	0,8
	Sablière double et lisse basse en bois de sciage	12	38	0,002	8 %	8 %	0,0
	Montants	4	2 324	0,00005	19 %	8 %	5,1
1^{er} étage	Poutrelles en I avec poteaux de transfert et solive de rive	1	302	0,00005	19 %	8 %	0,2
	Sablière double et lisse basse en bois de sciage	4	38	0,002	8 %	8 %	0,0
	Montants	1	2 324	0,00005	19 %	8 %	1,3
Total :							11,6



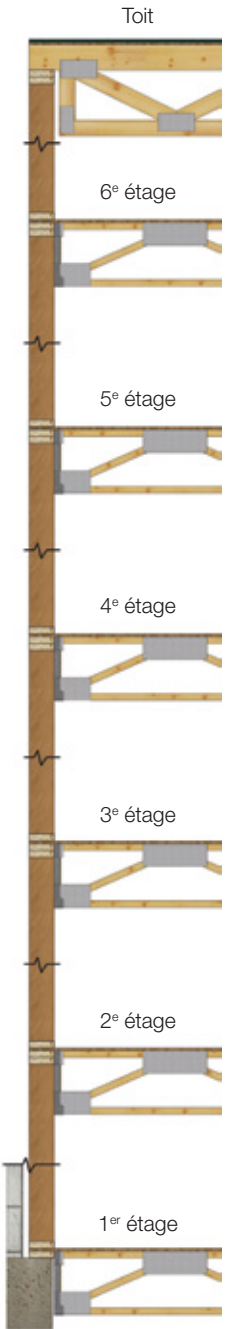


TABLEAU 11 • Retrait dans un bâtiment de 6 étages avec des poutrelles de plancher supportées au mur par des étriers et des lisses et des sablières en bois d'ingénierie

	Matériaux utilisés	Quantité	Dimension (mm)	Coefficient de retrait	T.H. initiale	T.H. en service	Retrait (mm)
6 ^e étage	Membrane supérieure des fermes de toit	1	140	0,002	19%	10%	2,5
	Sablière double et lisse basse en bois d'ingénierie	3	38	0,002	8%	8%	0,0
	Montants	1	3 100	0,00005	19%	8%	1,7
2 ^e à 5 ^e étage	Poutrelles ajourées avec étrier <i>top mount</i>	5	0	0,00005	19%	8%	0,0
	Sablière double et lisse basse en bois d'ingénierie	12	38	0,002	8%	8%	0,0
	Montants	4	2 642	0,00005	19%	8%	5,8
1 ^{er} étage	Poutrelles ajourées avec étrier <i>top mount</i>	1	0	0,00005	19%	8%	0,0
	Sablière double et lisse basse en bois d'ingénierie	4	38	0,002	8%	8%	0,0
	Montants	1	2 642	0,00005	19%	8%	1,5
Total :							11,5

3.6.5.3 Recours à des composants préfabriqués

Comme mentionné à la section 7, le recours à des éléments préfabriqués permet une précision de fabrication qui facilite le contrôle du tassement. La production des dessins d'atelier permet également à l'ingénieur en structure de vérifier l'exactitude des matériaux utilisés et des détails spécifiés. De plus, la rapidité de mise en œuvre réduit grandement les risques d'exposition prolongée aux intempéries au chantier, ce qui pourrait augmenter la teneur en humidité des éléments avant la fermeture du bâtiment.

3.6.5.4 Résumé des stratégies

Le **tableau 12** résume les stratégies pouvant être préconisées pour réduire le mouvement vertical total et s'assurer d'une bonne tenue en service des bâtiments en bois de 5 ou 6 étages. Il précise également les recommandations concernant les produits en bois pouvant être utilisés comme éléments structuraux afin de minimiser le retrait total du bâtiment. La recommandation portant sur l'utilisation du bois

d'œuvre MC-15 HT assure au concepteur que la teneur en humidité maximale initiale du bois d'œuvre n'excédera pas 15%. Toutefois, le bois d'œuvre MC-15 HT n'est pas toujours disponible dans la chaîne d'approvisionnement. Des bois d'ingénierie peuvent aussi être utilisés pour les lisses, les sablières ou les autres éléments utilisés horizontalement. L'utilisation de produits d'ingénierie et le choix de détails d'assemblage performants assurent également une bonne tenue en service.

Comme expliqué précédemment, le mouvement vertical total du bâtiment inclut aussi la déformation élastique, le fluage et le tassement de la structure, qui dépendent des charges appliquées et doivent être ajoutés au retrait. La portée des poutrelles de plancher et des fermes de toit ainsi que la précision de fabrication auront donc aussi une influence sur la déformation totale de la structure. L'exemple de calcul présenté au volume 2 du présent guide inclut le calcul complet du mouvement vertical prévu pour un bâtiment de 6 étages à ossature légère en bois.

TABLEAU 12 • Stratégies pour réduire le mouvement vertical total des bâtiments de 5 ou 6 étages en bois

Stratégie		Commentaires
Utiliser des matériaux ayant une faible teneur en humidité et une bonne résistance mécanique		
Lisses et sablières	Bois d'œuvre MC-15 HT LSL, LVL, Lamco LFL® ou bois lamellé-collé	Les lisses et les sablières constituées de bois d'œuvre conventionnel, c.-à-d. à 19 % d'humidité, peuvent causer plus de 50 % du retrait global de la structure.
Montants d'ossature dans les murs porteurs ou non porteurs	Bois d'œuvre KD-HT LSL, LVL ou bois lamellé-collé	Le retrait longitudinal des montants n'est pas le facteur le plus important. Toutefois, du bois d'œuvre MC-15 HT pourrait être utilisé au besoin.
Poutres et linteaux	LSL, LVL, PSL, Lamco LFL® ou bois lamellé-collé	Comme les lisses et sablières, les poutres et linteaux sont des éléments horizontaux ayant un retrait important qui peut influencer le mouvement vertical total du bâtiment. Il est recommandé d'utiliser du bois d'ingénierie, car il subit moins de retrait et offre une meilleure résistance en compression perpendiculaire que le bois de sciage.
Colonnes autres que ceux dans les murs porteurs	LSL, LVL, PSL ou bois lamellé-collé	Pour un retrait uniforme, il serait normalement recommandé d'utiliser des colonnes ayant le même T.H. que les montants des murs. Toutefois, le retrait ayant moins d'influence sur les éléments longitudinaux, il est préférable d'utiliser des colonnes en bois d'ingénierie d'une seule pièce, car la résistance en compression parallèle au fil est beaucoup plus faible pour un élément composé non retenu latéralement.
Solives de plancher	Solives préfabriquées en I ou ajourées en bois d'œuvre KD-HT	Les solives en bois de sciage subissent beaucoup de retrait.
Toiture	Fermes préfabriquées en bois d'œuvre KD-HT	Tout comme les éléments de planchers, les fermes de toit doivent être constituées de bois sec afin de limiter leur contribution au retrait.
Minimiser le nombre d'éléments horizontaux contribuant au retrait		
Utiliser des sablières simples plutôt que doubles lorsqu'elles sont constituées de bois d'œuvre.		Il faut cependant s'assurer d'une résistance adéquate en flexion et en cisaillement de la sablière. Pour réduire ces efforts, il est fortement recommandé d'aligner les poutrelles avec les montants. Cette solution est plus appropriée aux murs des étages supérieurs puisqu'ils supportent des charges gravitaires moins importantes.
Réaliser un détail de jonction plancher-mur en utilisant un détail d'appui avec étriers à montage par le dessus pour supporter les poutrelles (<i>top mount hanger</i>).		Cette option permet d'éliminer le retrait causé par les semelles des poutrelles au niveau des planchers. Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser des sablières doubles et d'aligner les poutrelles avec les montants de façon à minimiser les efforts de flexion et de cisaillement dans les sablières.
Utiliser des composants préfabriqués		
Utiliser des murs préfabriqués en usine pour les murs porteurs intérieurs et extérieurs.		La préfabrication est effectuée à l'intérieur et dans un environnement contrôlé. La rapidité de mise en œuvre réduit grandement les risques d'exposition aux intempéries des matériaux pendant la période du chantier. La précision de fabrication permet de limiter la composante du tassement dans le calcul du mouvement vertical.

3.6.6 Particularités pour la conception des balcons

Les balcons étant des planchers construits à l'extérieur de l'enveloppe du bâtiment principal, il est important de s'assurer qu'ils gardent toujours une pente de drainage vers l'extérieur afin d'éviter

une infiltration d'eau non souhaitée à l'intérieur du bâtiment. Un mouvement vertical différentiel entre la structure du bâtiment et la structure du balcon pourrait occasionner un changement dans cette pente de drainage. Les différentes solutions envisageables sont discutées à la section 6.5.

4 Sécurité incendie

La sécurité incendie des bâtiments est un concept très important qui permet d'assurer un niveau acceptable de sécurité aux personnes et aux intervenants en cas d'urgence se trouvant à l'intérieur ou à proximité d'un bâtiment lors d'un incendie et également d'assurer un niveau de protection contre les dommages pouvant être causés aux bâtiments lors d'un tel événement. Les exigences prescriptives de sécurité incendie des bâtiments se retrouvent à la partie 3 de la division B du *Code national du bâtiment du Canada* (CNBC 2010) ainsi que dans le *Code national de prévention des incendies* (CNPI, 2010).

Au Québec, les exigences prescriptives spécifiques à la sécurité incendie des bâtiments résidentiels de moyenne hauteur en bois (c.-à-d. de 5 ou 6 étages) étaient, depuis juillet 2013, énoncées dans le guide *Construction d'habitations en bois de 5 ou 6 étages* publié par la Régie du bâtiment du Québec (RBQ, 2013). Ces exigences s'ajoutaient à celles déjà incluses à la partie 3 de

la division B du *Code de construction du Québec, Chapitre 1 – Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2005 (modifié)* (CCQ, 2008). Le guide publié par la RBQ se voulait toutefois une mesure temporaire jusqu'à l'entrée en vigueur officielle du *Code de construction du Québec, Chapitre 1 – Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2010 (modifié)* (CCQ, 2015), dans lequel la partie 3 comprend les nouvelles exigences prescriptives associées aux bâtiments d'habitations ou d'affaires de moyenne hauteur en bois. Le CCQ 2015 est officiellement entré en vigueur en juin 2015 et conséquemment, le guide publié par la RBQ n'est désormais plus applicable. Il demeure toutefois une source d'information technique pertinente pour les concepteurs. Les nouvelles dispositions contenues dans le CCQ 2015 diffèrent légèrement de celles qui étaient publiées dans le guide de la RBQ. Le **tableau 13** résume les principales exigences de sécurité incendie de chacun de ces deux documents pour les bâtiments de 5 ou 6 étages en bois.

TABEAU 13 • Résumé des principales exigences de sécurité incendie pour les bâtiments de 5 ou 6 étages en bois

	Guide RBQ (juillet 2013 à juin 2015)	CCQ 2015 (depuis juin 2015)
Usages principaux et superficies maximales	- Habitations (groupe C): 5 étages = 1 440 m ² , 6 étages = 1 200 m ²	- Habitations (groupe C): 5 étages = 1 800 m ² , 6 étages = 1 500 m ² - Établissements d'affaires (groupe D): 5 étages = 3 600 m ² , 6 étages = 3 000 m ²
Usages mixtes	Non autorisés	- Établissements d'affaires (D); - Établissements de réunion (A-2) et commerciaux (E) aux deux premiers étages; - Garage de stationnement (F-3) aux trois premiers étages, mais de construction incombustible.
Hauteurs maximales	- Au plus 18 m entre le niveau moyen du sol et le plancher le plus élevé (mezzanines incluses); - Au plus 25 m entre le niveau moyen du sol et le point le plus élevé de la toiture.	- Au plus 18 m entre le niveau moyen du sol et le plancher le plus élevé (mezzanines et toitures terrasses incluses); - Au plus 25 m entre le niveau moyen du sol et le point le plus élevé de la toiture.
Protection par gicleurs automatiques	- Conformément à la norme NFPA 13; - Niveau de risque ordinaire groupe 1 pour les structures à ossature légère.	- Conformément à la norme NFPA 13; - Les balcons et les terrasses doivent être protégés par des gicleurs lorsqu'ils sont de construction combustible et que leur profondeur mesurée perpendiculairement au mur extérieur est de plus de 610 mm.

TABLEAU 13 • Résumé des principales exigences de sécurité incendie pour les bâtiments de 5 ou 6 étages en bois
(suite)

	Guide RBQ (juillet 2013 à juin 2015)	CCQ 2015 (depuis juin 2015)
Résistance au feu	- Séparation coupe-feu de 1 h pour les planchers ; - DRF de 1 h pour la toiture ; - DRF de 1 h pour les mezzanines ; - DRF de 1 h pour les murs, colonnes et arcs porteurs.	- Séparation coupe-feu de 1 h pour les planchers ; - DRF de 1 h pour la toiture ; - DRF de 1 h pour les mezzanines ; - DRF de 1 h pour les murs, colonnes et arcs porteurs.
Séparations coupe-feu entre les principaux usages	Non applicable	- Entre les groupes C et D : DRF de 1 h ; - Entre les groupes C et A-2 : DRF de 1 h 30 ; - Entre les groupes C et E : DRF de 2 h ; - Entre le groupe C et un stationnement (F-3) : DRF de 1 h 30 ; - Entre les groupes D et A-2 : DRF de 1 h 30 ; - Entre les groupes D et E : DRF de 1 h 30 ; - Entre le groupe D et un stationnement (F-3) : DRF de 1 h 30.
Vides de construction horizontaux	Les vides de construction des planchers doivent être remplis d'isolant incombustible.	Les vides de construction horizontaux (planchers ou toit) doivent : - être remplis d'isolant incombustible ; ou - être protégés par gicleurs conformément à la norme NFPA 13.
Murs coupe-feu	- Béton, maçonnerie ou autres systèmes conformément à l'article 3.1.10.2. 4) ; - Doivent partir du sol et traverser tous les étages, y compris les étages en sous-sol du ou des bâtiments.	Béton ou maçonnerie
Cages d'escaliers d'issue et leur prolongement hors toit	Construction combustible ou incombustible	Construction incombustible
Revêtement extérieur	- Incombustible partout sur les murs extérieurs ; - Le dessous des balcons doit être recouvert d'un revêtement incombustible.	- Incombustible 2 m au-dessus et 1 m de chaque côté d'une baie non protégée et de toute ouverture ou de tout élément pouvant propager un incendie ; - Le dessous des balcons doit être recouvert d'un matériau incombustible.
Terrasse combustible sur le toit	Non autorisée	Éléments porteurs et plancher combustibles permis aux conditions suivantes : - l'espace entre le dessous du plancher de la terrasse et la couverture est de 150 mm au maximum ; - le plancher de la terrasse se situe à un maximum de 18 m au-dessus du niveau moyen du sol ; - aucun élément combustible ne se situe à plus de 25 m au-dessus du niveau moyen du sol ; - la couverture du bâtiment est de classe A.
Accessibilité	- Au moins 25 % de son périmètre doit être situé à moins de 15 m d'une rue ; - Le niveau de la voie d'accès doit être à un maximum de 2 m sous le niveau du premier étage.	- Au moins 25 % de son périmètre doit être situé à moins de 15 m d'une rue ; - Aucune partie de la voie d'accès ne doit se situer à plus de 20 m du niveau du dernier étage ; - Le toit doit être accessible par un escalier menant à une trappe ou à une construction hors toit.
Alimentation électrique de secours	Doit être fonctionnelle pour une durée de : - 1 h pour l'éclairage de sécurité ; - 1 h pour les systèmes d'alarme incendie.	Doit être fonctionnelle pour une durée de : - 1 h pour l'éclairage de sécurité ; - 1 h pour les systèmes d'alarme incendie.
Autres exigences sur la combustibilité des matériaux	- Considérés comme des bâtiments de construction incombustible ; - Seuls les éléments combustibles permis à la sous-section 3.1.5 du CCQ doivent être installés.	- Considérés comme des bâtiments de construction combustible ; - Les conduits, fils, câbles et canalisations doivent être incombustibles ou conformes aux articles 3.1.5.15, 3.1.5.18 et 3.1.5.20 du CCQ.

Le présent chapitre donne des renseignements concernant certaines des exigences de sécurité incendie à considérer lors de la conception des bâtiments de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois et propose des pistes de solutions permettant de les atteindre. Toutefois, il est de la responsabilité des concepteurs de s'assurer de respecter toutes les exigences de sécurité incendie qui doivent être rencontrées selon la réglementation locale en vigueur.

Ce chapitre présente les exigences associées au type de construction requis pour les différents éléments constituant les bâtiments de 5 ou 6 étages en bois, de même que les exigences en ce qui a trait aux systèmes de gicleurs automatiques et aux réseaux de canalisations d'incendie, au degré de résistance au feu requis, aux séparations coupe-feu, à la compartimentation des vides de construction, aux cages d'ascenseur et d'escalier d'issue ainsi qu'aux revêtements de finition intérieurs et extérieurs.

4.1 Construction combustible et incombustible

Dans un premier temps, définissons les notions de matériaux incombustibles et de matériaux combustibles. Selon le CNBC, un matériau incombustible satisfait aux exigences de la norme CAN/ULC-S114, *Méthode d'essai normalisée pour la détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction*, alors que, par opposition, un matériau combustible ne répond pas aux exigences de cette norme (CNBC, 2010). Les matériaux organiques tels que le bois font partie de la seconde catégorie. Contrairement à la croyance populaire, l'ajout de traitements ou de produits ignifuges ne modifie pas la nature combustible des matériaux comme le bois; ils ne font que retarder le processus de combustion.

Le type de construction, soit combustible ou incombustible, constitue l'une des stratégies de sécurité incendie utilisées dans les solutions acceptables de la division B du CNBC pour caractériser l'ensemble de la structure d'un bâtiment ou certains éléments en particulier. Le CNBC définit la construction incombustible comme un «*type de construction dans laquelle un certain degré de sécurité incendie est assuré grâce à l'utilisation de matériaux incombustibles pour les éléments structuraux et autres composants*», alors qu'une construction combustible est tout simplement un «*type de construction qui ne répond pas aux exigences établies pour une construction incombustible*».

Cette dernière peut ainsi être réalisée avec des éléments structuraux dits «combustibles». Certains composants combustibles sont tout de même autorisés dans les constructions incombustibles. Les différentes exigences du CNBC concernant la construction combustible sont indiquées à la sous-section 3.1.4 et celles touchant la construction incombustible se trouvent à la sous-section 3.1.5. Dans les différents articles de la sous-section 3.2.2, le CNBC indique si une construction combustible est autorisée pour un bâtiment ou s'il faut plutôt recourir à une construction incombustible en fonction de certains paramètres dont l'usage principal du bâtiment, sa superficie, le nombre d'étages et la présence ou non d'un système de gicleurs automatiques (CNBC, 2010).

Bien que le guide *Construction d'habitations en bois de 5 ou 6 étages* permettait l'utilisation d'une structure combustible pour ce type de bâtiment, il considérait tout de même l'ensemble du bâtiment comme étant de construction incombustible (RBQ, 2013). Par conséquent, tous les autres composants du bâtiment devaient être conçus pour satisfaire aux exigences d'une construction incombustible. Ainsi, en plus de la structure, les seuls éléments combustibles pouvant être installés dans ces bâtiments étaient ceux mentionnés à la sous-section 3.1.5 du CNBC. C'était notamment le cas des isolants, des conduits, des tuyaux, des fils, des câbles, des canalisations, des revêtements de finition intérieure, des menuiseries, des matériaux de couverture, etc.

Le CCQ 2015 autorise maintenant le recours à une construction combustible pour les bâtiments d'habitations ou d'affaires de 5 ou 6 étages, c'est-à-dire conformément aux dispositions de la sous-section 3.1.4. Il exige cependant que certaines portions de ces bâtiments soient de construction incombustible, soit les cages d'escaliers d'issue et les garages de stationnement, et requiert également que les conduits, les fils, les câbles et les canalisations soient incombustibles ou conformes aux exigences des articles 3.1.5.15, 3.1.5.18 et 3.1.5.20 (CCQ, 2015). Le CCQ 2015 permet aussi la construction de terrasses combustibles sur le toit de ces bâtiments, à condition que les exigences énoncées à cet effet au **tableau 13** soient respectées.

Enfin, il est important de rappeler que même si le CCQ 2015 permet l'utilisation d'une structure en bois pour les bâtiments d'habitations ou d'affaires de 5 ou 6 étages, les exigences de la sous-section 3.2.3 concernant la séparation spatiale et la protection des façades pourraient tout de même imposer l'usage

d'une construction incombustible pour l'une ou plusieurs des façades de rayonnement d'un bâtiment compte tenu des distances limitatives ou des surfaces de baies non protégées.

4.2 Systèmes de gicleurs et réseaux de canalisations

4.2.1 Système de gicleurs automatiques

Les systèmes de gicleurs automatiques sont reconnus comme l'un des meilleurs systèmes de lutte contre les incendies dans les bâtiments. Bien qu'ils offrent l'une des meilleures protections incendie dans les bâtiments, les gicleurs ne sont habituellement pas conçus pour éteindre entièrement un feu. En effet, lors d'un incendie, les gicleurs permettent de diminuer la température du feu, de contrôler le feu en attendant l'arrivée des pompiers, et, dans certains cas, d'éteindre complètement le feu (CCB, 1997).

Le CCQ 2015 exigent que les bâtiments d'habitations (groupe C) ou d'affaires (groupe D) en bois de 5 ou 6 étages soient entièrement protégés par un système de gicleurs automatiques conforme au paragraphe 3.2.5.12.1), c'est-à-dire conçu, construit, installé et mis à l'essai conformément aux exigences de la norme NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems* (NFPA 13, 2013). D'ailleurs, le Code requiert que tous bâtiments résidentiels de plus de quatre étages de hauteur soient munis d'un système de gicleurs automatique conforme à la norme NFPA 13, peu importe le type de construction (CNBC, 2010).

Un système de gicleurs devant être conforme à la norme NFPA 13 implique des considérations supplémentaires par rapport à la norme NFPA 13R (2013), qui est normalement utilisée pour les bâtiments d'habitations d'au plus quatre étages. La norme NFPA 13 définit des niveaux de risque pour classer les bâtiments en différentes catégories selon le niveau de risque et la densité de charge combustible qui se trouve à l'intérieur d'un bâtiment. Cette classification permet principalement d'établir les critères de conception applicables aux calculs hydrauliques du système de gicleurs. Bien qu'un bâtiment de 5 ou 6 étages à usage résidentiel corresponde généralement à un niveau de risque faible, les directives d'ordre technique émises par la RBQ stipulaient que le système de gicleurs

automatiques des bâtiments résidentiels de moyenne hauteur avec une structure à ossature légère en bois devait être conçu pour un niveau de risque plus élevé, soit un niveau de risque ordinaire groupe 1 (RBQ, 2013). Cette augmentation du niveau de risque n'est toutefois pas exigée dans le nouveau CCQ 2015, et, conséquemment, la classification peut maintenant se faire en suivant directement les indications données par la norme NFPA 13.

La norme NFPA 13 s'adresse généralement aux ingénieurs en mécanique responsables de la conception des systèmes de gicleurs. Elle comporte principalement les exigences minimales relatives au choix du type de système de gicleurs automatiques, de la tuyauterie, des raccords, des valves, de l'emplacement des gicleurs, des méthodes de fixation des éléments ainsi que de l'apport en eau nécessaire. Cette norme contient cependant des exigences particulières qui devraient être connues par l'ensemble des professionnels impliqués dans la conception d'un bâtiment d'au plus 6 étages à ossature légère en bois, car celles-ci sont étroitement liées à divers aspects structuraux et architecturaux. Il s'agit, entre autres, de la protection des vides de construction, des projections horizontales extérieures, des puits verticaux, des salles contenant les équipements électriques, des salles de bains, des placards et des garde-robes ainsi que de la fixation de la tuyauterie sur les éléments structuraux.

Type de tuyauterie

Le réseau de tuyauterie d'un système de gicleurs automatiques conçu selon la norme NFPA 13 peut être constitué de tuyaux et de raccords métalliques, par exemple, en acier ou en cuivre, ou encore de tuyauterie et de raccords non métalliques (PVC-C). Qu'il s'agisse d'un matériau métallique ou non, la tuyauterie doit satisfaire aux différentes exigences de la section 6.3 de la norme NFPA 13 (2013). Le CNBC donne également, à l'article 3.2.5.13, certaines exigences en ce qui a trait à la nature de la tuyauterie des systèmes de gicleurs.

Protection des vides de construction

Selon l'article 8.15.1.1 de la norme NFPA 13, tous les vides de construction entièrement ou partiellement formés par des matériaux combustibles exposés doivent être protégés par des gicleurs automatiques afin de limiter la propagation d'un incendie à l'intérieur de ceux-ci. Cela inclut notamment les vides de construction des planchers et des murs, les combles, ou vides sous toit, les gaines mécaniques, les vides de faux

plafond, les retombées de plafond, les vides sous les escaliers, etc. La norme NFPA 13 indique toutefois à l'article 8.15.1.2 certaines situations pour lesquelles la protection des vides de construction par des gicleurs n'est pas obligatoire, soit parce que le manque d'espace ne permet pas physiquement la possibilité d'y installer des gicleurs, ou encore, parce que les vides sont suffisamment compartimentés en petits volumes pour limiter la propagation d'un incendie à l'intérieur de ces vides. Parmi les situations pour lesquelles la présence de gicleurs automatiques peut être omise dans les vides de construction, voici celles qui pourraient s'appliquer plus particulièrement à la construction de bâtiments à ossature légère en bois (NFPA 13, 2013):

- a) Les vides formés par des montants ou par des solives en bois de sciage dont la distance entre les faces intérieures est inférieure à 150 mm (6 po): C'est le cas notamment des vides formés par la construction de murs doubles à ossature légère (**figure 22**);

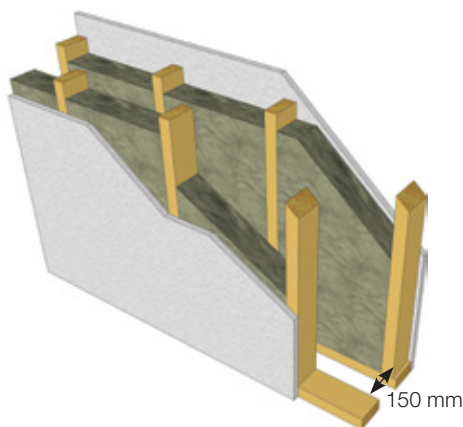


FIGURE 22 • Exemple de vide de construction dont la distance entre les faces intérieures des éléments est inférieure à 150 mm (6 po)

- b) Les vides formés par un plafond fixé directement ou à moins de 150 mm (6 po) sous une construction à solives en bois de sciage ou en bois d'ingénierie. Il doit s'agir uniquement de solives pleines dont la hauteur maximale est de 356 mm (14 po) et dans lesquelles aucune ouverture n'est pratiquée (**figure 23**). Les poutrelles d'ingénierie en I ou ajourées ne satisfont pas à cette exception;

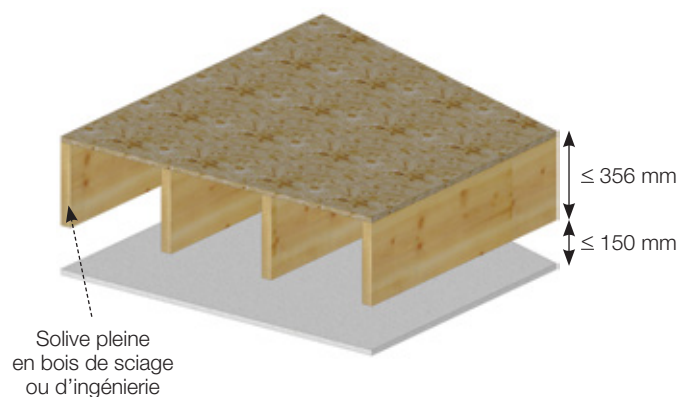


FIGURE 23 • Vides formés par un plafond fixé directement ou à moins de 150 mm (6 po) sous une construction à solives de bois pleines (adaptée de NFPA 2013)

- c) Les vides formés par un plafond fixé directement à la semelle inférieure de poutrelles de bois en I, ou encore à un lattage de profilés métalliques dont la profondeur n'excède pas 25,4 mm (1 po). Toutefois, les vides formés doivent être compartimentés en volume inférieur ou égal à 4,5 m³ (160 pi³) en utilisant des matériaux équivalant à l'âme des poutrelles. Cela signifie que les pénétrations dans l'âme des poutrelles doivent être scellées à certains endroits au moyen d'un scellant coupe-feu de façon à obtenir la compartimentation exigée. De plus, au moins 90 mm (3 ½ po) d'isolant en natte doit être installé au niveau de la membrure inférieure des poutrelles lorsque le plafond est fixé à des profilés métalliques (**figure 24**);

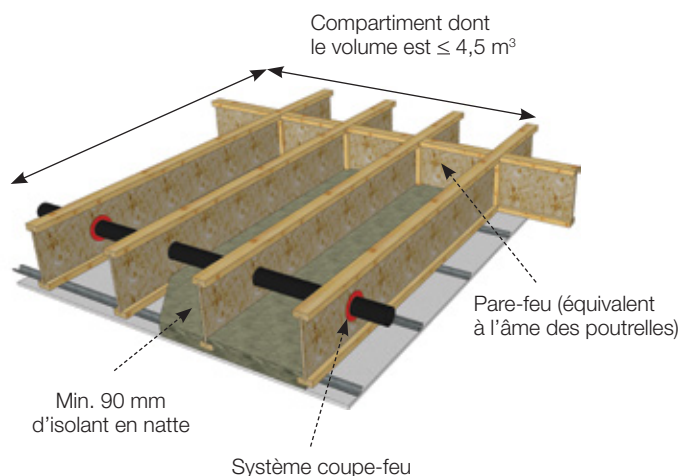


FIGURE 24 • Vides de construction des planchers compartimentés en volumes n'excédant pas 4,5 m³ (160 pi³) (adaptée de NFPA 2013)

- d) Les vides de construction entièrement remplis d'isolant incombustible. Un espace d'air de 50 mm (2 po) maximum est permis dans la partie supérieure de la cavité (**figure 25**). Un isolant incombustible doit répondre aux exigences de la norme CAN/ULC-S114, *Méthode d'essai normalisée pour la détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction* (ULC-S114, 2005). Cela inclut notamment les isolants de laine minérale à base de basalte, aussi appelée laine de roche, ainsi que les isolants de fibre de verre. Ces deux types d'isolants se trouvent sous forme de nattes ou encore pulvérisés. Dans certaines situations, il peut s'avérer plus économique de remplir les cavités avec de l'isolant incombustible plutôt que d'y installer des gicleurs automatiques. De plus, l'ajout d'isolant améliore la performance acoustique du bâtiment.

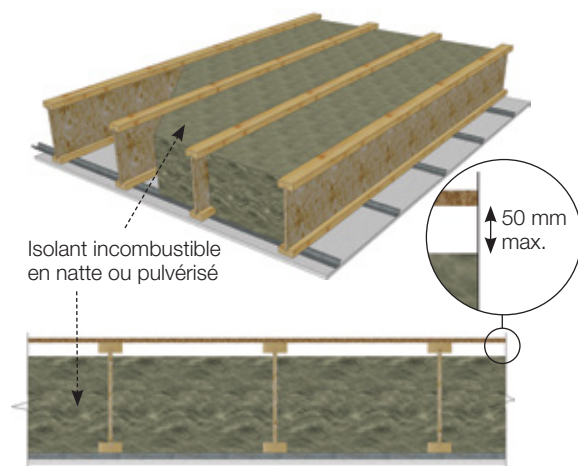


FIGURE 25 • Vides de construction d'un plancher rempli d'isolant incombustible (adaptée de NFPA 2013)

- e) Les vides formés par des solives en bois de sciage ou par des poutrelles de bois en I et une membrane de plafond fixée à une certaine distance de la semelle inférieure, pourvu que la cavité entre le plafond et la semelle inférieure des solives ou des poutrelles soit remplie d'isolant incombustible et que les vides formés par les poutrelles soient compartimentés en volume inférieur ou égal à 4,5 m³ (160 pi³) en utilisant des matériaux équivalant à l'âme de celles-ci (**figure 26**). Se référer au paragraphe d) ci-dessus pour davantage d'information concernant les isolants incombustibles.

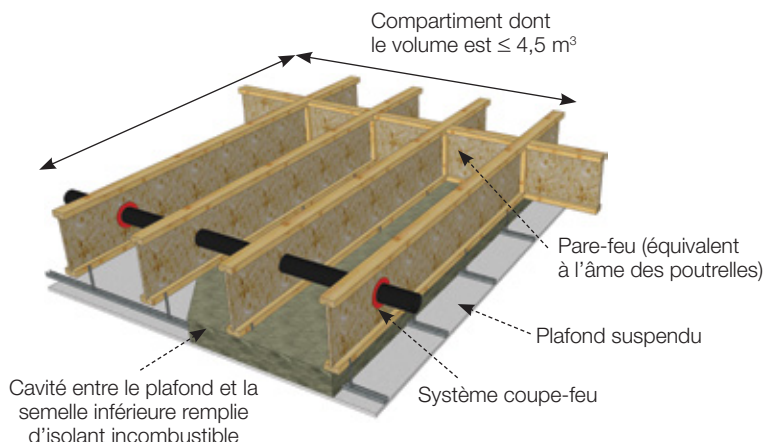


FIGURE 26 • Vides de construction formés par une membrane de plafond fixée à une certaine distance sous la semelle inférieure des poutrelles ou des solives de plancher (adaptée de NFPA 2013)

- f) Les vides de construction dont les parois sont revêtues d'un matériau rigide pour lequel les faces exposées ont un indice de propagation de la flamme maximal de 25 lorsque le matériau est soumis à l'essai de propagation de la flamme pour une durée additionnelle de 20 minutes, c'est-à-dire pour un essai totalisant 30 minutes. Certains enduits d'ignifugation ainsi que d'autres produits tels que des panneaux OSB revêtus d'une fine couche d'un matériau propriétaire incombustible pour les produits du bois respectent ces critères.
- g) Les vides de construction dont les matériaux exposés à l'intérieur sont constitués entièrement de bois ignifugé conforme à la norme NFPA 703 (2012). Il s'agit de bois imprégné de produits chimiques ignifugeant sous pression et dont l'indice de propagation de la flamme se situe au maximum à 25 lorsque soumis à l'essai de la norme ASTM E 84 (2010). Ils doivent de plus avoir été soumis à cet essai de propagation de la flamme pour une durée supplémentaire de 20 minutes. Au Canada, le CNBC exige que les produits structuraux en bois ignifugé sous pression répondent à la norme CSA O80 (2008) et que leur indice de propagation de la flamme se situe au maximum à 25, conformément aux essais réalisés selon la norme CAN/ULC-S102 (2010). Cette dernière ne requiert pas cependant que les essais de propagation sur le bois ignifugé soient effectués pour une durée supplémentaire de 20 minutes comme l'exige la norme américaine. Puisque la plupart des produits offerts possèdent les deux certifications, américaine et canadienne, la différence entre ces certifications ne semble pas un enjeu pour les concepteurs. Toutefois, il n'est actuellement pas pratique

courante au Québec de fabriquer des composants structuraux, tels que les murs ou les poutrelles de plancher, en utilisant du bois ignifugé. Par conséquent, les concepteurs doivent s'assurer de leur disponibilité auprès des fabricants de composants et vérifier les coûts et les délais associés à cette option. Enfin, il est important de mentionner que le traitement d'ignifugation sous pression influence les résistances mécaniques du bois, ce qui doit être pris en considération par l'ingénieur lors du calcul des éléments structuraux via le coefficient de traitement (K_T) fourni par les fabricants de produits d'ignifugation.

- h) Les vides verticaux construits afin de dissimuler de la tuyauterie, et dont la superficie en plan est inférieure à $0,93 \text{ m}^2$ (10 pi^2). Ces cavités se retrouvent généralement dans les salles de bain ou les cuisines des immeubles résidentiels, et l'installation de gicleurs automatiques y est pratiquement impossible à cause du manque d'espace. Ces vides doivent être interrompus par des pare-feu au niveau de chaque plancher, les pénétrations des tuyaux dans les pare-feu doivent être adéquatement obturées par un coupe-feu approprié, les tuyaux doivent être constitués de matériaux incombustibles ou être remplis d'eau et il ne doit y avoir aucune source d'ignition à l'intérieur de ces vides verticaux.
- i) Les vides de construction formés par des matériaux incombustibles et dans lesquels se trouve une faible quantité de matériaux combustibles tels que des fils, des câbles ou de la tuyauterie non métalliques. Une cavité construite à l'aide de profilés d'acier léger et de plaques de plâtre serait un exemple de cette situation.

D'autres situations pour lesquelles la présence de gicleurs automatiques dans les vides de construction n'est pas obligatoire sont présentées à l'article 8.15.1.2 de la norme NFPA 13. Bien que la norme NFPA 13 permette plusieurs exceptions afin de se soustraire à l'exigence d'installer des gicleurs dans les vides de construction, notons que le CCQ 2015 n'autorise que l'utilisation des gicleurs automatiques ou d'un isolant incombustible comme méthodes de protection des vides de construction horizontaux des planchers et des toits dans les bâtiments de 5 ou 6 étages en bois (CCQ, 2015).

Il est important de mentionner que le fait d'avoir recours à l'une des exceptions énumérées ci-dessus afin de se soustraire à l'exigence d'installer des gicleurs dans les vides de construction peut, en contrepartie, requérir la densification du système de gicleur protégeant

les aires adjacentes à ces vides, conformément au paragraphe 11.2.3.1.4 de la norme NFPA 13 (2013).

Enfin, pour les vides de construction combustibles horizontaux munis de gicleurs automatiques et dont la hauteur de l'espace est inférieure à 914 mm (36 po), tels que les vides des planchers, il faut recourir à des gicleurs certifiés pour une telle application, car les gicleurs standards ne s'avèrent pas suffisamment efficaces pour contrôler un incendie dans des espaces aussi étroits.

Protection des projections horizontales extérieures

Parmi les autres exigences de la norme NFPA 13, notons que des gicleurs automatiques doivent être installés en dessous de toutes les projections horizontales extérieures dont la dimension perpendiculaire à la face d'un mur est supérieure à 1,2 m (4 pi), conformément à la sous-section 8.15.7. Cela inclut entre autres les avancées de toiture, les marquises, les portes-cochères, les balcons et les terrasses. La norme permet toutefois à l'article 8.15.7.2 de se soustraire à cette exigence si les projections sont construites à l'aide de matériaux incombustibles ou de bois ignifugé sous pression. En ce qui a trait aux projections extérieures de construction combustible, l'article 8.15.7.3 de la norme permet de ne pas installer de gicleurs en dessous de celles-ci si les revêtements de finition sont constitués de matériaux incombustibles ou de bois ignifugé sous pression, et si les vides de construction sont munis de gicleurs ou respectent l'un des critères suivants (NFPA 13, 2013) :

- Les vides de construction sont entièrement remplis d'isolant incombustible (**figure 25**) ;
- Un revêtement de plafond incombustible ou en plaques de plâtre est fixé directement à des solives en bois de sciage, créant ainsi des vides de construction entre les solives dont le volume est inférieur ou égal à $4,5 \text{ m}^3$ (160 pi^3) ;
- La projection extérieure a une superficie inférieure ou égale à $5,1 \text{ m}^2$ (55 pi^2).

Les projections horizontales extérieures dont la dimension perpendiculaire à la face d'un mur n'excède pas 1,2 m (4 pi) ne nécessitent habituellement pas de protection par gicleurs automatiques à moins qu'il n'y ait entreposage de matériaux combustible en dessous, comme indiqué à l'article 8.15.7.5 de la norme NFPA 13. Dans un tel cas, la norme exige l'installation de gicleurs pour toutes les projections dont la distance perpendiculaire à la face d'un mur excède 0,6 m (2 pi). Le mobilier et les accessoires extérieurs qui se trouvent habituellement sur les balcons des appartements, tels que des chaises, des tables, des

coussins ou des jardinières, ne sont pas considérés comme de l'entreposage de matériaux combustibles (NFPA, 2013). L'utilisation de gicleurs automatiques peut cependant être justifiée lorsque des sources d'ignition comme des barbecues ou des chauffe-terrasses peuvent être présentes sur les balcons. C'est pourquoi, malgré les dispositions de la norme NFPA 13 mentionnées ci-dessus, le paragraphe 3.2.5.12.9) du CCQ 2015 exige que tous les balcons des bâtiments d'habitations ou d'affaires de 5 ou 6 étages en bois soient protégés par gicleurs lorsqu'ils sont de construction combustible et lorsque leur profondeur mesurée perpendiculairement au mur extérieur est de plus de 0,61 m (2 pi).

Protection des endroits non chauffés

L'installation de gicleurs automatiques dans les endroits non chauffés dont la température ne peut être maintenue au-dessus de 4 °C, tels que les projections horizontales extérieures ou les combles, entraîne des risques de gel de la tuyauterie. Dans ce cas, l'utilisation d'un système de gicleurs sous air (à sec), ou d'autres moyens de protection contre le gel comme ceux stipulés à l'article 8.16.4.1 de la norme NFPA 13 (2013) ainsi qu'à l'article 3.2.5.17 du CNBC (2010), sont requis.

La norme NFPA 13 propose en annexe une méthode pour la protection des projections extérieures. Celle-ci consiste à installer des gicleurs sous air qui s'étendent à travers les murs extérieurs pour se raccorder aux conduites sous eau situées du côté intérieur chauffé du bâtiment (**figure 27**). Les têtes doivent être installées à un angle de 45 degrés et espacées les unes des autres d'un maximum de 3,66 m (12 pi). Cette méthode s'applique pour des projections dont la distance perpendiculaire à la face du mur n'excède pas 2,3 m (7,5 pi).

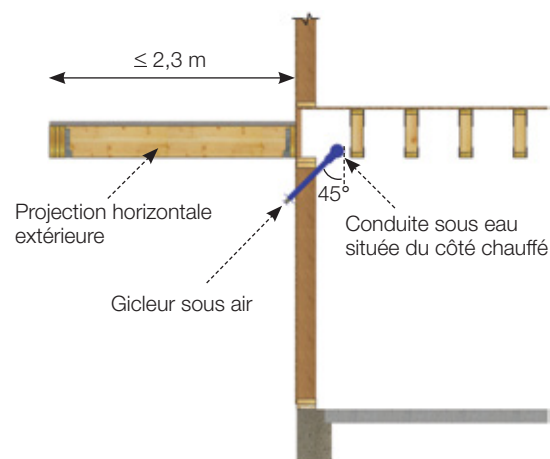


FIGURE 27 • Exemple de méthode d'installation de gicleurs sous les projections extérieures (adaptée de NFPA 13 2013)

En ce qui concerne les combles des toitures, une bonne façon de faire consiste à procéder, lorsque la situation le permet, à l'isolation de la toiture par le dessus plutôt qu'à l'intérieur du comble. Cela permet d'éviter l'utilisation d'un système de gicleurs sous air (à sec) et ainsi d'opter pour les conduites sous eau standard.

Protection des puits verticaux

En ce qui concerne les puits verticaux servant de passage à la mécanique, à la ventilation ou à l'électricité, ils doivent être protégés par des gicleurs conformément à la sous-section 8.15.2 de la norme NFPA 13 (2013). Cela signifie notamment que, pour les puits verticaux dont les surfaces exposées sont constituées de matériaux combustibles, un gicleur doit être installé au sommet de chaque puits ainsi qu'au niveau des planchers à tous les deux étages, en alternant leur position si possible. Les exigences se rapportant aux puits d'ascenseurs et d'escaliers sont expliquées à la section 4.6 du présent chapitre.

Protection des salles contenant de l'équipement électrique

Les salles contenant l'équipement électrique doivent également être munies de gicleurs à déclenchement automatique selon la sous-section 8.15.11 de la norme NFPA 13. Toutefois, reconnaissant les risques sur la sécurité et les coûts en dommages matériels pouvant être associés à une décharge accidentelle du système de gicleurs sur des équipements électriques en fonction, la norme permet à l'article 8.15.11.3 de se soustraire de l'obligation d'installer des gicleurs dans les salles électriques à condition de respecter les quatre exigences suivantes (NFPA 13, 2013) :

- la salle doit être dédiée aux équipements électriques uniquement ;
- seuls des équipements électriques à sec sont utilisés, ce qui signifie que les transformateurs contenant des liquides de refroidissement ou tout autre équipement similaire ne sont pas autorisés ;
- la salle est séparée du reste de l'immeuble par des séparations coupe-feu dont le degré de résistance au feu est de 2 heures et les pénétrations dans les séparations doivent être scellées au moyen de dispositifs coupe-feu appropriés ;
- aucune matière combustible ne peut être entreposée à l'intérieur de la salle.

Pour ce qui est de l'exigence c), bien que la norme NFPA 13 permette des séparations coupe-feu dont le degré de résistance au feu est de 2 heures, le paragraphe 3.6.2.7.2) du CNBC exige plutôt des séparations coupe-feu en béton ou en maçonnerie dont le degré de résistance au feu est de 3 heures (CNBC, 2010).

Protection des salles de bain, des placards et des garde-robes

Selon l'article 8.15.8.1 de la norme NFPA 13, toutes les salles de bain d'un bâtiment doivent être protégées par un système de gicleurs automatiques. La seule exception à cette règle concerne les hôtels et les motels. Il est laissé à la discrétion du lecteur de consulter la norme pour de plus amples renseignements (NFPA 13, 2013).

La norme NFPA 13 exige également que tous les placards ou garde-robes soient protégés par des gicleurs, peu importe leurs dimensions. Cela inclut notamment les placards qui contiennent des vêtements ou des équipements mécaniques tels que des laveuses, des sècheuses, des fournaises, des chauffe-eau ou autres. La seule exception à cette règle se rapporte également aux hôtels et aux motels, puisque leurs placards sont moins susceptibles de contenir de grandes quantités de matières combustibles. En ce qui concerne la quantité de gicleurs nécessaires dans les placards ou garde-robes, l'article 8.5.5.4 de la norme indique qu'un seul gicleur au plafond est suffisant, pourvu que le volume du compartiment soit inférieur à 11,3 m³ (400 pi³). Le CNBC exige quant à lui, au paragraphe 6 de l'article 3.2.5.12, que des gicleurs soient installés dans toutes les pièces et dans tous les placards de l'étage situé immédiatement en dessous d'un toit (CNBC, 2010).

Fixation de la tuyauterie du système de gicleurs automatiques

La fixation de la tuyauterie du système de gicleurs automatiques à la structure doit être conçue par un ingénieur de façon à pouvoir supporter le poids du système dans le sens gravitaire, mais également dans le sens latéral (RBQ, 2013). En effet, les attaches du système de gicleurs à la structure doivent résister au poids de la tuyauterie ainsi qu'aux forces sismiques, conformément aux exigences de l'article 4.1.8.18 du CNBC et de la section 9.3 de la norme NFPA 13. Des lignes directrices concernant les méthodes de fixation aux éléments structuraux en bois sont données à la sous-section 9.1.5 de la norme NFPA 13. Il existe un grand nombre de détails disponibles pour la fixation d'un système de gicleurs sur une structure en bois. La **figure 28** illustre quelques exemples de détails de fixation dans le sens gravitaire alors que la **figure 29** en montre quelques-uns dans le sens latéral. D'autres sources d'information peuvent également être consultées pour obtenir des exemples de dispositifs et de détails de fixation des systèmes de gicleurs sur les structures en bois, notamment le document intitulé *Sprinkler Pipe Installation for APA Performance Rated I Joists* (APA, 2009) ainsi que la littérature technique des différents fabricants de poutrelles de bois d'ingénierie (BCEWP, 2014 et Trus Joist, 2014).

Lorsque l'installation de la tuyauterie du système de gicleurs automatiques nécessite d'effectuer des percements dans l'âme des poutrelles de bois en I, il est important que ces percements soient réalisés aux endroits appropriés et conformément aux directives des fabricants afin de ne pas compromettre la résistance des poutrelles. Des renseignements sur les ouvertures d'âme dans les poutrelles en I peuvent être obtenus en consultant le *Guide technique sur les poutrelles de bois en I pour la construction commerciale* (Cecobois, 2009).

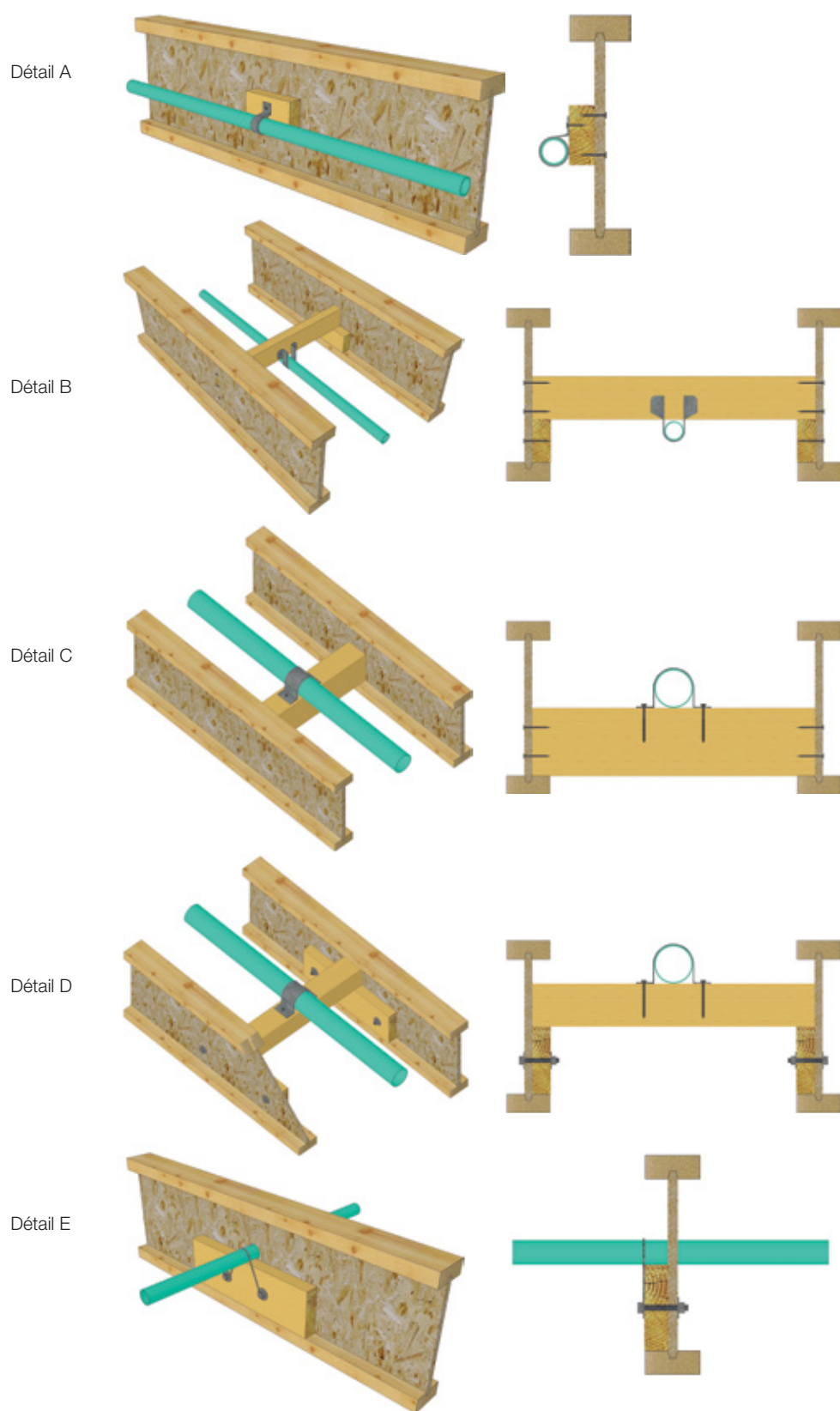


FIGURE 28 • Exemples de fixation du système de gicleurs dans le sens gravitaire (adaptée de APA 2009 et de BCEWP 2014)

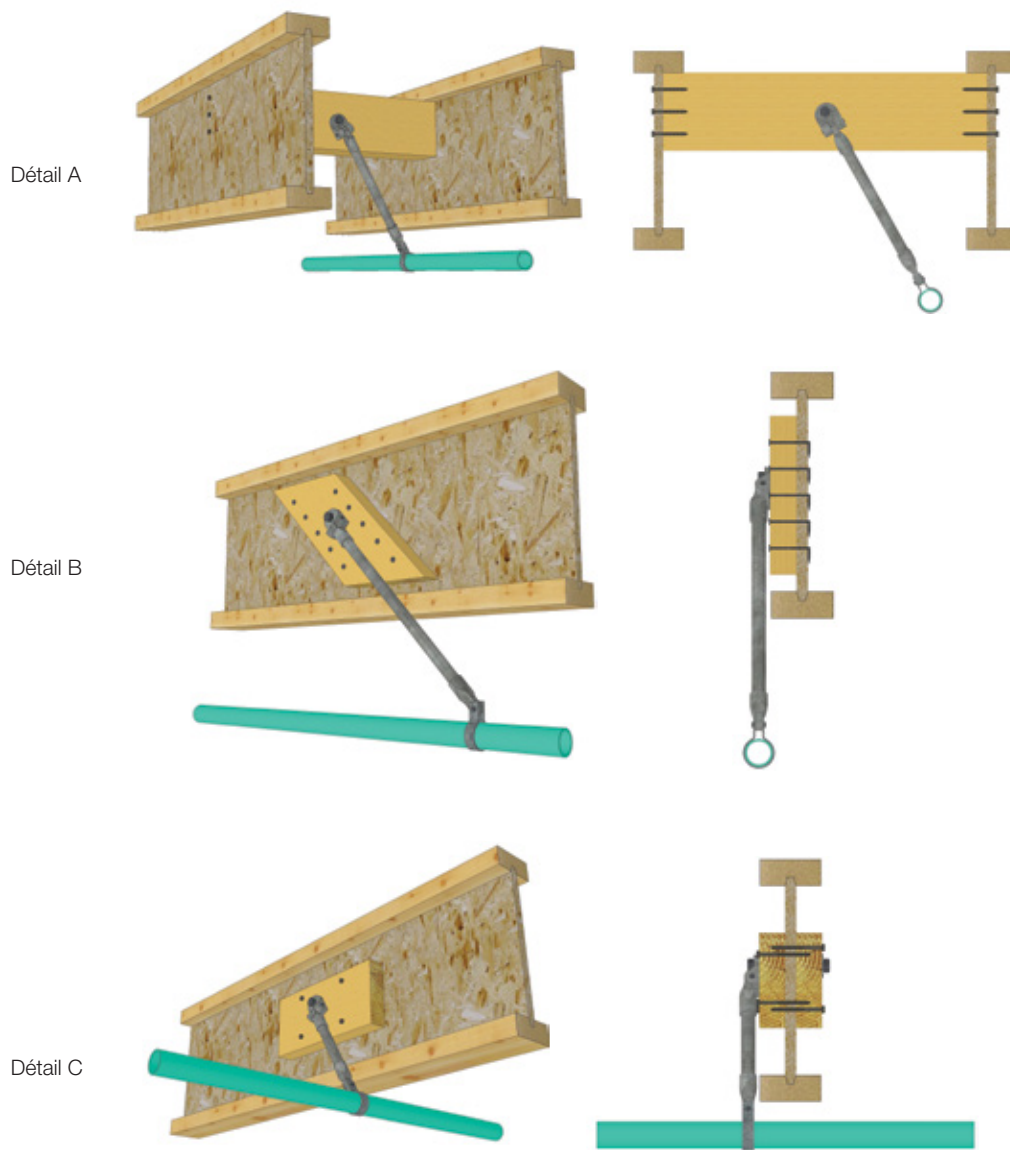


FIGURE 29 • Exemples de fixation du système de gicleurs dans le sens latéral (adaptée de APA 2009 et de BCEWP 2014)

4.2.2 Réseaux de canalisations d'incendie

Les bâtiments d'habitations (groupe C) ou d'affaires (groupe D) d'une hauteur de 5 ou 6 étages, qu'ils soient de construction combustible ou incombustible, doivent être munis d'un réseau de canalisations d'incendie conformément aux articles 3.2.5.8 et 3.2.5.9 du CNBC. Ces réseaux doivent être conçus, construits,

installés et mis à l'essai conformément aux exigences de la norme NFPA 14, *Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems* (NFPA 14, 2013). De plus, selon l'article 3.2.5.15 du CNBC, chaque réseau de canalisations doit posséder un raccord pompier situé à une distance maximale de 45 mètres d'une borne d'incendie de manière à ce que les services incendie municipaux puissent s'y raccorder en situation d'intervention (CNBC, 2010).

4.3 Résistance au feu

La résistance au feu est la capacité d'un élément structural ou d'un ensemble de construction à résister aux effets d'un incendie. Il ne s'agit pas d'une propriété intrinsèque à un matériau, mais plutôt d'un niveau de performance que doivent atteindre les éléments structuraux ou les ensembles de construction d'un bâtiment en situation d'incendie. Il n'existe pas de relation directe entre l'incombustibilité d'un matériau et sa résistance au feu (Cecobois, 2012a).

Le degré de résistance au feu (DRF) est le concept utilisé pour quantifier la résistance au feu d'un élément ou d'un ensemble de construction. Il se définit comme étant le temps, exprimé en minutes ou en heures, pendant lequel un matériau ou une construction continue d'assurer sa fonction structurale ainsi que sa fonction séparative en empêchant le passage des flammes et la transmission de la chaleur, dans des conditions déterminées d'essai et de comportement. L'évaluation du DRF d'un élément structural ou d'un ensemble de construction est réalisée sur la base de trois critères de performance durant une exposition à un feu normalisé :

- la résistance mécanique ;
- l'intégrité (passage des flammes) ;
- l'isolation (transmission de la chaleur).

L'applicabilité de ces critères dépend du type d'élément à vérifier, à savoir s'il s'agit d'un élément structural simple ou plutôt d'un élément séparatif comme un ensemble de construction. De plus amples renseignements concernant la résistance au feu peuvent être obtenus dans le *Guide technique sur la conception de poutres et colonnes en gros bois* (Cecobois, 2012a).

Les exigences concernant le degré de résistance au feu à atteindre dans les bâtiments en bois de 5 ou 6 étages énoncées dans le CCQ 2015 stipulent que :

- Les planchers doivent former une séparation coupe-feu dont le degré de résistance au feu est d'au moins 1 heure. Toutefois, les planchers situés à l'intérieur d'un logement occupant plus d'un étage ne doivent pas obligatoirement former une séparation coupe-feu ;
- Le degré de résistance au feu des murs, des colonnes et des arcs porteurs doit être d'au moins 1 heure ;
- Le degré de résistance au feu du toit doit être d'au moins 1 heure ;
- Le degré de résistance au feu des mezzanines doit être d'au moins 1 heure.

Le CNBC (2010) alloue actuellement aux concepteurs deux méthodes permettant de déterminer le degré de résistance au feu des éléments structuraux ou des ensembles de construction des bâtiments régis par la partie 3 de la division B. En effet, le CNBC mentionne à l'article 3.1.7.1 que le degré de résistance au feu d'un élément structural ou d'un assemblage de matériaux doit être déterminé en fonction de résultats d'essais effectués conformément à la norme CAN/ULC-S101, *Méthodes d'essai normalisées de résistance au feu pour les bâtiments et les matériaux de construction* (ULC-S101, 2007), ou encore, que le DRF soit attribué selon les méthodes présentées à l'annexe D de la division B du CNBC. Même si elles ne sont pas mentionnées dans le CNBC, il existe d'autres méthodes permettant de déterminer le DRF des éléments structuraux en bois. Certaines d'entre elles sont brièvement présentées à la sous-section 4.3.2 du présent chapitre.

Les sous-sections suivantes contiennent des explications et des exemples concernant les moyens d'atteindre un degré de résistance au feu d'une heure pour les ensembles de construction à ossature légère en bois tels que les planchers, les murs et la toiture ainsi que pour des éléments structuraux simples comme les poutres et les colonnes en gros bois.

4.3.1 DRF des systèmes structuraux à ossature légère

Dans le cas des ensembles de construction à ossature légère en bois tels que les murs porteurs, les planchers et les toitures, le degré de résistance au feu des ensembles peut être obtenu par la méthode de la somme des éléments contribuant présentée à l'annexe D-2.3 de la division B du CNBC (2010), en consultant des rapports d'essais propriétaires que possèdent certains fabricants de matériaux ou encore grâce à des listes de compositions génériques.

Dans tous les cas, la résistance au feu des ensembles de construction à ossature légère est assurée principalement par l'utilisation de parois protectrices telles que les plaques de plâtre de type X ou C. Il est donc important de suivre les indications se rapportant au mode de fixation des parois afin d'assurer la pleine performance du système. Les directives de fixation sont présentées à l'article D-2.3.9 du CNBC (2010) en ce qui a trait la méthode de la somme des éléments contribuant de l'annexe D ou encore peuvent être obtenues directement dans les différents rapports d'essais de résistance au feu disponibles.

Méthode de la somme des éléments contribuant (annexe D-2.3 du CNBC)

Comme mentionné précédemment, le degré de résistance au feu des ensembles de construction à ossature légère en bois peut être déterminé grâce à la méthode de la somme des éléments contribuant présentée à l'annexe D-2.3 de la division B du CNBC. Cette méthode consiste à additionner la contribution apportée au DRF par chacun des éléments formant un ensemble de construction. Elle s'applique pour les murs à ossature porteurs ou non porteurs ainsi qu'aux planchers et aux toits constitués de solives pleines en bois de sciage, de poutrelles en bois d'ingénierie ou de fermes légères à connecteurs métalliques. Elle est valide pour des DRF allant jusqu'à un maximum de 90 minutes.

Pour les murs à ossature légère en bois, un DRF d'une heure peut être atteint à l'aide de plusieurs agencements de matériaux en suivant la méthode de calcul présentée à l'annexe D-2.3 du CNBC (2010). Différentes compositions possibles permettant d'atteindre une heure de résistance au feu sont résumées au **tableau 14**. Cependant, cette méthode ne permet pas actuellement l'emploi de barres résilientes sur les murs à ossature légère. Par conséquent, les compositions obtenues avec cette méthode n'offrent pas une très bonne performance du point de vue acoustique. Les rapports d'essais propriétaires constituent donc une option permettant d'obtenir plus de possibilités de compositions avec de meilleurs indices acoustiques. La méthode de l'annexe D-2.3 a été considérablement bonifiée dans l'édition 2015 du CNBC et offre désormais un plus grand nombre de possibilités de compositions. Les barres résilientes y sont notamment autorisées pour les ensembles de murs à ossature.

Pour les planchers et les toits, le DRF d'une heure ne peut être atteint que d'une seule façon avec la méthode de l'annexe D-2.3 du CNBC (2010). Il s'agit de se référer à l'article D-2.3.12, qui propose de considérer uniquement la contribution de la paroi de faux plafond pour obtenir le DRF. Celle-ci doit être formée par deux plaques de plâtre de type X de 15,9 mm d'épaisseur afin d'obtenir un DRF d'une heure. Toutefois, pour que cette approche soit valide, aucune ouverture aboutissant à des conduits de ventilation ne doit être pratiquée dans la paroi de faux plafond. Le CNBC permet tout de même que certaines pénétrations soient effectuées dans la membrane de faux plafond pourvu que le joint autour de celles-ci soit convenablement obturé au moyen d'un coupe-feu ayant une cote FT appropriée. Ce pourrait être le cas notamment pour les boîtes électriques nécessaires aux dispositifs

d'éclairage. De plus amples informations concernant les pénétrations dans les ensembles de construction résistant au feu ainsi que les coupe-feu sont disponibles à la fin de la sous-section 4.3.1 ainsi qu'à la sous-section 4.4.3 du présent chapitre. Cette exigence peut donc s'avérer un défi supplémentaire pour l'installation des sorties de ventilation situées au plafond. La construction de retombées de plafond pourrait être envisagée en guise de solution pour remédier à cette problématique, mais celles-ci seraient alors considérées comme des vides de construction devant être munis de gicleurs automatiques conformément à l'article 8.15.1.1 de la norme NFPA 13, à moins de satisfaire à l'une des exceptions énoncées à l'article 8.15.1.2 de la norme NFPA 13 qui sont présentées à la sous-section 4.2.1 du présent chapitre.

Les concepteurs qui décident de recourir à l'annexe D-2.3 du CNBC doivent s'assurer de satisfaire à toutes les conditions ou exigences prescrites pour cette méthode, notamment en ce qui a trait aux dimensions des éléments, aux types d'isolants ou de fourrures permis, ainsi qu'au mode de fixation des parois.

Rapports d'essais de résistance au feu

Plusieurs fabricants de matériaux de construction ont réalisé des essais de résistance au feu conformément à la norme CAN/ULC-S101 (2007) sur des ensembles de construction comportant leurs produits. Les résultats de ces tests sont publiés dans des rapports d'essais dits propriétaires. C'est le cas, notamment, des entreprises qui fabriquent des produits de bois d'ingénierie, des producteurs de plaques de plâtre ou encore des manufacturiers de produits de sous-finition de plancher. Ces rapports d'essais propriétaires sont habituellement offerts gratuitement par le biais des différents fabricants ou encore dans les répertoires en ligne des agences de certification de produits ayant réalisé les essais.

Compositions de murs

Dans le cas des compositions de murs à ossature légère en bois de sciage, la plupart des rapports d'essais de résistance au feu disponibles proviennent des producteurs de plaques de plâtre, puisque le matériau structural est générique. La plupart des rapports d'essais peuvent être consultés en passant par le répertoire en ligne des agences de certification de produits qui ont réalisé les essais, telles que l'agence Laboratoires des assureurs du Canada (ULC).

Pour les compositions de murs, il existe deux catégories de rapports d'essais : ceux qui s'appliquent aux murs intérieurs et ceux pour les murs extérieurs. Les murs intérieurs, qu'ils soient porteurs ou non, sont

testés pour une exposition au feu à partir de chaque face alors que les murs extérieurs sont évalués pour une exposition provenant de la face intérieure uniquement. Les rapports d'essais des compositions de murs extérieurs doivent donc être utilisés uniquement pour cette application. Le **tableau 14** comprend quelques compositions de murs intérieurs et extérieurs qui permettent d'atteindre le degré de résistance au feu minimal d'une heure requis pour les bâtiments de moyenne hauteur en bois.

Dans les bâtiments à usage résidentiel de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois, il arrive fréquemment que les murs mitoyens entre les logements et les murs de corridors servent de mur de refend pour résister aux charges latérales qui sollicitent ces bâtiments puisque ce sont généralement de longs segments de murs sans ouvertures. Ces murs doivent donc être revêtus de panneaux structuraux en bois sur l'une ou sur les deux faces des montants. Cependant, les rapports d'essais de résistance au feu pour des compositions de murs possédant des panneaux structuraux en bois sont disponibles principalement pour les murs extérieurs. Bien qu'il en existe quelques-uns, il s'avère plus difficile de trouver des rapports d'essais pour des ensembles de murs intérieurs comportant des panneaux structuraux en bois. Des recherches dans ce domaine ont toutefois permis d'établir certaines règles générales concernant la résistance au feu des ensembles de construction. Parmi celles-ci, une règle stipule que la résistance au feu d'un ensemble ne diminue pas avec l'addition de parois supplémentaires (Harmathy, 1965). Cette règle est valable selon certaines conditions, mais elle signifie que l'ajout d'une couche de panneaux structuraux en bois en dessous d'une paroi en plaques de plâtre dans une composition de mur évaluée pour une heure de résistance

au feu n'aurait pas pour effet de diminuer le degré de résistance au feu de l'ensemble; au contraire, il en résulterait une augmentation du DRF, bien que celle-ci ne puisse actuellement être quantifiée. Il faut toutefois augmenter la longueur des dispositifs de fixation des plaques de plâtre afin de s'assurer que leur pénétration dans l'ossature du mur demeure la même. De plus, s'il est requis de fixer les plaques de plâtre au moyen de barres résilientes pour une raison acoustique, celles-ci ne doivent pas être installées entre un panneau structural en bois et une plaque de plâtre. Une telle configuration nuirait grandement à la performance acoustique de l'ensemble; la combinaison de panneaux de bois avec des plaques de plâtre doit donc se faire uniquement sans l'utilisation de barres résilientes de ce côté du mur (**figure 30**).

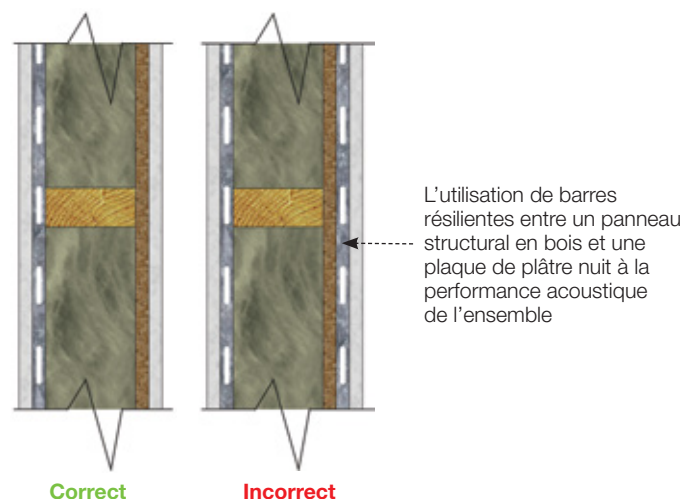


FIGURE 30 • Utilisation de barres résilientes sur un mur à ossature légère revêtu de panneaux structuraux en bois

TABLEAU 14 • Compositions de mur à ossature légère en bois permettant d'atteindre un DRF d'une heure

Illustration	Description ^{1 4 5}	DRF (minutes)	ITS	Références ^{2 3}
Murs intérieurs porteurs				
	- 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 400 mm (16 po) - Nattes de fibre de roche ou de verre de 89 mm (3½ po) - 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	34	DRF: CNBC, D-2.3 ULC-W313 ITS: IRC-IR-761
	- 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 400 mm (16 po) - Nattes de fibre de roche ou de verre de 76 mm (3 po) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 610 mm (24 po) - 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	53	DRF: UL-U305 UL-U309 UL-U327 ITS: IRC-IR-761

TABLEAU 14 • Compositions de mur à ossature légère en bois permettant d'atteindre un DRF d'une heure (suite)

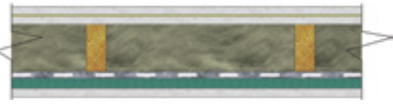
Illustration	Description ^{1 4 5}	DRF (minutes)	ITS	Références ^{2 3}
Murs intérieurs porteurs				
	- 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po) - Membrane thermoacoustique - 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 400 mm (16 po) - Nattes de fibre de roche ou de verre de 89 mm (3½ po) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 610 mm (24 po) - Panneaux insonorisant de 19 mm (3/4 po) - 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	55	DRF : ULC-W301 UL-U309 UL-U314 ITS : MSL
	- 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 400 mm (16 po) - Nattes de fibre de roche ou de verre de 76 mm (3 po) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 610 mm (24 po) - 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	59	DRF : UL-U305 UL-U309 UL-U327 ITS : IRC-IR-761
	- 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po) - 2 rangées de montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 610 mm (24 po), décalées sur une même lisse de 38 x 140 mm (2x6) - Nattes de fibre de verre ou de roche de 89 mm (3½ po) - 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	52	DRF : ULC-W313 UL-U340 ITS : IRC-IR-761
	- 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po) - 2 rangées de montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 610 mm (24 po), décalées sur une même lisse de 38 x 140 mm (2x6) - Nattes de fibre de verre ou de roche de 89 mm (3½ po) - 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	56	DRF : ULC-W313 UL-U340 ITS : IRC-IR-761
	- 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po) - 2 rangées de montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 400 mm (16 po), décalées sur une même lisse de 38 x 140 mm (2x6) - Nattes de fibre de verre ou de roche de 89 mm (3½ po) - Contreplaqué ou OSB de 11 mm (7/16 po) - 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po)	92	51	DRF : Midrise #1 ITS : Midrise 3WN & 4WS
	- 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po) - 2 rangées de montants triples de 38 x 89 mm (2x4) @ 400 mm (16 po), décalées sur une même lisse de 38 x 140 mm (2x6) - Nattes de fibre de verre ou de roche de 89 mm (3½ po) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 610 mm (24 po) - 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po)	90	56	DRF : Midrise #2 ITS : Midrise 12WS

TABLEAU 14 • Compositions de mur à ossature légère en bois permettant d'atteindre un DRF d'une heure
(suite)

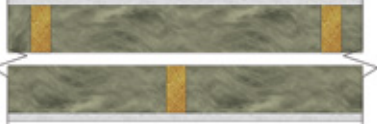
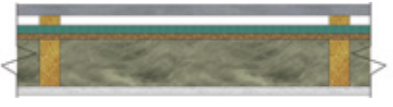
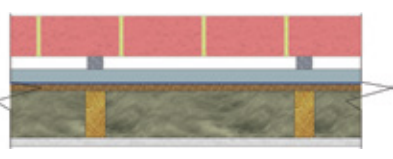
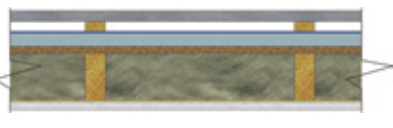
Illustration	Description ^{1 4 5}	DRF (minutes)	ITS	Références ^{2 3}
Murs intérieurs porteurs				
	- 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po) - 2 rangées de montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 100 mm (4 po), décalées sur une même lisse de 38 x 140 mm (2x6) - Nattes de fibre de verre ou de roche de 89 mm (3½ po) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 610 mm (24 po) - 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po)	75	50	DRF : Midrise #3 ITS : Midrise 14WS
	- 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po) - 2 rangées de montants de 38 x 140 mm (2x6) @ 400 mm (16 po), décalées sur une même lisse de 38 x 184 mm (2x8) - Nattes de fibre de verre ou de roche de 140 mm (5½ po) - Contreplaqué ou OSB de 11 mm (7/16 po) - 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po)	81 ou 98 ⁶	51	DRF : Midrise #5&6 ITS : Midrise 22WN
	- 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 610 mm (24 po) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) - Espace d'air de 25 mm (1 po) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 610 mm (24 po) - 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	59	DRF : ULC-W313 UL-U376 ITS : IRC-IR-761
	- 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 610 mm (24 po) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) - Espace d'air de 25 mm (1 po) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 610 mm (24 po) - 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	62	DRF : ULC-W313 UL-U376 ITS : IRC-IR-761
	- 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 610 mm (24 po) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) - Espace d'air de 25 mm (1 po) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 610 mm (24 po) - 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	69	DRF : ULC-W313 UL-U376 ITS : IRC-IR-761
	- 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 610 mm (24 po) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) - Contreplaqué ou OSB de 11 mm (7/16 po) - Espace d'air de 25 mm (1 po) - Contreplaqué ou OSB de 11 mm (7/16 po) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 610 mm (24 po) - 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	n.d.	DRF : UL-U341

TABLEAU 14 • Compositions de mur à ossature légère en bois permettant d'atteindre un DRF d'une heure (suite)

Illustration	Description ^{1 4 5}	DRF (minutes)	ITS	Références ^{2 3}
Murs extérieurs porteurs				
	- Revêtement extérieur - Isolant rigide (panneaux de fibres ou de polystyrène) - Contreplaqué ou OSB de 11 mm (7/16 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 406 mm (16 po) - Nattes de fibre de roche de 89 mm (3½ po) - 1 plaque de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po)	60	n/a	DRF : CNBC, D-2.3
	- Revêtement extérieur - Isolant rigide (panneaux de fibres ou de polystyrène) - Contreplaqué ou OSB de 11 mm (7/16 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 610 mm (24 po) - Nattes de fibre de roche de 89 mm (3½ po) - 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	n/a	DRF : CNBC, D-2.3
	- Revêtement extérieur en briques de 100 mm (4 po) - Espace d'air de 25 mm (1 po) min. - Isolant rigide de polystyrène extrudé - Pare-air appliqué sous forme liquide - Contreplaqué ou OSB de 12,5 mm (1/2 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 406 mm (16 po) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) - 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	n/a	DRF : UL-V317
	- Revêtement extérieur - Membrane pare-pluie - Isolant rigide de polystyrène de 25 mm (1 po) - Contreplaqué ou OSB de 12,5 mm (1/2 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 406 mm (16 po) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) revêtues de papier kraft - 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	n/a	DRF : UL-U326
	- Revêtement extérieur - Panneaux de fibres de 12,5 mm (1/2 po) - Contreplaqué ou OSB de 11 mm (7/16 po) - Montants de 38 x 89 mm (2x4) @ 406 mm (16 po) - Nattes de fibre de roche ou de verre de 89 mm (3½ po) - 1 plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	n/a	DRF : UL-U356

- Notes : 1. Les descriptions contenues au tableau ci-dessus sont des résumés simplifiés de certaines compositions résistantes au feu. Le concepteur doit consulter les différents rapports d'essai des agences de certification afin d'obtenir l'information complète associée à ces compositions.
2. Références pour les valeurs de degré de résistance au feu (DRF) :
- *Code national du bâtiment - Canada 2010* (CNBC, 2010), Annexe D de la division B
 - Laboratoires des assureurs du Canada (ULC)
 - Laboratoires des assureurs (UL)
 - *Solution for mid-rise wood construction: full-scale standard fire resistance tests of wall assemblies for use in lower storeys of mid-rise buildings (Report to research consortium for wood and wood-hybrid mid-rise buildings)*, par P.-S. Lafrance, R. Berzins, P. Leroux, J.Z. Su, G.D. Loughheed and N. Bénichou, Conseil National de Recherches du Canada (CNRC, 2014a)
3. Références pour les valeurs de l'indice de transmission sonore (ITS) :
- *Gypsum Board Walls: Transmission Loss Data*, by R.E. Halliwell, T.R.T. Nightingale, A.C.C. Warnock, J.A. Birta, IRC-IR-761, Conseil National de Recherches du Canada (CNRC)
 - *Acoustics: sound insulation in mid-rise wood buildings (Report to Research Consortium for wood and wood-hybrid mid-rise buildings)*, par S. Schoenwald, B. Zeitler, F. King, I. Sabourin, Conseil National de Recherches du Canada (CNRC, 2014b)
 - *Matériaux Spécialisés* Louiseville (MSL), Annexe SONOpan II
4. Les dimensions indiquées pour les montants, les panneaux structuraux en bois, les plaques de plâtre et les panneaux isolants sont des valeurs minimales.
5. Les espacements indiqués pour les montants et les barres résilientes sont des valeurs maximales.
6. Valeur obtenue dans le cas où une rangée d'entremises était installée à la mi-hauteur du mur afin de limiter la déformation des montants.

Compositions de planchers et de toitures

Pour les compositions de planchers ou de toitures constitués de poutrelles d'ingénierie en bois, telles que les poutrelles de bois en I, les poutrelles ajourées à connecteurs métalliques ou les poutrelles ajourées à diagonales de bois collées, des rapports d'essais réalisés conformes à la norme CAN/ULC-S101 (2007) peuvent être obtenus directement des fabricants de poutrelles.

En ce qui a trait aux produits structuraux propriétaires, tels que les poutrelles de bois en I ou les poutrelles ajourées à âme de bois dentée et collée, chaque fabricant possède les rapports d'essais de résistance au feu indiquant les valeurs du DRF des compositions comportant leurs produits. Les différentes compositions ainsi que leur degré de résistance au feu respectif sont habituellement publiés dans la documentation technique sur le site Internet des fabricants.

Les rapports d'essais de résistance au feu des poutrelles ajourées à connecteurs métalliques sont quant à eux fournis par les manufacturiers de connecteurs métalliques plutôt que par les fabricants des poutrelles elles-mêmes. En effet, les poutrelles ajourées à connecteurs métalliques sont des produits à la fois génériques et propriétaires puisqu'elles sont fabriquées à partir de bois de sciage conventionnel, mais également avec des connecteurs métalliques perforés, qui sont des produits propriétaires. Ainsi, ce sont les fabricants de connecteurs métalliques perforés qui détiennent les rapports d'essais de résistance au feu réalisés avec leurs produits.

D'autres rapports d'essais de résistance au feu disponibles pour des compositions constituées de poutrelles d'ingénierie en bois proviennent de producteurs de plaques de plâtre ou de fabricants de différents types de matériaux de construction.

Dans le cas des ensembles de planchers ou de toitures comportant des solives traditionnelles en bois de sciage, la plupart des rapports d'essais de résistance au feu disponibles proviennent des producteurs de plaques de plâtre ou des manufacturiers de produits de sous-finition de plancher puisque le matériau structural est générique. Ces rapports d'essais peuvent être consultés en utilisant le répertoire en ligne des agences de certification de produits qui ont réalisé les essais, telles que l'agence Laboratoires des assureurs du Canada (ULC) ou l'agence Intertek Testing Services.

Le **tableau 15** contient des exemples de compositions permettant d'atteindre un degré de résistance au feu d'une heure pour des planchers constitués par des poutrelles en I, des poutrelles ajourées ou des solives de bois pleines.

La plupart des rapports d'essais de résistance au feu des compositions formées par des poutrelles d'ingénierie ou des solives en bois sont disponibles pour des ensembles de plancher, mais certains rapports sont également disponibles pour des ensembles de toiture. Il s'agit de rapports différents, et ils sont normalement identifiés en ce sens.

TABLEAU 15 • Compositions de planchers à ossature légère en bois permettant d'atteindre un DRF d'une heure

Illustration	Description ^{1 4 5}	DRF (minutes)	ITS ¹⁰	Références ^{2 3}
Solives en bois de sciage				
	- Contreplaqué de 15,9 mm (5/8 po) - Solives de 38 x 89 mm (2x4) @ 400 mm (16 po) - Nattes de fibre de verre ou de roche (optionnelles) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 406 mm (16 po) - 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60 ⁶	56 ⁹	DRF : CNBC, D-2.3.12 ITS : CNBC, F9c
	- Chape de 25 mm (mélange propriétaire) - Contreplaqué de 15,9 mm (5/8 po) - Solives de 38 x 235 mm (2x10) @ 400 mm (16 po) - Nattes de fibre de verre (optionnelles) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 610 mm (24 po) - 1 plaque de plâtre type C de 12,7 mm (1/2 po) Note : une seconde plaque de plâtre est requise avec l'utilisation d'isolant. ⁷	60	63 ⁹	DRF : ULC-M501 ULC-M509 ITS : CNBC, F15i
Un grand nombre de rapports UL de la série L500 peuvent également être consultés afin d'obtenir des compositions constituées de solives en bois de sciage, de plaques de plâtre, de systèmes de plafond suspendu ou d'éléments de système de ventilation.				

TABLEAU 15 • Compositions de planchers à ossature légère en bois permettant d'atteindre un DRF d'une heure
(suite)

Illustration	Description ^{1 4 5}	DRF (minutes)	ITS ¹⁰	Références ^{2 3}
Poutrelles en I				
	- Chape de béton léger (optionnelle) - Contreplaqué ou OSB de 15,9 mm (5/8 po) - Poutrelles en I d'une hauteur de 241 mm (9½ po @ 610 mm (24 po) - Nattes de laine de roche de 38 mm (1½ po) min. - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 406 mm (16 po) - 1 plaque de plâtre type C de 15,9 mm (5/8 po)	60	63 ⁸	DRF : APA PR-S201-FR6 APA PR-S205-IB.P60.1 APA PR-S274-NEW.P60.1 ITS WNR/FCA 60-07 ITS : CNBC, F20c
	- Chape de béton léger (optionnelle) - Contreplaqué ou OSB de 15,9 mm (5/8 po) - Poutrelles en I d'une hauteur de 241 mm (9½ po) @ 610 mm (24 po) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) (optionnelle) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 406 mm (16 po) - 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po)	60	66 ⁸	DRF : APA PR-S205-IB.P60.2 APA PR-S274-NEW.P60.2 ITS LP/FCA 60-01 ITS WNR/FCA 60-01 ITS : CNBC, F21i
Poutrelles ajourées				
	- Contreplaqué de 15,9 mm (5/8 po) - Poutrelles ajourées à connecteurs métalliques @ 610 mm (24 po) - Nattes de fibre de verre ou de roche (optionnelles) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 406 mm (16 po) - 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60 ⁶	54	DRF : CNBC, D-2.3.12 ITS : CNBC, F28c
	- Chape de béton léger (optionnelle) - Contreplaqué ou OSB de 15,9 mm (5/8 po) - Poutrelles ajourées à connecteurs métalliques d'une hauteur de 254 mm (10 po) @ 610 mm (24 po) - Raidisseurs continus de 38 x 140 mm (2x6) ÉPS n° 2 @ 2,1 m (7 pi) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) (optionnelle) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 610 mm (24 po) - 1 plaque de plâtre type C de 15,9 mm (5/8 po) ou 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po)	60	66 ⁸ ou 69 ⁸	DRF : ITS MCI/FCA 60-02 ITS ITW/FCA 60-02 ITS ITW/FCA 60-10 ITS : CNBC, F37d CNBC, F38h
	- Chape de béton léger (optionnelle) - Contreplaqué ou OSB de 15,9 mm (5/8 po) - Poutrelles ajourées à connecteurs métalliques d'une hauteur de 254 mm (10 po) @ 610 mm (24 po) - Raidisseurs continus de 38 x 140 mm (2x6) ÉPS n° 2 @ 2,1 m (7 pi) - Nattes de fibre de verre de 89 mm (3½ po) (optionnelle) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 610 mm (24 po) - 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	90	70 ⁸	DRF : ITS MCI/FCA 90-02 ITS ITW/FCA 90-02 ITS : CNBC, F38d
Un grand nombre de rapports UL de la série L500 peuvent également être consultés afin d'obtenir des compositions constituées de poutrelles ajourées à connecteurs métalliques, de plaques de plâtre, de systèmes de plafond suspendu et d'éléments de système de ventilation.				

TABLEAU 15 • Compositions de planchers à ossature légère en bois permettant d'atteindre un DRF d'une heure (suite)

Illustration	Description ^{1 4 5}	DRF (minutes)	ITS ¹⁰	Références ^{2 3}
Poutrelles ajourées				
	- Chape de béton léger (optionnelle) - Contreplaqué ou OSB de 15,9 mm (5/8 po) - Poutrelles ajourées à diagonales de bois collées d'une hauteur de 241 mm (9½ po) @ 610 mm (24 po) - Nattes de laine de roche de 38 mm (1½ po) min. - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 406 mm (16 po) - 1 plaque de plâtre type C de 15,9 mm (5/8 po) ou 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po)	60	63 ⁸ ou 67 ⁸	DRF : ITS BS/SFWT 60-01 ITS BS/SFWT 60-02 ITS : CNBC, F37c CNBC, F38g
	- Chape de béton léger (optionnelle) - Contreplaqué ou OSB de 15,9 mm (5/8 po) - Poutrelles ajourées à diagonales de bois collées d'une hauteur de 241 mm (9½ po) @ 610 mm (24 po) - Nattes de laine de roche de 38 mm (1½ po) min. - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 305 mm (12 po) - 2 plaques de plâtre type C de 15,9 mm (5/8 po)	90	68 ⁸	DRF : ITS BS/SFWT 90-01 ITS : CNBC, F38c

- Notes: 1. Les descriptions contenues au tableau ci-dessus sont des résumés simplifiés de certaines compositions résistantes au feu. Le concepteur doit consulter les différents rapports d'essai des agences de certification afin d'obtenir l'information complète associée à ces compositions.
2. Références pour les valeurs de degré de résistance au feu (DRF) :
 - *Code national du bâtiment - Canada 2010* (CNBC, 2010), Annexe D de la division B
 - Laboratoires des assureurs du Canada (ULC)
 - Laboratoires des assureurs (UL)
 - APA Product Reports, série S
 - Intertek Testing Services (ITS)
3. Références pour les valeurs de l'indice de transmission sonore (ITS) :
 - *Code national du bâtiment - Canada 2010* (CNBC, 2010), Annexe A de la division B, tableau A.9.10.3.1.B.
4. Les dimensions indiquées pour les solives, les poutrelles, les panneaux structuraux en bois et les plaques de plâtre sont des valeurs minimales. Des panneaux structuraux en bois d'épaisseur supérieure à celle indiquée peuvent être requis dépendamment de l'espacement des solives ou des poutrelles et des charges à supporter.
5. Les espacements indiqués pour les solives, les poutrelles et les barres résilientes sont des valeurs maximales.
6. Le degré de résistance au feu (DRF) n'est assuré que par la paroi de plafond en plaques de plâtre.
7. Se référer à la section III.17 du guide explicatif BXUV de l'agence de certification Laboratoires des assureurs (UL) pour plus de détails.
8. Valeur applicable lorsqu'une chape de béton léger de 38 mm (1½ po) d'épaisseur est utilisée.
9. Valeur applicable pour des solives d'au minimum 38 x 184 mm (2x8)
10. Valeurs applicables lorsque 150 mm d'isolant est utilisé.

Lorsque la structure d'un toit est constituée de fermes légères à connecteurs métalliques, les éléments de bois sont orientés sur le chant plutôt qu'à plat. Les rapports d'essais propriétaires des manufacturiers de connecteurs métalliques ne sont généralement pas applicables à cette situation, car ces rapports couvrent plutôt les situations où le bois est utilisé à plat, c'est-à-dire dans le cas des poutrelles ajourées. Il existe cependant des rapports d'essais propriétaires applicables aux compositions de toitures comportant des fermes légères à connecteurs métalliques qui proviennent des fabricants de plaques de plâtre ou de produits de ventilation. Un bon nombre de ces

rapports sont disponibles sur le répertoire en ligne de l'agence de certification Laboratoires des Assureurs (UL). Les concepteurs peuvent également se référer aux documents *Fire Resistance Rated Truss Assemblies* publiés par le Structural Building Components Association (SBCA, 2015), et le *Fire Resistance Design Manual* (GA 600, 2012) produit par la Gypsum Association, une association nord-américaine de manufacturiers de plaques de plâtre, afin d'obtenir d'autres exemples de compositions de toitures ainsi que leur DRF associé. Le **tableau 16** résume quelques compositions de toitures permettant d'atteindre un degré de résistance au feu d'une heure.

TABLEAU 16 • Compositions de toitures à ossature légère en bois permettant d'atteindre un DRF d'une heure

Illustration	Description ^{1 3 4}	DRF (minutes)	Références ²
Fermes légères à connecteurs métalliques (avec ou sans pente)			
	- Couverture de classe A, B ou C - Contreplaqué de 12,5 mm (1/2 po)⁵ - Fermes légères @ 610 mm (24 po) - Nattes de fibre de verre ou de roche (optionnelles) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 406 mm (16 po) - 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60 ⁵	CNBC, D-2.3.12
	- Couverture de classe A, B ou C - Contreplaqué ou OSB de 12 mm (15/32 po)⁵ - Fermes légères @ 610 mm (24 po) - Nattes de fibre de verre (optionnelles) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 305 mm (12 po) - 1 plaque de plâtre type C de 15,9 mm (5/8 po)	60	UL : P522, P531, P533, P538, P544, P545, P547, P549, P552, P554, P556, P559
Poutrelles en I			
	- Couverture de classe A, B ou C - Contreplaqué ou OSB de 12,7 mm (1/2 po)⁵ - Poutrelles en I d'une hauteur de 241 mm (9½ po) min. @ 610 mm (24 po) - Nattes de laine de roche de 38 mm (1½ po) min. - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 406 mm (16 po) - 1 plaque de plâtre type C de 15,9 mm (5/8 po)	60	APA PR-S201-FR6 APA PR-S205-IB.P60.4 APA PR-S274-NEW.P60.4
	- Couverture de classe A, B ou C - Contreplaqué ou OSB de 12,7 mm (1/2 po)⁵ - Poutrelles en I d'une hauteur de 241 mm (9½ po) min. @ 610 mm (24 po) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 610 mm (24 po) - 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po)	60	ITS WNR/RCA 60-01
	- Couverture de classe A, B ou C - Contreplaqué ou OSB de 15,9 mm (5/8 po)⁵ - Poutrelles en I d'une hauteur de 286 mm (11¼ po) min. @ 610 mm (24 po) - Nattes de fibre de verre - 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po)	60	ITS LP/RCA 60-01
Poutrelles ajourées			
	- Couverture de classe A, B ou C - Contreplaqué de 12,5 mm (1/2 po)⁵ - Poutrelles ajourées à connecteurs métalliques @ 610 mm (24 po) - Nattes de fibre de verre ou de roche (optionnelles) - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 406 mm (16 po) - 2 plaques de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	60 ⁵	CNBC, D-2.3.12

TABLEAU 16 • Compositions de toitures à ossature légère en bois permettant d'atteindre un DRF d'une heure
(suite)

Illustration	Description ^{1 3 4}	DRF (minutes)	Références ²
Poutrelles ajourées			
	- Couverture de classe A, B ou C - Contreplaqué ou OSB de 12,7 mm (1/2 po)⁵ - Poutrelles ajourées à diagonales de bois collées d'une hauteur de 241 mm (9½ po) min. @ 610 mm (24 po) - Nattes de laine de roche de 38 mm (1½ po) min. - Barres résilientes de 0,5 mm d'épaisseur @ 406 mm (16 po) - 1 plaque de plâtre type C de 15,9 mm (5/8 po) ou 2 plaques de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po)	60	ITS BS/SFWT 60-01 ITS BS/SFWT 60-02
Un grand nombre de rapports UL de la série L500 peuvent également être consultés afin d'obtenir des compositions constituées de poutrelles ajourées à connecteurs métalliques, de plaques de plâtre, de systèmes de plafond suspendu et d'éléments de système de ventilation. Ces compositions doivent cependant comporter une couverture de classe A, B ou C homologuée UL. ⁶			

- Notes: 1. Les descriptions contenues au tableau ci-dessus sont des résumés simplifiés de certaines compositions résistantes au feu. Le concepteur doit consulter les différents rapports d'essai des agences de certification afin d'obtenir l'information complète associée à ces compositions.
2. Références pour les valeurs de degré de résistance au feu (DRF):
- Code national du bâtiment - Canada 2010 (CNBC, 2010), Annexe D de la division B
 - Laboratoires des assureurs (UL)
 - APA Product Reports, série S
 - Intertek Testing Services (ITS)
3. Les dimensions indiquées pour les fermes, les poutrelles, les panneaux structuraux en bois et les plaques de plâtre sont des valeurs minimales. Des panneaux structuraux en bois d'épaisseur supérieure à celle indiquée peuvent être requis dépendamment de l'espacement des fermes ou poutrelles et des charges à supporter.
4. Les espacements indiqués pour les fermes, les poutrelles et les barres résilientes sont des valeurs maximales.
5. Le degré de résistance au feu n'est assuré que par la paroi de plafond en plaques de plâtre.
6. Se référer à la section III.19 du guide explicatif BXUV de l'agence de certification Laboratoires des assureurs (UL) pour plus de détails.

Sources des rapports d'essai

Les rapports d'essais propriétaires sont disponibles gratuitement par le biais des différents fabricants, ou encore dans les répertoires en ligne de certaines agences de certification de produits accréditées par le Conseil canadien des normes (CCN) telles que les Laboratoires des assureurs du Canada (ULC), Intertek Testing Services (ITS), APA – The Engineered Wood Association, etc. Voici quelques liens vers les répertoires en ligne de quelques agences:

- ULC: <http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/template/LISCANADA/1FRAME/gbxuvhelp.html>
- UL: <http://database.ul.com/cgi-bin/XYV/cgifind.new/LISEXT/1FRAME/gbxuvhelp.html>
- Intertek: https://whdirectory.intertek.com/Pages/DLP_Search.aspx
- APA: <http://www.apawood.org/product-reports>

Au Canada, il est pratique courante de se référer aux rapports d'essais publiés par l'agence de certification Laboratoires des assureurs du Canada (ULC) afin de systématiquement s'assurer que les rapports d'essais utilisés soient conformes aux normes canadiennes. Toutefois, un grand nombre de rapports certifiés par l'agence UL sont également destinés à un usage au Canada selon certaines restrictions. Les rapports UL pouvant être utilisés au Canada portent l'indication suivante: «Fire Resistance Ratings – CAN/ULC-S101 Certified for Canada» (**figure 31**). Ces rapports contiennent pour la plupart une restriction concernant les charges de calcul, ce qui signifie que la charge appliquée à la composition lors de l'essai de résis-

tance au feu était inférieure à la charge normalement exigée au Canada par la norme CAN/ULC-S101. Cette dernière norme exige de déterminer la charge à appliquer lors de l'essai en utilisant la méthode de calcul aux états limites présentée dans le CNBC, alors que certaines compositions ont plutôt été mises à l'essai en utilisant une charge déterminée par la méthode des contraintes admissibles. Ainsi, dans le cas d'un rapport qui fait mention d'une restriction de charge, un coefficient de réduction doit être appliqué aux résistances pondérées des éléments structuraux de la composition de façon à tenir compte de cette restriction. Lorsqu'il spécifie une composition certifiée UL ou ULC portant une telle indication, le concepteur

du projet doit en aviser l'ingénieur en structure ou le fabricant de la structure de façon à ce qu'il puisse appliquer adéquatement le coefficient de réduction des résistances dans les calculs de dimensionnement des éléments structuraux.

Le tableau 1 du guide d'information BXUVC, disponible sur le répertoire en ligne de l'agence ULC, contient des valeurs du coefficient de réduction applicables à certains types de composition, dont les planchers formés par des solives de bois pleines ou les murs porteurs à ossature en bois. Pour les compositions dont le coefficient de réduction des résistances n'apparaît pas au tableau 1 du guide BXUVC, un calcul est nécessaire afin de s'assurer de respecter le critère de restriction de charge, lorsqu'indiqué au rapport. Pour ce faire, le concepteur peut dériver le coefficient de réduction des résistances simplement à partir du pourcentage d'augmentation de l'effet des charges entre le calcul aux états limites (CEL) et le calcul aux contraintes admissibles (CCA). Ce pourcentage d'augmentation se calcule au moyen de l'équation suivante: $(CEL-CCA)/CEL$. Le coefficient de réduction des résistances s'obtient ensuite en prenant $1,0 - (CEL-CCA)/CEL$.

Prenons comme exemple une composition de plancher d'un bâtiment à usage résidentiel qui serait soumise à une charge permanente (D) de 2,66 kPa et à une surcharge d'utilisation (L) de 1,90 kPa. Les combinaisons de charges associées à chacune des deux méthodes de calcul donnent comme résultat :

CEL :

$$1,25D + 1,5L = 1,25(2,66) + 1,5(1,90) = 6,18 \text{ kPa}$$

CCA :

$$D + L = 2,66 + 1,90 = 4,56 \text{ kPa}$$

Le pourcentage d'augmentation de charge entre les deux méthodes de calcul serait donc égal à :

$$(CEL-CCA)/CEL = (6,18-4,56)/6,18 = 0,26 \text{ ou } 26 \%$$

Cela signifie qu'une réduction des résistances des éléments structuraux de 26 % est requise. Le coefficient de réduction des résistances à utiliser dans la conception des éléments structuraux serait donc égal à $1,00 - 0,26 = 0,74$. Autrement dit, les éléments structuraux de la composition de plancher devraient être sollicités à au plus 74 % de leur résistance pondérée lorsque conçus en utilisant le calcul aux états limites (CEL).

Applicable pour une utilisation au Canada

Restriction concernant les charges de calcul applicable pour une utilisation au Canada :

«This design was evaluated using a load design method other than the Limit States Design (e.g., Working Stress Design). For jurisdictions employing the Limit States Design Method, such as Canada, a load restriction factor shall be used. See Guide BXUV or BXUV7.»

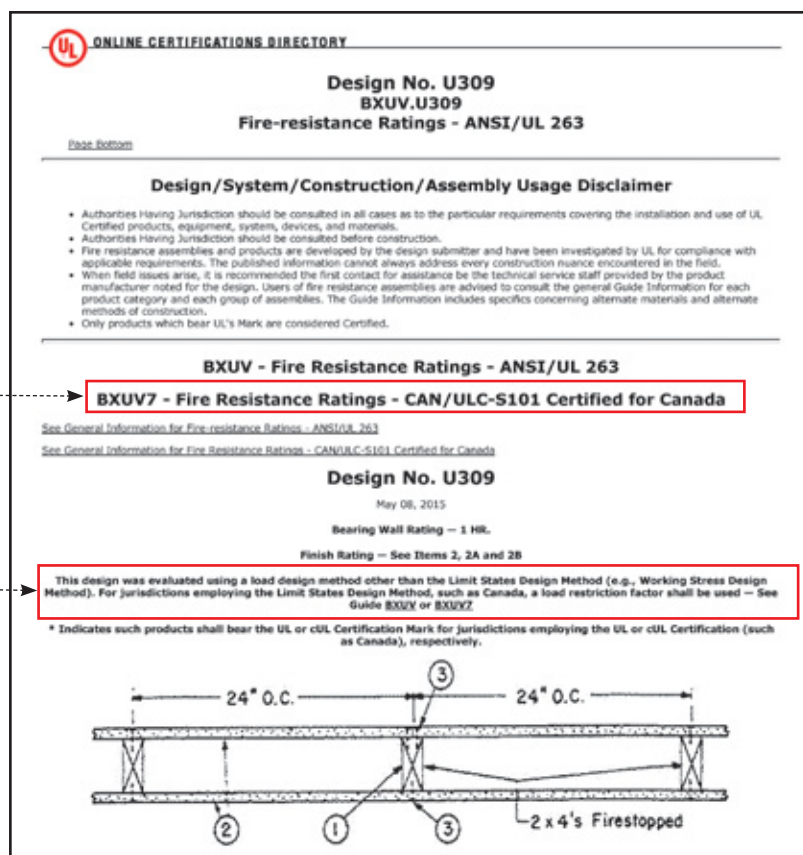


FIGURE 31 • Extrait d'un rapport d'essai certifié par l'agence UL applicable au Canada (Source : UL)

Les concepteurs ne peuvent pas toujours connaître à l'avance quels fabricants de produits seront sélectionnés pour un projet. Dans ce cas, il est possible de se référer plutôt à des listes indiquant le DRF de compositions génériques de murs ou de planchers. Les tableaux A 9.10.3.1.A. et A 9.10.3.1.B. du CNBC sont des exemples de listes de compositions génériques, mais ils sont théoriquement applicables uniquement pour les bâtiments régis par la partie 9 de la division B du CNBC. Le document *Fire-Rated Systems* de l'agence de certification des produits de bois d'ingénierie APA – The Engineered Wood Association ainsi que le document *Fire Resistance Design Manual* produit par la Gypsum Association, une association nord-américaine de manufacturiers de plaques de plâtre, contiennent également un grand nombre de compositions génériques (APA, 2005 et GA 600, 2012).

Ouvertures et pénétrations dans les ensembles résistants au feu

Les ensembles de construction résistant au feu, c'est-à-dire les planchers, les toitures et les murs ayant un degré de résistance au feu, doivent parfois comporter des ouvertures ou des pénétrations dans le but de permettre le passage des installations techniques de ventilation, de plomberie ou d'électricité. Ces installations techniques peuvent traverser complètement les ensembles ou simplement pénétrer une paroi faisant partie d'un ensemble. Une attention particulière doit être portée à ces ouvertures ou pénétrations de manière à conserver l'intégrité des ensembles de construction pour lesquels un degré de résistance au feu est exigé. En effet, les mesures de protection des ouvertures ou pénétrations utilisées couramment pour les séparations coupe-feu, tels que les systèmes coupe-feu, sont également requises dans le cas des ensembles ayant un degré de résistance au feu mais ne formant pas de séparation coupe-feu. C'est le cas, par exemple, des planchers situés à l'intérieur d'un logement occupant plus d'un étage, ou encore des murs porteurs situés à l'intérieur d'un logement.

La sous-section 3.1.9 du CNBC précise les différentes exigences applicables aux pénétrations dans les ensembles de construction résistant au feu. Le CNBC exige notamment de recourir à des dispositifs coupe-feu homologués selon la norme CAN/ULC-S115 (2011) dans le but d'obturer les joints autour des pénétrations. Dans le cas où des bouches de reprise ou de distribution d'air menant à des conduits de ventilation sont installées au droit des parois de faux plafond, des clapets coupe-feu doivent normalement être installés pour assurer l'intégrité de l'ensemble. Pour les compositions de planchers ou de toitures de construction combustible dont le degré de résistance au feu est

déterminé suivant la méthode de l'annexe D-2.3 du CNBC, les exigences concernant ce type d'ouvertures se trouvent à l'annexe D-2.3.10. Si le degré de résistance au feu d'une composition de plancher ou de toiture est plutôt déterminé au moyen de rapports d'essais de résistance au feu propriétaires, le dispositif de protection de l'ouverture dans la paroi, c'est-à-dire le clapet coupe-feu, doit être inclus dans le rapport d'essai de la composition. La sous-section 4.4.3 du présent chapitre donne davantage d'explications concernant les différentes ouvertures et pénétrations dans les séparations coupe-feu et les ensembles de construction résistant au feu.

4.3.2 DRF des poutres, des colonnes et des panneaux massifs

Le degré de résistance au feu des éléments structuraux massifs en bois apparents tels que les poutres et colonnes en gros bois d'œuvre ou d'ingénierie et les panneaux en bois lamellé-croisé (CLT) se détermine au moyen de méthodes de calculs basées sur le taux de carbonisation des éléments de bois. Puisque les différentes méthodes disponibles impliquent des calculs de charges et de résistance des éléments structuraux, c'est habituellement un ingénieur en structure qui vérifie que le DRF des éléments structuraux massifs en bois respecte les exigences indiquées aux plans d'architecture.

Bois d'œuvre, bois lamellé-collé et bois de charpente composite

Le CNBC contient, à l'annexe D-2.11., une méthode simplifiée de calcul de la résistance au feu des poutres et des colonnes en bois lamellé-collé. Cette méthode s'applique a priori au bois lamellé-collé, mais elle peut également être valable pour d'autres produits tels que les bois de charpente composites, à condition que leur rapport d'évaluation de produit émis par le Centre canadien de matériaux de construction (CCMC) fasse mention de cette conformité. C'est le cas notamment du bois de copeaux parallèles (PSL) pour lequel le rapport d'évaluation du CCMC fait mention de la conformité à la méthode de l'annexe D-2.11. Des tables de dimensionnement des poutres et des colonnes pour des degrés de résistance déterminés suivant cette méthode sont disponibles dans le *Guide technique sur la conception de poutres et colonnes en gros bois* (Cecobois, 2012a). Un outil de calcul en ligne peut aussi être utilisé par les concepteurs directement sur le site Internet de Cecobois. L'annexe D-2.4.1. du CNBC contient également quelques directives concernant le degré de résistance

au feu des platelages en bois massif à rainures et à languettes ou à éléments placés sur chant (CNBC, 2010).

Une nouvelle méthode de calcul canadienne du degré de résistance au feu des poutres et des colonnes en gros bois est maintenant disponible à l'annexe B de l'édition 2014 de la norme CSA O86, *Règles de calculs des charpentes en bois* (CSA O86, 2014). Cette méthode s'applique aux poutres et aux colonnes de section pleine en bois d'œuvre, en bois lamellé-collé et en bois de charpente composite dont la largeur résiduelle est d'au moins 70 mm lorsqu'elles sont exposées au feu des deux côtés. Elle contient également des directives pour le calcul du degré de résistance au feu des platelages en bois massif à rainures et à languettes ou à éléments placés sur chant. Pour le moment, cette méthode ne fait pas cependant partie intégrante de la norme et elle est plutôt présentée en annexe à titre informatif.

Il existe d'autres méthodes de calcul du degré de résistance au feu des poutres et des colonnes en gros bois d'œuvre ou d'ingénierie. C'est le cas, notamment, de la méthode contenue dans la norme de calcul américaine *National Design Specification for Wood Construction* (NDS, 2012) ainsi que de celle utilisée en Europe, soit l'Eurocode 5 (Partie 1-2) (CEN, 2009). Le *Guide technique sur la conception de poutres et colonnes en gros bois* (Cecobois, 2012a) offre des explications plus détaillées concernant ces deux méthodes.

Seuls les résultats d'essais de tenue au feu réalisés conformément à la norme CAN/ULC-S101 (2007) et les méthodes présentées à l'annexe D du CNBC sont à ce jour reconnus par le CNBC comme méthodes de détermination du degré de résistance au feu. Ainsi, les concepteurs désirant utiliser la méthode de l'annexe B de la norme CSA O86 (2014) ou encore l'une ou l'autre des deux méthodes étrangères mentionnées précédemment doivent d'abord demander une autorisation de la part de l'autorité appropriée.

Des renseignements additionnels sur le degré de résistance au feu des poutres et des colonnes en gros bois peuvent être obtenus en consultant la section 2.2 du guide *Construction d'habitations en bois de 5 ou 6 étages* publié par la RBQ (RBQ, 2013) ou la section 5.4 du *Guide technique pour la conception et la construction de bâtiments en bois de grande hauteur au Canada*, publié par FPIInnovations (FPI, 2014).

Panneaux lamellé-croisés (CLT)

En ce qui concerne les panneaux massifs en bois lamellé-croisé (CLT) laissés apparents, leur degré de résistance au feu s'obtient également par une méthode de calcul basée sur le taux de carbonisation du bois. Cette méthode est présentée au chapitre 8 révisé de l'édi-

tion canadienne du *Manuel sur le bois lamellé-croisé* publié par FPIInnovations (Dagenais, 2014). En plus du critère de résistance structurale, les critères d'isolation et d'intégrité définis par la norme CAN/ULC-S101 doivent aussi être évalués puisque, contrairement aux poutres et aux colonnes, les éléments de murs ou de planchers en CLT sont utilisés à la fois comme éléments structuraux et séparatifs. Des recommandations à ce sujet peuvent être obtenues en consultant le chapitre 8 révisé du *Manuel sur le bois lamellé-croisé* publié par FPIInnovations (Dagenais, 2014) ou encore à la section 5.4 du *Guide technique pour la conception et la construction de bâtiments en bois de grande hauteur au Canada*, également publié par FPIInnovations (FPI, 2014).

Assemblages

Les assemblages reliant les différents éléments structuraux entre eux, par exemple les poutres et les colonnes, doivent aussi être conçus de façon à atteindre le degré de résistance au feu requis pour la structure afin de ne pas constituer le maillon faible du système en situation d'incendie. Cependant, aucune méthode permettant de déterminer le DRF des assemblages des structures en gros bois n'est actuellement citée dans le CNBC ou dans la norme CSA O86. Les concepteurs peuvent donc se référer à des méthodes étrangères comme celles des normes américaine et européenne mentionnées précédemment.

L'une des méthodes les plus répandues consiste à dissimuler les attaches métalliques à l'intérieur des pièces de bois de façon à les protéger des températures extrêmes atteintes lors d'un incendie (**figure 32**). Pour les attaches métalliques exposées comme les plaques de jonction en acier ou les étriers, le concepteur peut recourir à des peintures intumescentes certifiées conformément à la norme CAN/ULC-S101 (2007) afin de les protéger de la chaleur intense d'un incendie. Des renseignements additionnels sur les méthodes disponibles peuvent être obtenus dans la sous-section 2.2.6 du guide *Construction d'habitations en bois de 5 ou 6 étages* publié par la RBQ (RBQ, 2013), ou encore dans le *Guide de conception des assemblages pour les charpentes en bois* de Cecobois (Cecobois, 2012b).



FIGURE 32 • Exemple d'attaches métalliques dissimulées à l'intérieur des pièces de bois (Photo : Cecobois)

Contribution additionnelle des plaques de plâtre

Enfin, le degré de résistance au feu des éléments structuraux massifs en bois, tels que les poutres et colonnes en gros bois d'œuvre ou d'ingénierie et les panneaux en bois lamellé-croisé (CLT), peut être augmenté en fixant une ou plusieurs couches de plaques de plâtre directement sur les éléments structuraux en bois. Ainsi, les temps indiqués au **tableau 17** peuvent être ajoutés au degré de résistance au feu déterminé selon les méthodes énoncées précédemment pour les éléments structuraux massifs en bois non protégés. Les valeurs du **tableau 17** sont tirées de la sous-section 2.2.5 du guide *Construction d'habitations en bois de 5 ou 6 étages* publié par la RBQ (RBQ, 2013).

TABLEAU 17 • Contribution additionnelle au DRF des parois protectrices

Paroi protectrice	Contribution au DRF (min)
Une plaque de plâtre type X de 12,7 mm (1/2 po)	15
Une plaque de plâtre type X de 15,9 mm (5/8 po)	30
Deux plaques de plâtre de type X de 12,7 mm (1/2 po)	40
Deux plaques de plâtre de type X de 15,9 mm (5/8 po)	60

Pour que les temps indiqués au **tableau 17** soient valables, les conditions d'installation suivantes doivent être respectées :

- Les plaques de plâtre doivent être fixées directement sur les éléments structuraux au moyen de vis de type S de 57 mm (2 ¼ po) de longueur.
- Les vis doivent être espacées de 305 mm (12 po) au périmètre et à l'intérieur des panneaux.
- Les vis doivent être situées au minimum à 38 mm (1 ½ po) des rives des panneaux.
- Les joints d'extrémité des panneaux doivent être décalés par rapport à ceux des panneaux adjacents et par rapport à ceux de la couche en dessous s'il y en a une.
- Lorsqu'une seule épaisseur de plaques de plâtre est utilisée, les joints doivent être recouverts de ruban et de composé à joints.
- Lorsque deux épaisseurs de plaques de plâtre sont utilisées, les joints des panneaux de la couche exposée doivent être recouverts de ruban et de composé à joints.
- Dans tous les cas, les têtes des vis des panneaux exposés doivent être recouvertes de composé à joints.

4.4 Séparations coupe-feu

Comme défini dans le *Code national du bâtiment du Canada* (CNBC, 2010), une séparation coupe-feu est une construction avec ou sans degré de résistance au feu (DRF) destinée à retarder la propagation du feu. Le concept de séparation coupe-feu ne doit pas être confondu avec celui de mur coupe-feu. Un mur coupe-feu est un type de séparation coupe-feu de construction incombustible servant à diviser complètement un bâtiment en sections distinctes ou à séparer des bâtiments contigus dans le but de s'opposer à la propagation du feu. Les séparations coupe-feu servent quant à elle à subdiviser un bâtiment en plusieurs compartiments dédiés à restreindre la progression d'un incendie en le confinant le plus possible à son lieu d'origine. Pour ce faire, les séparations coupe-feu doivent être construites de façon à constituer un élément continu et intègre. Elles peuvent être de construction combustible ou incombustible et, selon les exigences, devoir ou non offrir un degré de résistance au feu. La présente section décrit les exigences en ce qui a trait aux séparations coupe-feu requises dans les bâtiments de moyenne hauteur en bois et propose certains détails permettant d'en assurer la continuité et l'intégrité.

4.4.1 Exigences concernant les séparations coupe-feu

Selon les exigences de l'édition 2015 du CCQ, les planchers des bâtiments en bois de 5 ou 6 étages doivent former une séparation coupe-feu dont le degré de résistance au feu est d'au moins une heure. Il n'est cependant pas requis que les planchers situés à l'intérieur d'un logement occupant plus d'un étage forment une séparation coupe-feu. Dans ce cas, leur DRF doit tout de même être d'une heure au minimum.

De plus, le CNBC exige au paragraphe 3.3.4.2.1) que les suites des habitations soient isolées les unes des autres et du reste du bâtiment par des séparations coupe-feu dont le degré de résistance au feu est d'une heure au minimum (CNBC, 2010). Cela signifie notamment que les murs mitoyens situés entre les différents logements ainsi que les murs qui séparent les logements des corridors communs doivent former des séparations coupe-feu dont le DRF est d'au moins une heure, peu importe que ces murs soient porteurs ou non. Les locaux de rangement destinés aux occupants des habitations et qui ne sont pas situés à l'intérieur d'une suite doivent également être isolés du reste du bâtiment par une séparation coupe-

feu dont le degré de résistance au feu est d'une heure au minimum, comme mentionné à l'article 3.3.4.3 du CNBC.

Dans le cas des établissements d'affaires entièrement protégés par gicleurs, il n'est pas obligatoire que les suites soient séparées entre elles par des séparations coupe-feu verticales si elles sont desservies par des corridors communs. Les murs des corridors communs doivent quant à eux former des séparations coupe-feu, mais aucun degré de résistance au feu n'est exigé pour celles-ci lorsque le bâtiment est protégé par gicleurs. Il existe cependant certaines situations pour lesquelles il n'est pas obligatoire que les murs de corridors forment des séparations coupe-feu. Il faut se référer à la sous-section 3.3.1 du Code pour obtenir plus de détails sur ces situations. Enfin, la sous-section 3.3.7 du CCQ 2015 mentionne que lorsqu'une aire de plancher abritant un usage du groupe D est constituée d'une seule suite de plus de 2 000 m², cette suite doit être compartimentée à l'aide d'une séparation coupe-feu sans résistance au feu en deux zones desservies par une issue distincte. La distance de parcours entre un point quelconque d'une zone et une porte donnant sur l'autre zone ne doit pas être supérieure à la distance de parcours permise au paragraphe 3.4.2.5.1) du CCQ (2015).

Dans le cas des bâtiments pour lesquels un garage de stationnement souterrain est prévu, celui-ci doit être isolé du reste de l'immeuble par une séparation coupe-feu dont le degré de résistance au feu est de 1,5 heure au minimum, conformément à l'article 3.3.5.6. De plus, pour que le garage de stationnement souterrain puisse être considéré comme un bâtiment distinct aux fins de l'application de la sous-section 3.2.2 du CNBC, la séparation coupe-feu doit être de construction incombustible et offrir un DRF de deux heures afin de satisfaire aux exigences de l'article 3.2.1.2 du CNBC (2010). Rappelons que, pour les bâtiments en bois de 5 ou 6 étages, le CCQ 2015 exige que toute aire de plancher qui comporte un garage de stationnement soit de construction incombustible.

Les vides techniques verticaux, tels que les gaines prévues pour le passage des éléments de ventilation, de plomberie ou d'électricité, doivent eux aussi être construits de façon à former une séparation coupe-feu offrant un certain degré de résistance au feu. Les exigences quant au DRF à atteindre sont énoncées à l'article 3.6.3.1 du CNBC et elles sont fonction du DRF exigé pour les planchers (CNBC, 2010). Dans le cas d'un bâtiment en bois de 5 ou 6 étages, les vides techniques verticaux doivent former une séparation coupe-feu dont le DRF minimal est d'au moins

45 minutes, conformément au tableau 3.6.3.1. Des exigences spécifiques s'appliquent dans le cas des vides techniques verticaux destinés aux descentes de linge ou aux vide-ordures. Il faut dans ce cas se référer à l'article 3.6.3.3 du CNBC pour obtenir ces exigences.

Les locaux techniques abritant des équipements tels que les appareils de chauffage ou de climatisation ou les équipements électriques doivent également être isolés du reste du bâtiment par des séparations coupe-feu dont les exigences sont indiquées à la sous-section 3.6.2 du CNBC.

Les gaines d'ascenseur et les cages d'escalier doivent aussi être confinées par des séparations coupe-feu ayant un degré de résistance au feu conformément aux exigences du CNBC. Tout comme les vides techniques verticaux, le DRF à atteindre est fonction de celui exigé pour les planchers du bâtiment. Pour les bâtiments en bois de 5 ou 6 étages, les séparations coupe-feu formant les gaines d'ascenseur et les cages d'escalier doivent offrir un DRF d'au moins une heure. Les exigences applicables sont indiquées à la sous-section 3.5.3 du CNBC dans le cas des gaines d'ascenseur et à la sous-section 3.4.4 pour les cages d'escaliers (CNBC, 2010). La section 4.6 du présent chapitre traite de façon plus détaillée des cages d'ascenseur et d'escaliers.

4.4.2 Continuité des séparations coupe-feu

Afin d'assurer pleinement leur fonction de compartimentation, les murs et les planchers formant une séparation coupe-feu doivent être construits de façon à constituer des éléments continus et étanches. Le CNBC indique aux paragraphes 2) et 3) de l'article 3.1.8.3 que les séparations coupe-feu verticales doivent comporter des joints étanches à la fumée à leur jonction avec un plancher ou un toit. De plus, le paragraphe 4) du même article indique que la continuité d'une séparation coupe-feu doit être maintenue à sa jonction avec une autre séparation coupe-feu, un plancher, un plafond, un toit ou un mur extérieur (CNBC, 2010). Le CNBC n'est cependant pas très explicite quant aux moyens à utiliser pour assurer la continuité et l'étanchéité des séparations coupe-feu aux différents joints de construction. L'annexe A 3.1.8.3. 4) précise toutefois que la continuité peut être maintenue en colmatant le joint avec un matériau assurant l'intégrité de la séparation coupe-feu à ces endroits. La continuité et l'étanchéité des séparations coupe-feu aux joints de construction peuvent donc

être obtenues de différentes façons, par exemple grâce à l'utilisation de matériaux d'étanchéité de type scellant coupe-feu ou à des détails d'agencement adéquats des matériaux aux jonctions.

Le système à plate-forme utilisé dans la construction à ossature légère en bois entraîne plusieurs interruptions ou discontinuités des séparations coupe-feu. Une attention particulière doit être portée notamment aux intersections entre deux murs ainsi qu'au haut et au bas des murs de façon à éviter le passage des flammes et de la fumée.

Jonctions mur-mur et mur-plafond

Aux endroits où deux parois en plaques de plâtre se rencontrent, c'est-à-dire aux jonctions mur à mur ou mur à plafond, la continuité des séparations coupe-feu peut être maintenue grâce à l'installation du ruban et du composé à joints combiné avec un élément d'ossature à l'arrière de la jonction des plaques de plâtre de manière à restreindre le plus possible le passage des flammes et de la fumée (CNRC, 2007). Le chevauchement approprié des plaques de plâtre est également un aspect important pour ces types de jonctions. Des exemples de ces concepts sont illustrés aux **figure 33** et **figure 34**. La **figure 33** présente un exemple de détail permettant d'assurer l'intégrité à la jonction de deux séparations coupe-feu

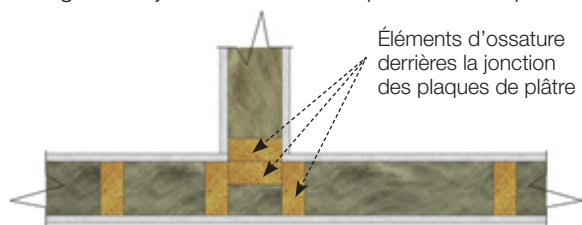


FIGURE 33 • Continuité à la jonction entre deux séparations coupe-feu verticales

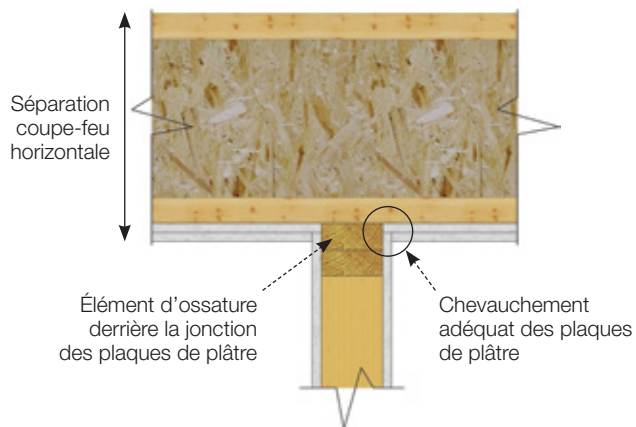


FIGURE 34 • Continuité à la jonction entre une séparation coupe-feu horizontale et un mur porteur

verticales ou d'une séparation coupe-feu verticale et d'une cloison. C'est le cas, par exemple, lorsqu'une cloison intérieure ou un mur mitoyen rencontre un mur de corridor ou un mur extérieur. La **figure 34** montre quant à elle un détail de l'agencement des plaques de plâtre assurant la continuité d'une séparation coupe-feu horizontale à sa jonction avec un mur porteur. Lorsque la séparation coupe-feu horizontale rencontre une cloison non porteuse, il est fortement recommandé d'installer la paroi de plaques de plâtre du plafond avant de construire le mur, de sorte que la paroi soit continue au-dessus de celui-ci.

Jonctions mur-plancher

Le bas des murs constitue un autre endroit où une séparation coupe-feu verticale est interrompue. Le joint entre la lisse basse d'un mur à ossature et le panneau structural en bois formant le sous-plancher peut être scellé simplement au moyen d'un scellant acoustique ou d'un scellant coupe-feu homologué (CNRC, 2007). La **figure 35** illustre un exemple d'un tel détail.

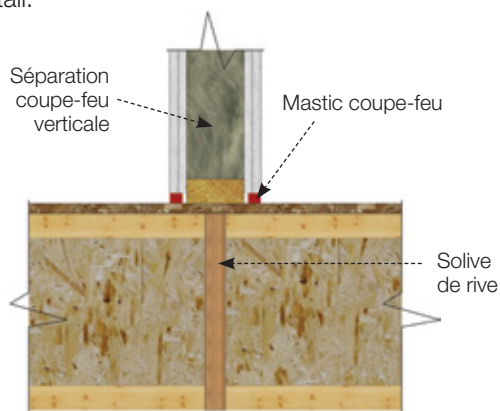


FIGURE 35 • Jonction entre une séparation coupe-feu verticale et un plancher

Prolongement de la séparation coupe-feu dans les vides de construction

Lorsqu'un vide technique horizontal ou un vide de construction est situé au-dessus d'une séparation coupe-feu verticale, cette séparation coupe-feu doit comporter un prolongement équivalent dans le vide de construction horizontal, comme stipulé au paragraphe 3.1.8.3.1) du CNBC. Par exemple, un mur à ossature légère en bois devant former une séparation coupe-feu verticale devrait normalement comporter un prolongement équivalent dans le vide de construction du plancher situé au-dessus afin de satisfaire cette exigence (**figure 36**).

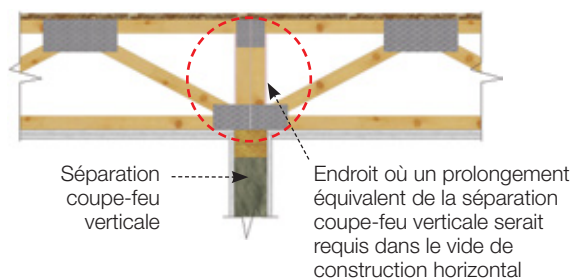


FIGURE 36 • Prolongement requis d'une séparation coupe-feu verticale dans un vide de construction horizontal (adaptée de RBQ 2008)

Le CNBC mentionne néanmoins, au paragraphe 3.6.4.2.2), qu'une séparation coupe-feu verticale ne doit pas obligatoirement avoir un prolongement équivalent dans un vide technique horizontal ou un vide de construction situé au-dessus de celle-ci, à condition que le vide en question soit séparé de l'espace au-dessous par une séparation coupe-feu horizontale au moins équivalente à la séparation coupe-feu verticale (CNBC, 2010). La **figure 37** illustre cette situation. Cette exception ne s'applique cependant pas aux séparations coupe-feu verticales requises pour les vides techniques verticaux et les cages d'escalier. Ces dernières doivent toujours se prolonger à travers les vides de construction horizontaux. La **figure 80** de la section 4.6 du présent chapitre propose quelques exemples de détails de continuité pour les cages d'ascenseur ou d'escalier en bois. L'option proposée par le CNBC s'applique plutôt dans le cas de murs intérieurs formant des séparations coupe-feu verticales tels que les murs mitoyens entre des logements ou encore les murs des corridors communs.

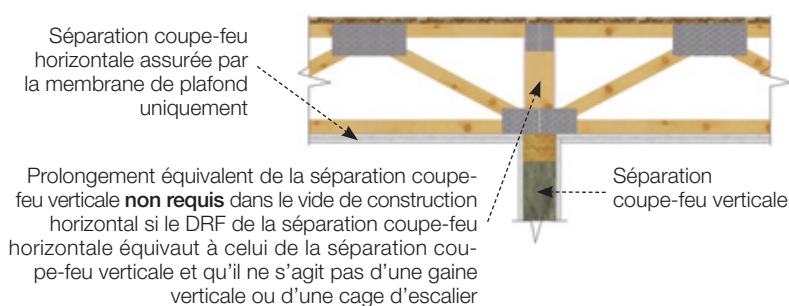


FIGURE 37 • Séparation coupe-feu verticale ne nécessitant pas de prolongement dans le vide de construction horizontal (adaptée de RBQ 2008)

Cependant, il est important de préciser que le recours à cette exception implique que le degré de résistance au feu de la séparation coupe-feu horizontale n'est assuré que par la paroi séparant le vide de construction horizontale de la pièce en dessous. Selon l'exemple illustré à la **figure 37** pour une construction à ossature légère en bois, le DRF est assuré uniquement par la paroi de plaques de plâtre formant le plafond et non par la composition de plancher dans son ensemble comme c'est le cas habituellement. La paroi de plaques de plâtre doit donc respecter à elle seule les trois critères d'évaluation du DRF pendant toute la durée requise, soit la résistance mécanique, l'intégrité (passage des flammes) et l'isolation (transmission de la chaleur). Il faut donc se référer à des rapports d'essai de résistance au feu pour lesquels la paroi à elle seule procure le DRF requis plutôt que la composition en entier.

La méthode de la somme des éléments contribuant présentée à l'annexe D-2.3 du CNBC, plus spécifiquement l'article D-2.3.12, permet d'obtenir le DRF d'un plancher ou d'un toit en considérant uniquement la contribution de la paroi de faux plafond (CNBC, 2010). La sous-section 4.3.1 du présent chapitre contient davantage de renseignements sur cette méthode de calcul du DRF. Toutefois, pour que cette approche soit valide, aucune ouverture aboutissant à des conduits de ventilation ne doit être pratiquée dans la paroi de faux plafond. Au paragraphe 3.1.9.1.3), le CNBC permet tout de même que certaines pénétrations soient effectuées dans la membrane de faux plafond, pourvu que le joint autour de celles-ci soit convenablement obturé au moyen d'un coupe-feu ayant une cote FT appropriée. Ce pourrait être le cas notamment pour les boîtes électriques nécessaires aux dispositifs d'éclairage.

Pour un système structural à plate-forme tel que celui utilisé dans la construction à ossature légère en bois, il peut s'avérer difficile d'assurer le prolongement de la séparation coupe-feu des murs porteurs dans les vides de construction horizontaux formés par les poutrelles de plancher ou les fermes de toit. Certains détails de jonction entre les murs porteurs et les poutrelles de plancher peuvent toutefois être utilisés de manière à assurer efficacement la continuité de la séparation coupe-feu verticale. Par exemple, pour les poutrelles en I appuyées sur le mur par la membrure inférieure, il existe des jonctions constituées d'une solive de rive en bois d'ingénierie, employée seule

ou en combinaison avec une bande de plaques de plâtre de type X, qui sont certifiées pour des degrés de résistance au feu d'une heure ou deux heures conformément à la norme CAN/ULC-S101 (2007). La **figure 38** illustre un exemple de jonction certifiée pour un DRF d'une heure dans le cas d'un mur simple et d'un mur double. La nécessité d'installer une bande de plaques de plâtre sur la solive de rive dépend de l'épaisseur de cette dernière de même que du type de paroi utilisé comme membrane de plafond. Les différents détails de jonction peuvent être obtenus en consultant la littérature technique des fabricants de poutrelles en I, ou encore dans le document *APA Rim Board in Fire Rated Assemblies* publié par l'association APA – The Engineered Wood Association (APA, 2015).

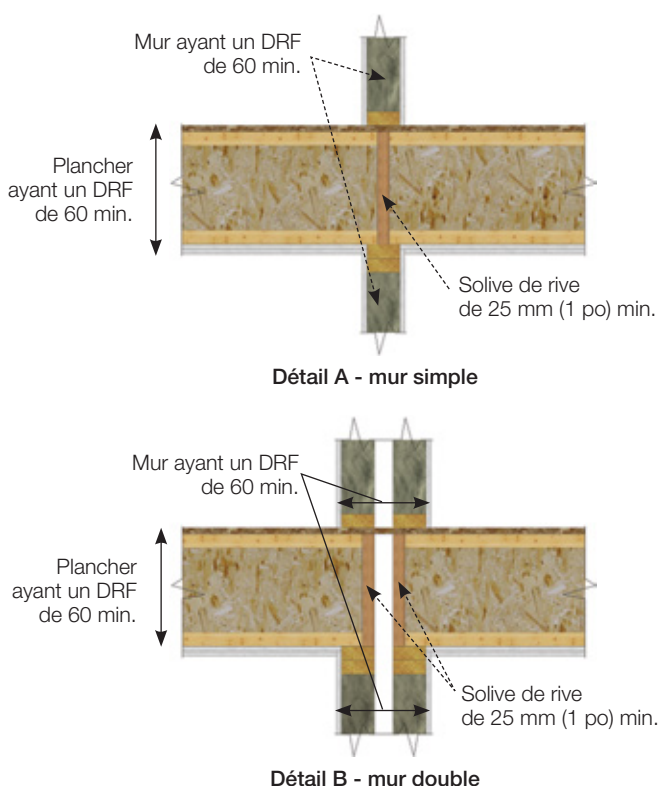


FIGURE 38 • Jonction plancher-mur avec solive de rive certifiée pour un DRF d'une heure (adaptée de APA 2015)

Il est également possible de recourir à des poutrelles ajourées à connecteurs métalliques appuyées par la membrure supérieure, aussi connues sous l'appellation anglaise *top chord bearing*. Pour ce type de poutrelles, la plus récente édition du TPIC (2014), c'est-à-dire la norme régissant le calcul des fermes légères et des poutrelles à connecteurs métalliques, autorise une distance maximale entre la face du mur porteur et la face de la poutrelle pouvant aller jusqu'à 89 mm (3 ½ po) selon la réaction d'appui de la poutrelle. Cet espacement permet de prolonger les plaques de plâtre qui recouvrent la face d'un mur porteur jusqu'à la sablière située à son sommet, et ainsi assurer la continuité de la séparation coupe-feu verticale à l'intérieur du vide de construction du plancher. Des blocs de remplissage sont toutefois requis sur le dessus de la sablière de façon à combler les vides créés entre les poutrelles. La **figure 39** illustre cette situation.

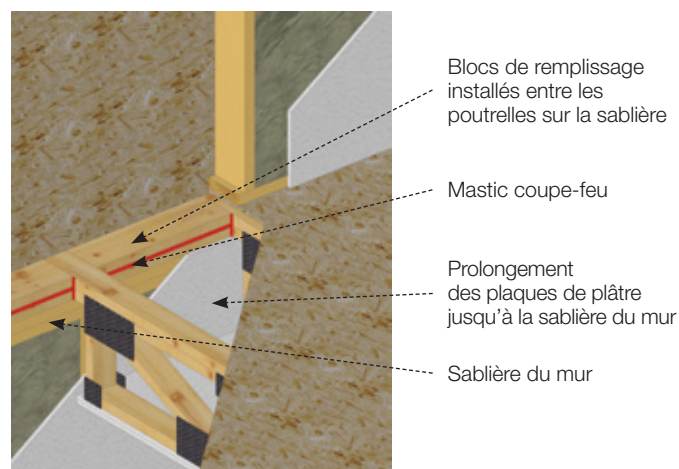
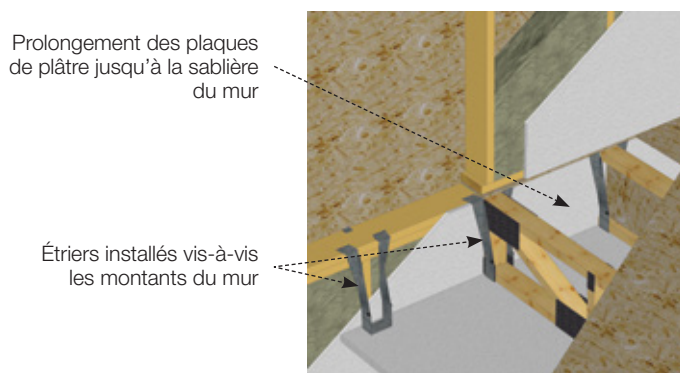


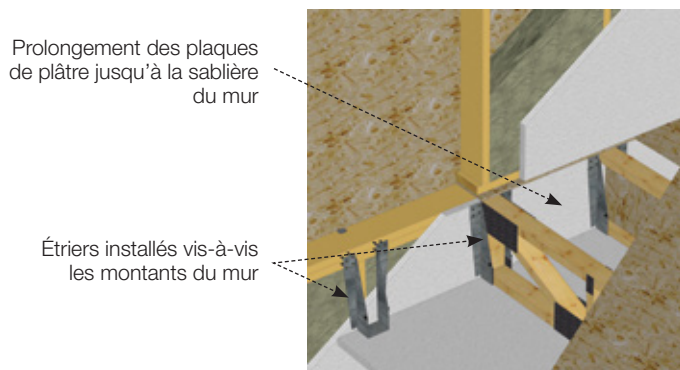
FIGURE 39 • Détails d'appui des poutrelles par la membrure supérieure permettant de prolonger la paroi en plaques de plâtre du mur

Une autre option similaire consiste à appuyer les poutrelles en I ou ajourées sur le mur porteur au moyen d'étriers métalliques à montage par le dessus ou d'étriers à montage de face conçus spécifiquement pour être installés par-dessus des plaques de plâtre. Tout comme pour les poutrelles à connecteurs métalliques appuyées par la membrure supérieure, cette configuration permet le prolongement des plaques de plâtre jusqu'à la sablière du mur porteur sans toutefois nécessiter l'installation de blocs de remplissage. Dans le cas des étriers à montage par le dessus, les ailes assurant l'appui des étriers ne sont que partiellement appuyées sur la sablière du mur en raison de l'épaisseur de

la plaque de plâtre (**figure 40a**). Par conséquent, la capacité des étriers qui est publiée dans la littérature des fabricants de connecteurs est inférieure à celle normalement obtenue lorsque les étriers s'appuient entièrement sur la sablière. De plus, ces étriers ne peuvent être installés que sur une seule épaisseur de plaques de plâtre de 15,9 mm (5/8 po) d'épaisseur. Il existe par contre des étriers à montage de face pouvant être installés par-dessus un maximum de deux couches de plaques de plâtre de 15,9 mm (5/8 po). Ces étriers se vissent à travers les plaques de plâtre jusque dans la sablière du mur (**figure 40b**). Les fabricants d'étriers métalliques publient sur leur site Internet de la documentation indiquant les capacités de ces différents produits. Ces étriers s'avèrent toutefois plus dispendieux que les étriers couramment utilisés. De plus, leur utilisation implique l'installation hâtive des plaques de plâtre des murs, c'est-à-dire, avant que le bâtiment ne soit complètement fermé et étanche aux intempéries. Des mesures de précaution additionnelles sont donc nécessaires afin de protéger les plaques de plâtre des intempéries. Une autre solution permettant le prolongement équivalent de la



Détail A – étriers à montage par le dessus



Détail B – étriers à montage de face

FIGURE 40 • Étriers métalliques pouvant s'installer par-dessus une paroi en plaques de plâtres

séparation coupe-feu verticale consiste à appuyer les poutrelles en I ou ajourées au moyen d'étriers à montage de face fixés sur une poutre en bois d'ingénierie qui repose sur le dessus du mur. La **figure 41** illustre cet exemple.

Dans le cas des murs non porteurs formant des séparations coupe-feu verticales, il est beaucoup plus facile d'assurer le prolongement requis à l'intérieur des vides de construction horizontaux situés au-dessus. La **figure 42** présente quelques exemples de détails permettant d'assurer cette continuité pour des séparations coupe-feu verticales dont le DRF est d'au moins une heure. Dans le cas des détails A et B, la nécessité d'installer une bande de plaques de plâtre sur la solive de rive dépend de l'épaisseur de cette dernière, de même que du type de paroi utilisé comme membrane de plafond.

L'utilisation de solives en bois de sciage peut s'avérer avantageuse pour la structure des planchers des corridors dans les bâtiments résidentiels multi-étagés à ossature légère de bois. En effet, les portées à franchir sont plus courtes dans les corridors, ce qui permet d'avoir recours à des solives de faible hauteur comparativement aux poutrelles d'ingénierie utilisées pour les planchers des unités de logement. Cette différence de hauteur entre les planchers favorise le passage de la mécanique du bâtiment dans les plafonds des corridors des étages. Comme mentionné précédemment, les murs de corridors constituent des séparations coupe-feu verticales pour lesquelles il faut prévoir des détails particuliers afin d'assurer la continuité à leur jonction avec les planchers. La **figure 43** illustre des exemples de ce type de jonction. En fonction de l'épaisseur de la solive de rive, deux couches de plaques de plâtre peuvent être nécessaires sur la face du mur du côté du corridor afin de protéger adéquatement la solive de rive et ainsi atteindre la résistance au feu requise à la jonction (APA, 2015).

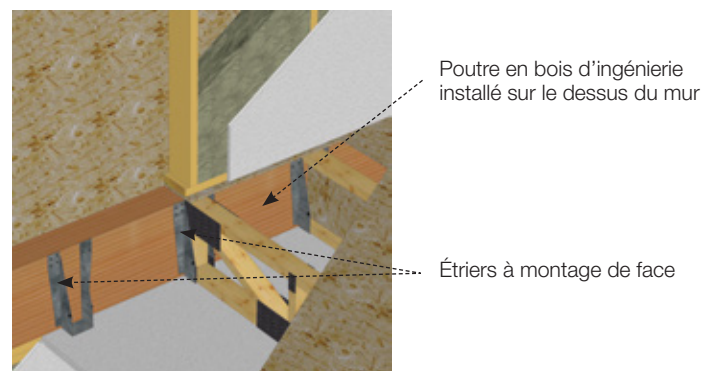
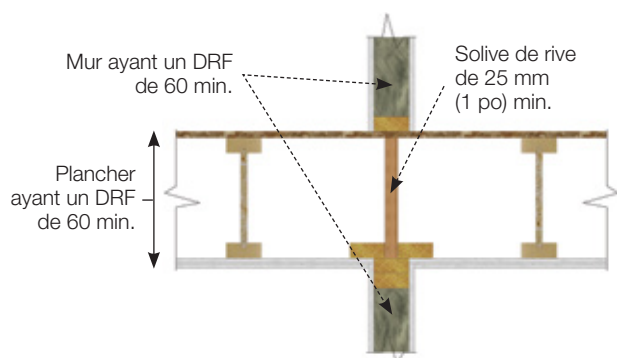
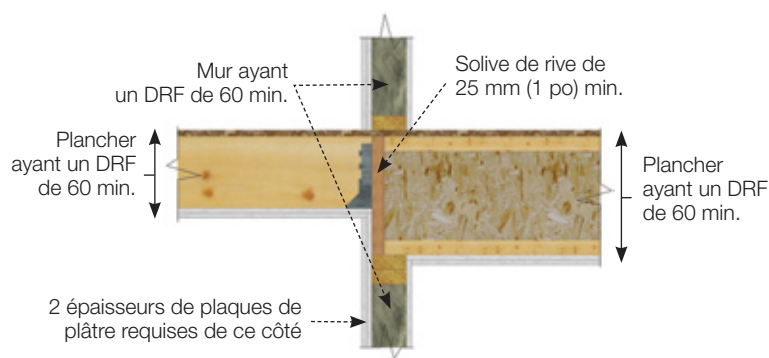


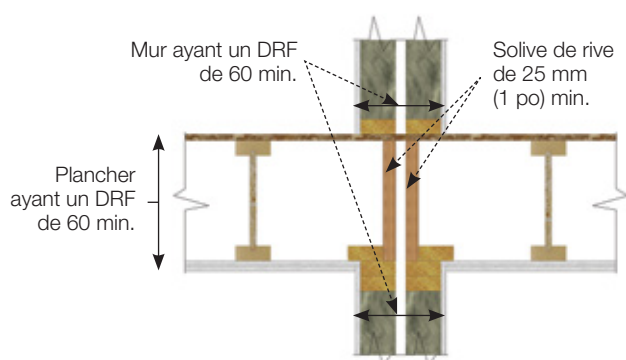
FIGURE 41 • Détails d'appui des poutrelles à l'aide d'étriers à montage de face sur une poutre en bois d'ingénierie



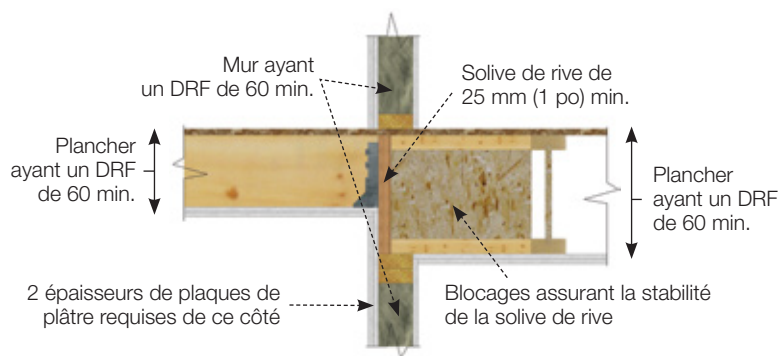
Détail A - mur simple avec solive de rive
(adaptée de APA 2015)



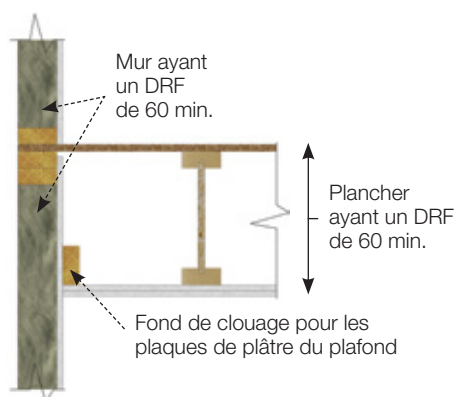
Détail A - poutrelles de plancher perpendiculaires au mur



Détail B - mur double avec solives de rive
(adaptée de APA 2015)



Détail B - poutrelles de plancher parallèles au mur



Détail C - mur simple ou double prolongé

FIGURE 42 • Jonction entre un plancher et des séparations coupe-feu verticales non porteuses ayant un DRF d'une heure

FIGURE 43 • Jonction entre les planchers et les murs de corridor permettant d'atteindre un DRF d'une heure (adaptée de Trus Joist 2014 et APA 2015)

Enfin, l'exigence mentionnant que les séparations coupe-feu verticales doivent comporter un prolongement équivalent dans les vides de construction horizontaux situés au-dessus de celles-ci s'applique également au niveau du toit. Des rapports d'essai de résistance au feu sont disponibles pour des compositions de murs porteurs ou non porteurs dont les éléments d'ossature en bois sont installés à plat plutôt que sur le chant. Ces rapports peuvent être consultés afin de former des séparations coupe-feu ayant un degré de résistance au feu dans les combles en utilisant des fermes légères revêtues de plaques de plâtre (SBCA, 2015). Lorsqu'un mur devant former une séparation coupe-feu verticale est parallèle aux fermes légères à connecteurs métalliques, il est possible d'assurer la continuité de la séparation coupe-feu en plaçant au-dessus de celle-ci une ferme dont les membrures d'âme sont verticales, par exemple une ferme pignon, et en y fixant des plaques de plâtre sur chaque côté. La **figure 44** illustre cette situation et le **tableau 18** contient des exemples de compositions permettant d'atteindre un degré de résistance au feu d'une heure pour des éléments d'ossature à plat.

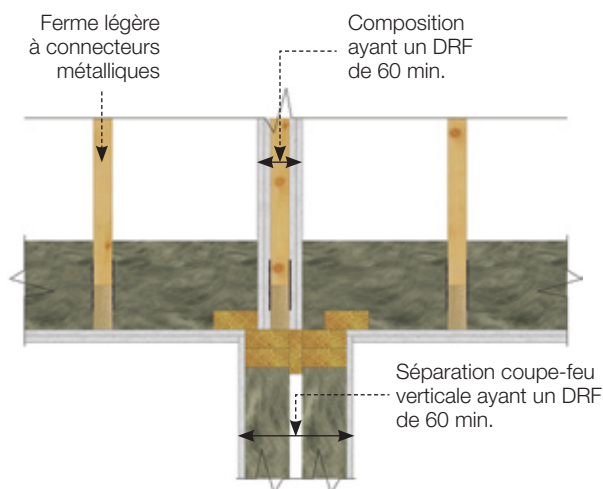


FIGURE 44 • Continuité d'une séparation coupe-feu verticale à l'intérieur d'un comble

4.4.3 Ouvertures et pénétrations dans les séparations coupe-feu

Les séparations coupe-feu et les autres ensembles de construction résistant au feu, qu'ils soient verticaux ou horizontaux, doivent parfois comporter des ouvertures ou des pénétrations dans le but d'y aménager des

portes ou des fenêtres, ou encore afin de permettre le passage des installations techniques de ventilation, de plomberie ou d'électricité. Ces installations techniques peuvent traverser complètement une séparation coupe-feu ou simplement pénétrer une paroi faisant partie de l'ensemble. Une attention particulière doit être portée à ces ouvertures ou pénétrations de manière à conserver l'intégrité et l'étanchéité des séparations coupe-feu ou des ensembles de construction pour lesquels un degré de résistance au feu est exigé.

Il faut se référer aux sous-sections 3.1.8 et 3.1.9 du CNBC afin d'obtenir les différentes exigences applicables aux ouvertures ou aux pénétrations dans les séparations coupe-feu ou dans les ensembles de construction résistant au feu. Le Code exige de recourir à des dispositifs d'obturation ou à des coupe-feu homologués selon le cas. Un dispositif d'obturation est défini par le Code comme étant toute partie d'une séparation coupe-feu ou d'un mur extérieur destinée à fermer une ouverture, comme une porte, un volet, du verre armé ou des briques de verre, et comprenant les ferrures, le mécanisme de fermeture, l'encadrement et les pièces d'ancrage. Un coupe-feu, quant à lui, est un ensemble constitué d'un matériau, d'un composant et d'un support utilisé pour remplir les interstices entre des séparations coupe-feu, entre des séparations coupe-feu et d'autres ensembles, ou autour d'éléments qui pénètrent dans une séparation coupe-feu ou la traversent (CNBC, 2010).

TABLEAU 18 • Compositions permettant d'atteindre un DRF d'une heure pour des éléments d'ossature en bois porteurs placés à plat

Illustration	Description ^{1 3 4}	DRF (minutes)	Références ²
	- 2 plaques de plâtre de type X de 15,9 mm (5/8 po) - 38 x 64 mm (2x3) ou 38 x 89 mm (2x4) à plat @ 610 mm (24 po) - Isolant en natte ou pulvérisé (optionnel) - 2 plaques de plâtre de type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	UL-U338
	- 2 plaques de plâtre de type X de 15,9 mm (5/8 po) - 38 x 64 mm (2x3) ou 38 x 89 mm (2x4) à plat @ 600 mm (24 po) - Isolant en natte ou pulvérisé (optionnel) - Contreplaqué ou panneau de fibres (optionnel) - 38 x 64 mm (2x3) ou 38 x 89 mm (2x4) à plat @ 610 mm (24 po) - 2 plaques de plâtre de type X de 15,9 mm (5/8 po)	60	UL-U339

- Notes: 1. Les descriptions contenues au tableau ci-dessus sont des résumés simplifiés de certaines compositions résistantes au feu. Le concepteur doit consulter les différents rapports d'essai des agences de certification afin d'obtenir l'information complète associée à ces compositions.
2. Références pour les valeurs de degré de résistance au feu (DRF):
- Laboratoires des assureurs (UL)
3. Les dimensions indiquées pour les montants et les plaques de plâtre sont des valeurs minimales.
4. Les espacements indiqués pour les montants sont des valeurs maximales.

Lorsqu'un degré de résistance au feu est exigé pour une séparation coupe-feu ou un ensemble de construction résistant au feu, l'article 3.1.9.2 du CNBC requiert que les conduits, tuyaux, boîtes électriques et autres éléments techniques qui pénètrent ces constructions soient incombustibles, à moins d'être spécifiquement autorisés par d'autres articles du CNBC ou encore d'avoir été incorporés à cette construction lors d'essais de comportement au feu.

Les paragraphes suivants mentionnent quelques-unes des exigences du CNBC, expliquent les diverses mesures de protection et fournissent certains exemples pour différents types d'ouvertures ou de pénétrations techniques. Une bonne partie de l'information se retrouvant dans la présente sous-section est tirée ou adaptée des références suivantes :

- *Les registres coupe-feu : Comment assurer une installation conforme* (RBQ, 2008)
- *Best Practice Guide on Fire Stops and Fire Blocks and their Impact on Sound Transmission* (CNRC, 2007)
- *Fire Stopping Service Penetrations in Buildings* (CCBRD, 2003)

Il est fortement recommandé aux lecteurs de consulter ces documents afin d'obtenir davantage de renseignements en lien avec les exigences et moyens de protection associés aux ouvertures et aux pénétrations dans les séparations coupe-feu ou autres ensembles de construction résistant au feu.

Ouvertures pour les portes

Les portes constituent un type d'ouverture fréquemment rencontré dans les séparations coupe-feu verticales. Les murs séparant les logements des corridors communs dans les bâtiments multi-résidentiels constituent un bon exemple de séparations coupe-feu contenant un grand nombre d'ouvertures pour les portes. Les différentes exigences qui s'y rapportent sont contenues principalement à la sous-section 3.1.8 du CNBC.

Les portes situées dans une séparation coupe-feu doivent habituellement avoir un degré pare-flammes minimal qui est fonction du degré de résistance au feu requis pour la séparation coupe-feu, comme indiqué au paragraphe 3.1.8.4.2) du CNBC. Pour une séparation coupe-feu dont le DRF est d'une heure, le degré pare-flammes minimal devrait être de 45 minutes. Cependant, dans le cas d'une séparation coupe-feu qui sépare un corridor commun d'une suite et pour laquelle un DRF maximal d'une heure est exigé, le CNBC permet à l'article 3.1.8.10 d'avoir recours à des portes dont le degré pare-flammes est

de 20 minutes. Le degré pare-flammes des portes doit être déterminé d'après des résultats d'essais effectués conformément à la norme CAN/ULC-S104, *Méthodes normalisée des essais de résistance au feu des portes* (ULC-S104, 2010).

De plus, les portes doivent être installées suivant les exigences de la norme NFPA 80, *Standard for Fire Doors and Other Opening Protectives* (NFPA 80, 2010), comme indiqué au paragraphe 3.1.8.5.2) du CNBC. Elles doivent également comporter des dispositifs de fermeture automatique conformément à l'article 3.1.8.11 du Code.

Pénétrations pour la ventilation

Les bâtiments contiennent des réseaux de conduits de distribution d'air desservant les systèmes de chauffage, de climatisation, d'échangeur d'air, les ventilateurs de salle de bain, les hottes de cuisine et les sorties de sècheuse. Ces réseaux de conduits constituent des installations susceptibles de traverser complètement les séparations coupe-feu ou de simplement pénétrer la paroi des ensembles résistant au feu.

Le CNBC mentionne principalement deux types de dispositifs en ce qui concerne les ouvertures dédiées aux installations de distribution d'air, soit le registre coupe-feu (**figure 45**) et le clapet coupe-feu (**figure 46**). Le Code définit le registre coupe-feu comme étant un dispositif d'obturation consistant en un registre normalement maintenu ouvert, placé dans un réseau de distribution d'air, dans un mur ou dans un plancher et conçu pour se fermer automatiquement en cas d'incendie afin d'assurer l'intégrité d'une séparation coupe-feu. Le clapet coupe-feu est quant à lui un dispositif situé dans une paroi de faux plafond intégrée à un ensemble de construction horizontal pour laquelle un degré de résistance au feu est exigé et qui permet de fermer, en cas d'incendie, une bouche d'un conduit d'air (CNBC, 2010).



FIGURE 45 • Exemple d'un registre coupe-feu (source : Aire Technologies Inc.)

Il est important de faire la distinction entre ces deux dispositifs. Le registre coupe-feu s'installe dans un conduit de distribution d'air au droit d'une séparation coupe-feu, dans un mur ou dans un plancher, alors que le clapet coupe-feu s'installe plutôt au droit d'une paroi de faux plafond à la sortie d'une bouche de distribution ou de reprise d'air. La fonction principale des deux mécanismes est de se fermer automatiquement en cas d'incendie afin de boucher un conduit d'air et ainsi maintenir l'intégrité d'une séparation coupe-feu. Leur différence est que le registre coupe-feu empêche la propagation de l'incendie d'un compartiment à un autre en passant à travers la séparation coupe-feu par le conduit de ventilation, alors que le clapet coupe-feu permet de maintenir la résistance au feu d'un ensemble dont la paroi de faux plafond a été percée en protégeant la structure du plancher contre la chaleur extrême d'un incendie pouvant entraîner son effondrement (RBQ, 2008).



A) Clapet coupe-feu ouvert



B) Clapet coupe-feu fermé, dans son boîtier d'installation homologué pour les compositions à ossature légère en bois

FIGURE 46 • Exemples de clapets coupe-feu (source : Aire Technologies Inc.)

Les exigences concernant les registres coupe-feu se trouvent à la sous-section 3.1.8 du CNBC. Le Code exige que tout conduit qui pénètre un ensemble devant former une séparation coupe-feu soit muni d'un registre coupe-feu évalué conformément à la norme CAN/ULC-S112 (2010) (**figure 47**). Le degré pare-flammes des registres doit être conforme aux indications de l'article 3.1.8.4, et leur installation doit être réalisée selon les dispositions énoncées à l'article 3.1.8.9. Le CNBC permet toutefois à l'article 3.1.8.8 plusieurs dérogations quant à la nécessité d'avoir recours à un registre coupe-feu pour certaines situations. Lorsqu'un conduit de ventilation traverse une séparation coupe-feu pour laquelle l'installation d'un registre coupe-feu n'est pas requise conformément aux dérogations de l'article 3.1.8.8, le joint autour de cette pénétration doit tout de même être obturé par un coupe-feu satisfaisant aux exigences de l'article 3.1.9.1 afin d'assurer un minimum d'intégrité à la séparation coupe-feu (**figure 48**). Par contre, lorsqu'un registre coupe-feu est utilisé dans un conduit au droit d'une séparation coupe-feu, il n'est habituellement pas requis que le joint autour de celui-ci soit colmaté au moyen d'un coupe-feu, à moins que le registre ait été spécialement conçu pour une utilisation avec un coupe-feu. L'emploi d'un coupe-feu en combinaison avec un registre coupe-feu pourrait altérer le bon fonctionnement du registre si ce dernier n'a pas été conçu pour un tel usage. Il est donc important de suivre les directives des fabricants de registres concernant l'installation de leurs produits.

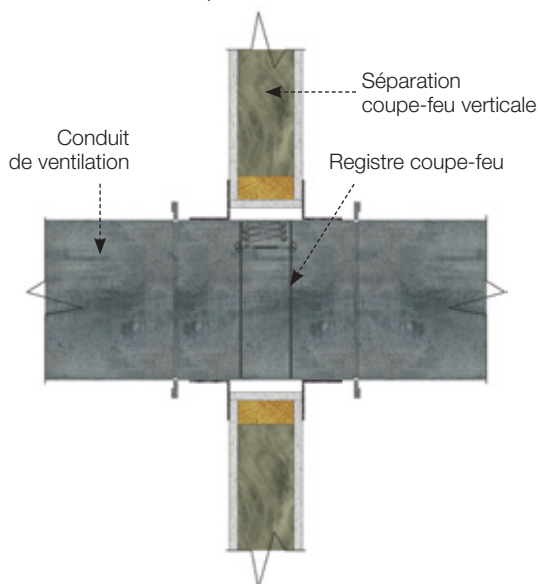


FIGURE 47 • Détail d'une séparation coupe-feu verticale munie d'un registre coupe-feu (adaptée de CNRC 2007)

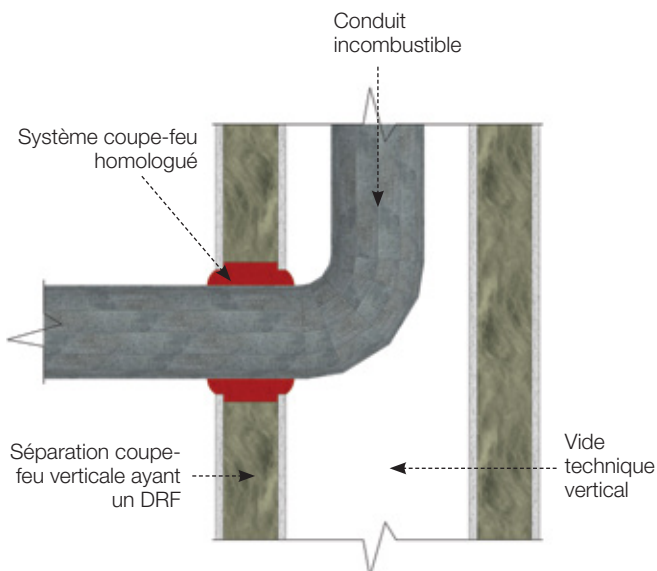
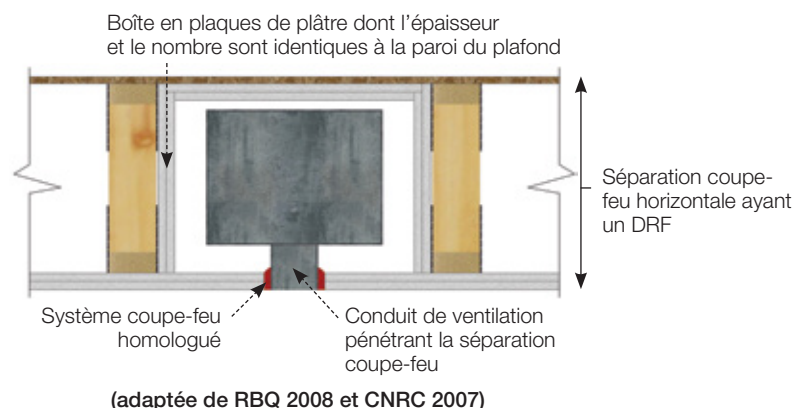


FIGURE 48 • Obturation du joint autour d'une pénétration d'un conduit sans registre coupe-feu (adaptée de CNRC 2007)

Lorsqu'une ouverture est pratiquée dans la paroi de faux plafond d'un ensemble pour laquelle un degré de résistance au feu est exigé afin d'y installer une bouche de distribution ou de reprise d'air, cette ouverture doit être munie d'un clapet coupe-feu de manière à assurer l'intégrité de l'ensemble. Comme indiqué à l'article 3.1.9.5 du CNBC, les ouvertures dans une paroi de faux plafond faisant partie d'un ensemble de construction dont le degré de résistance au feu est déterminé suivant la méthode de l'annexe D du CNBC doivent être conformes aux exigences prescrites par cette annexe. Pour les compositions de plancher ou de toiture de construction combustible, les exigences se retrouvent à l'annexe D-2.3.10. Il y est notamment indiqué que les ouvertures dont la surface est supérieure à 130 cm² doivent être protégées par un clapet coupe-feu. Si le degré de résistance au feu d'une composition de plancher ou de toiture est plutôt déterminé au moyen de rapports d'essais de résistance au feu propriétaires, le dispositif de protection de l'ouverture dans la paroi, c'est-à-dire le clapet coupe-feu, doit être inclus dans le rapport d'essai de la composition. En effet, les clapets coupe-feu ne possèdent pas une valeur de résistance au feu en heures, mais ils sont plutôt certifiés en tant que composants faisant partie intégrante d'une composition homologuée pour un certain degré de résistance au feu.

Il n'existe actuellement aucun registre coupe-feu homologué pouvant être installé ailleurs que dans un conduit qui traverse complètement une séparation coupe-feu. Lorsqu'un conduit pénètre la paroi de

faux plafond d'une séparation coupe-feu horizontale et parcourt l'ensemble avant d'en ressortir à un autre endroit, des mesures de protection différentes doivent être employées de manière à conserver l'intégrité de la séparation coupe-feu en l'absence du registre. La Régie du bâtiment du Québec propose dans son document portant sur les registres coupe-feu (RBQ, 2008) un détail qui consiste à construire une boîte en plaques de plâtre fixées aux éléments structuraux au pourtour du conduit de ventilation (figure 49). Le nombre de couches et l'épaisseur des plaques de plâtre doivent être les mêmes que pour la paroi formant le plafond. La boîte en plaques de plâtre doit être construite sur toute la distance que parcourt le conduit, ou jusqu'à ce que celui-ci soit muni d'un registre coupe-feu au droit d'une séparation coupe-feu (figure 50). D'autres exemples de détails pour cette situation peuvent également être obtenus à la section 10.3 du document *Best Practice Guide on Fire Stops and Fire Blocks and their Impact on Sound Transmission* (CNRC, 2007).



(adaptée de RBQ 2008 et CNRC 2007)

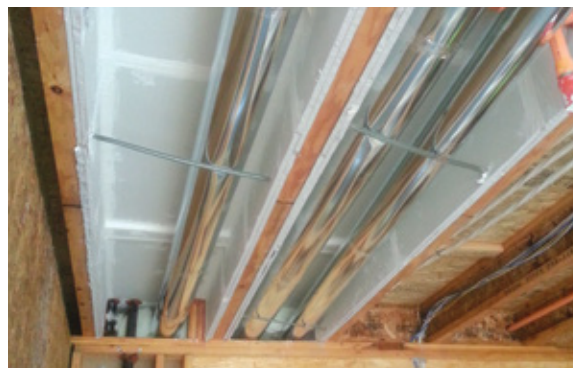


FIGURE 49 • Boîte en plaques de plâtre sur les éléments structuraux au pourtour d'un conduit de ventilation (Photo : Cecobois)

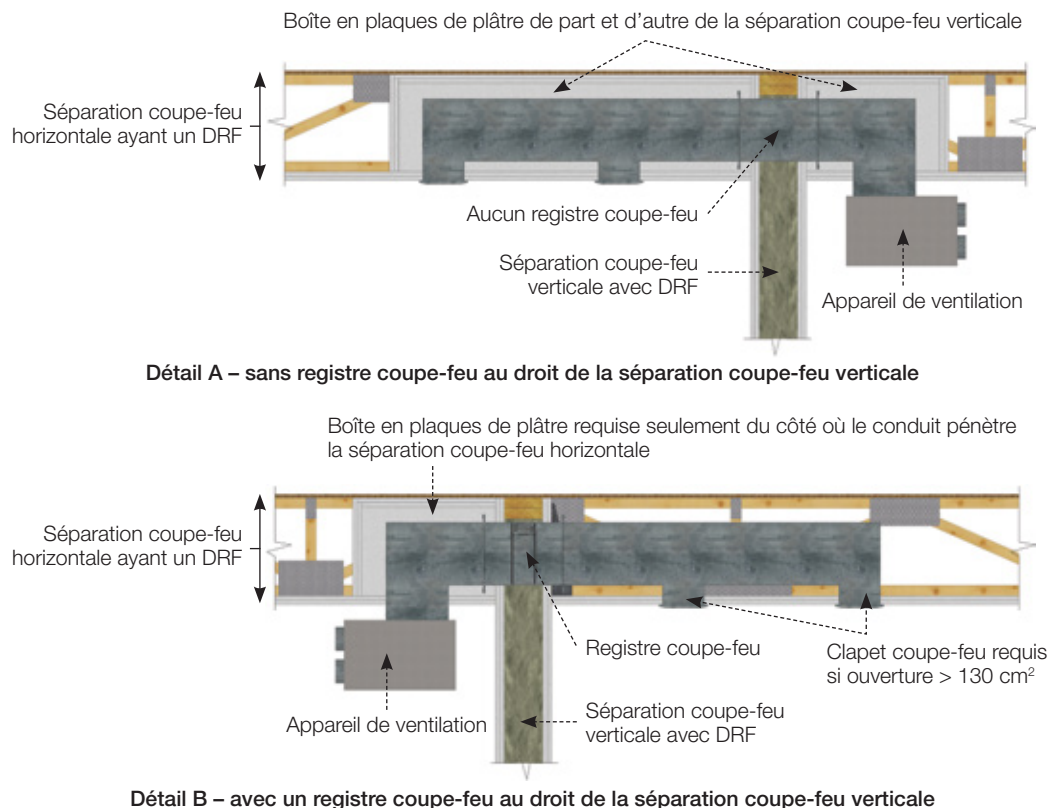


FIGURE 50 • Parcours d'une boîte en plaques de plâtre au pourtour d'un conduit de ventilation (adaptée de RBQ 2008)

Les conduits de distribution d'air qui traversent les murs extérieurs d'un bâtiment ne requièrent habituellement pas de registres coupe-feu puisque ces murs ne sont pas considérés comme des séparations coupe-feu. Cependant, l'ouverture devrait dans ce cas être ajoutée à la surface de baies non protégées applicable à la conception des façades de rayonnement selon la sous-section 3.2.3 du CNBC. Le joint autour de cette pénétration doit tout de même être obturé par un coupe-feu conformément aux exigences du paragraphe 3.1.9.1.1) afin de maintenir l'intégrité de l'ensemble résistant au feu.

Pénétrations pour la plomberie

Les bâtiments multiétages comportent habituellement un important réseau de tuyauterie destiné à l'alimentation en eau potable, à l'évacuation des eaux usées, au système de gicleurs, au drainage de la toiture et à la ventilation du système de plomberie. Cette tuyauterie parcourt le bâtiment et doit fréquemment traverser complètement des séparations coupe-feu ou encore pénétrer une paroi faisant partie d'un ensemble de construction résistant au feu. Les percements nécessaires doivent être accom-

pagnés de mesures de protection afin de conserver l'intégrité de ces ensembles. Les différentes exigences concernant ces pénétrations sont contenues dans la sous-section 3.1.9 du CNBC. De plus, des exigences concernant la nature combustible ou incombustible de la tuyauterie qui pénètrent les ensembles de construction résistant au feu sont indiquées aux articles 3.1.9.3 et 3.1.9.4 du CNBC.

L'article 3.1.9.1 du Code requiert notamment que lorsque des pénétrations traversent une séparation coupe-feu ou une paroi faisant partie d'un ensemble de construction résistant au feu, les joints autour de celles-ci soient obturés par un coupe-feu homologué conformément à la norme CAN/ULC-S115 (2011). Ce coupe-feu doit avoir obtenu une cote F au moins équivalente au degré pare-flammes exigé pour les dispositifs d'obturation selon le tableau 3.1.8.4. La cote exigée pour les coupe-feu à l'article 3.1.9.1 est plus élevée dans le cas de pénétrations à travers des murs coupe-feu ou des ensembles dont le degré de résistance au feu est assuré uniquement par la paroi de faux plafond. Il existe une panoplie de types de coupe-feu tel que les mastics flexibles, les mastics

ou pâtes modulables, les mousses, les rubans, les collets, les manchons et plusieurs autres. Le choix du produit coupe-feu approprié pour une situation dépend de plusieurs facteurs, notamment du type de construction de l'ensemble et de si la tuyauterie qui y pénètre est combustible ou incombustible. Il est donc important de consulter les fiches techniques des différents fabricants de produits coupe-feu afin de choisir le bon produit pour une situation.

Comme mentionné à l'article 3.1.9.4 du CNBC, l'usage d'un coupe-feu ne s'applique habituellement pas aux têtes de gicleurs qui sortent à travers la paroi d'un ensemble résistant au feu, car, tout comme pour les registres coupe-feu, cela pourrait avoir comme effet de nuire au bon fonctionnement des gicleurs. L'ouverture créée dans la paroi est normalement couverte d'une plaque métallique conforme à la norme NFPA 13. Les tuyaux du système de gicleurs doivent cependant être munis d'un coupe-feu aux endroits où ils pénètrent des séparations coupe-feu ou des ensembles de construction résistant au feu.

Lorsque de la tuyauterie verticale passe à travers une composition de plancher ayant un degré de résistance au feu, un coupe-feu doit être installé à la fois au niveau du plafond et au niveau du plancher (**figure 51**). La

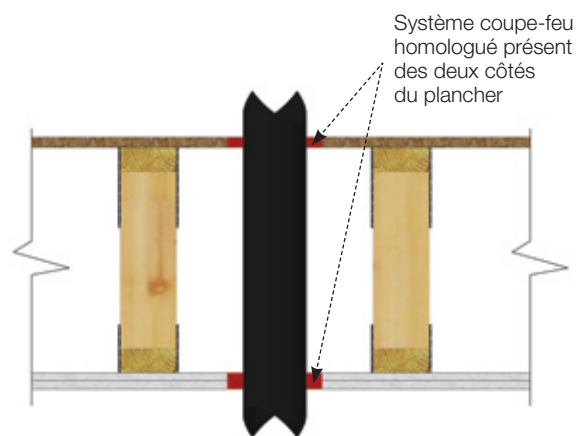


FIGURE 51 • Exemple de coupe-feu requis pour un tuyau passant à travers un plancher ayant un DRF

tuyauterie qui pénètre une composition de plancher peut être située à l'intérieur d'un mur ayant un degré de résistance au feu, tel un mur mitoyen, ou encore d'une simple cloison sans DRF (**figure 52**). Dans ce cas, il faut faire attention au choix du coupe-feu, car certains produits sont certifiés uniquement pour un usage à l'intérieur de murs ayant un DRF. La **figure 53** illustre deux exemples de détails d'installation de coupe-feu pour des éléments de plomberie pénétrant un ensemble de plancher ayant un DRF.

Le joint autour de la tuyauterie pénétrant des murs pour lesquels un degré de résistance au feu est exigé doit également être muni d'un coupe-feu. Lorsqu'un tuyau traverse complètement le mur, le coupe-feu doit être présent des deux côtés, comme indiqué à la **figure 54**. La **figure 55** illustre quant à elle un exemple de tuyauterie entrant dans un mur par le biais du plancher situé en-dessous et ressortant à travers la paroi de plaques de plâtre du mur. Dans ce cas, le coupe-feu au niveau de la paroi de plaques de plâtre est requis seulement si le mur doit fournir un DRF, alors que le coupe-feu au niveau de la lisse basse est toujours nécessaire même si le mur ne possède aucun DRF, car il assure l'intégrité de la séparation coupe-feu horizontale ou de la composition de plancher ayant une résistance au feu.

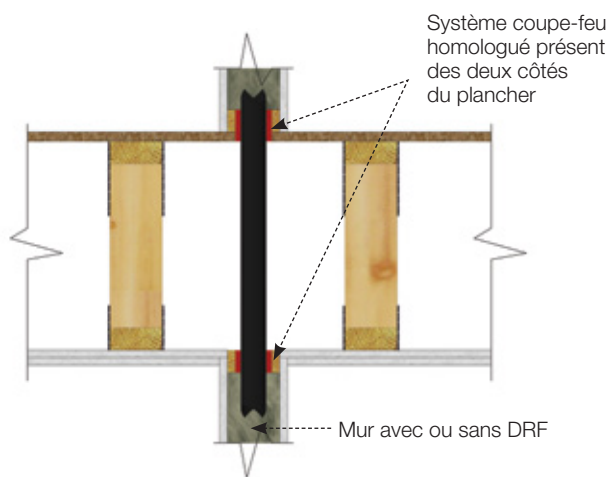


FIGURE 52 • Exemple de coupe-feu requis pour un tuyau situé dans un mur et passant à travers un plancher ayant un DRF

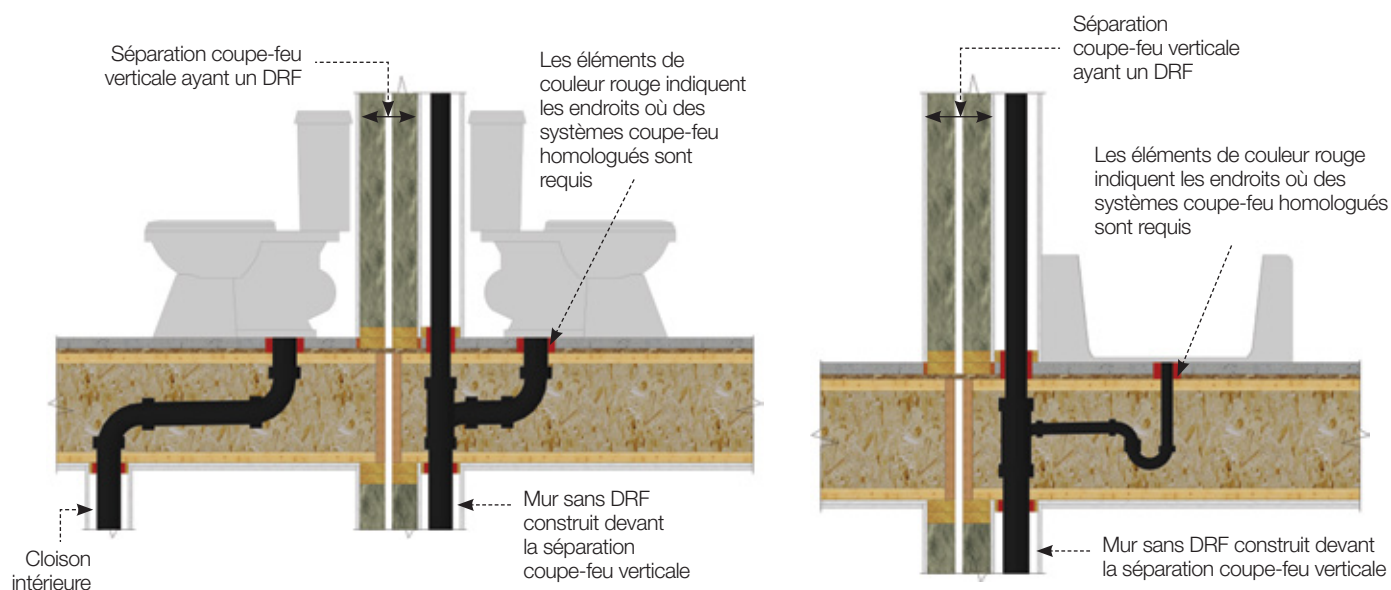


FIGURE 53 • Exemples de détails coupe-feux pour des éléments de plomberie pénétrant un ensemble de plancher ayant un DRF (adaptée de CNRC 2007)

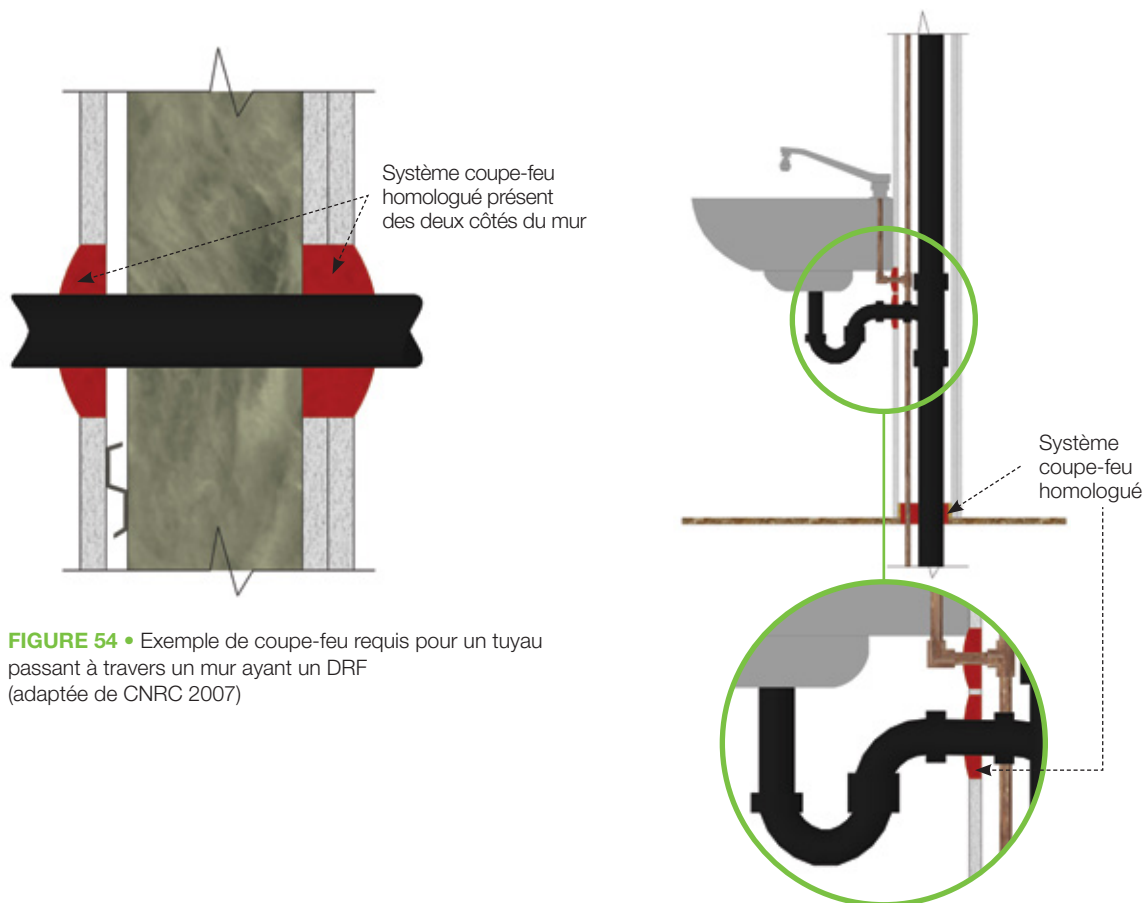


FIGURE 54 • Exemple de coupe-feu requis pour un tuyau passant à travers un mur ayant un DRF (adaptée de CNRC 2007)

FIGURE 55 • Coupe-feu requis pour la tuyauterie pénétrant un mur ayant un DRF (adaptée de CNRC 2007)

L'utilisation d'un coupe-feu est également requise lorsque de la tuyauterie traverse un toit pour lequel un degré de résistance au feu est exigé. À titre d'exemple, la **figure 56** illustre l'emploi d'un coupe-feu pour le cas où un événement de plomberie traverse une toiture devant avoir un certain DRF.

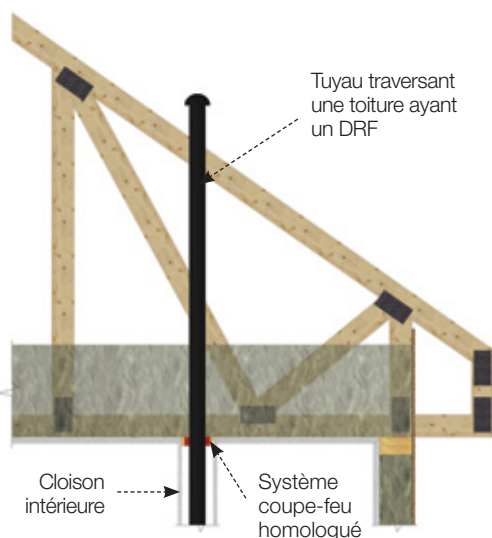


FIGURE 56 • Exemple de coupe-feu requis pour un tuyau passant à travers une toiture ayant un DRF (adaptée de CNRC 2007)

Pénétrations pour l'électricité

Les fils, câbles, canalisations métalliques, chemins de câbles et autres éléments du système électrique d'un bâtiment qui pénètrent une séparation coupe-feu ou un ensemble de construction résistant au feu sont soumis aux exigences de la sous-section 3.1.9 du CNBC. Similairement à ce qui a été présenté précédemment pour les pénétrations dues à la plomberie, les joints autour des éléments du système électrique traversant une séparation coupe-feu ou une paroi faisant partie d'un ensemble de construction résistant au feu doivent être obturés au moyen d'un coupe-feu afin de satisfaire aux exigences de l'article 3.1.9.1 du CNBC. Le coupe-feu doit être homologué conformément à la norme CAN/ULC-S115 (2011), et sa cote F doit être au moins équivalente au degré pare-flammes exigé pour les dispositifs d'obturation dans le tableau 3.1.8.4 du CNBC. Des exigences concernant la nature combustible ou incombustible des éléments du système électrique qui pénètrent les ensembles de construction résistant au feu sont également indiquées aux articles 3.1.9.3 et 3.1.9.4 du CNBC.

Les éléments du système électrique sont susceptibles de traverser complètement les séparations coupe-feu

ou encore de simplement pénétrer une paroi faisant partie d'un ensemble de construction résistant au feu. Les fils ou les câbles peuvent passer à travers un ensemble de construction résistant au feu de façon individuelle ou en groupe en passant ou non par un tuyau ou une canalisation. Lorsque les éléments traversent complètement un ensemble de construction à ossature légère en bois résistant au feu, le coupe-feu doit être installé de chaque côté de l'ensemble (**figure 57** et **figure 58**). Plusieurs types de coupe-feu sont offerts pour ces situations, notamment les mastics flexibles et les manchons. Le choix du produit coupe-feu approprié dépend de plusieurs facteurs tels que le type de construction de l'ensemble et le type de câbles ou de canalisations qui y pénètrent. Il est donc important de consulter les fiches techniques des différents fabricants de dispositifs coupe-feu afin de choisir le bon produit pour une situation.

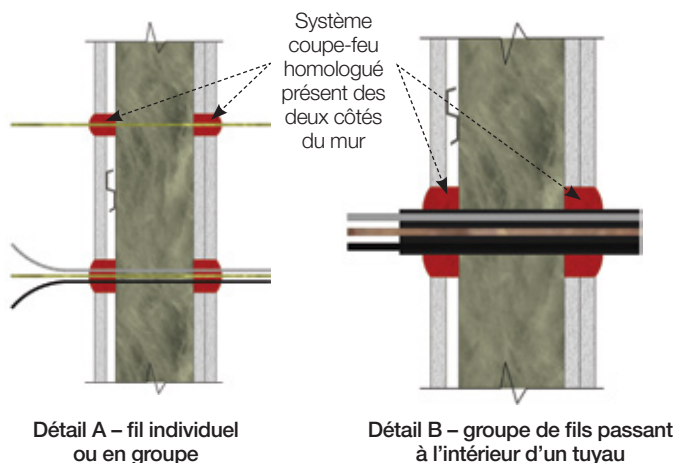


FIGURE 57 • Exemples de détails coupe-feux pour des fils ou câbles passant à travers un mur ayant un DRF (adaptée de CNRC 2007)

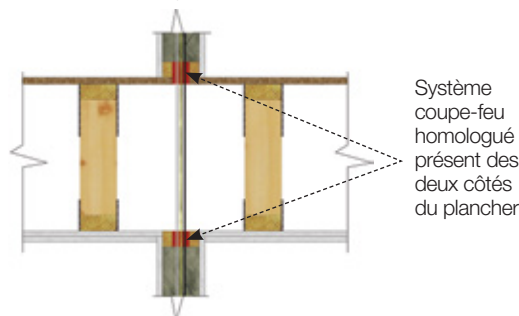


FIGURE 58 • Exemple d'un détail coupe-feux pour des fils ou câbles situés dans un mur et passant à travers un plancher ayant un DRF

Les éléments du système électrique les plus souvent susceptibles de se retrouver dans la paroi d'un ensemble de construction résistant au feu ou d'une séparation coupe-feu horizontale ou verticale sont les boîtes de sortie électrique pour les luminaires ou les prises de courant. Il existe sur le marché différents types de coupe-feu adaptés pour ces situations. Il s'agit de petits coussins autocollants qui s'installent au fond des boîtes électriques ou encore de pâtes modulables installées à l'entour de celles-ci de façon à les envelopper (**figure 59** et **figure 60**).

Coussin autocollant coupe-feu



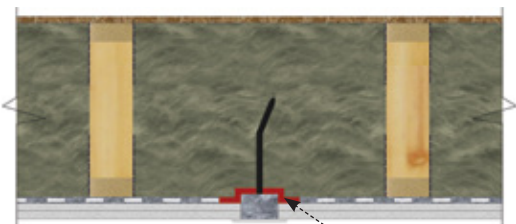
Photo: Specified Technologies Inc.

Pâte modulable coupe-feu



Photo: Cecobois

FIGURE 59 • Exemples de coupe-feu pour des boîtes électriques



Pâte modulable coupe-feu homologuée

FIGURE 60 • Exemple d'utilisation de pâte coupe-feu pour une boîte électrique située dans la membrane de plafond d'une composition de plancher ayant un DRF (adaptée de CNRC 2007)

Une option pour remplacer l'utilisation des pâtes modulables lorsqu'une boîte électrique est située dans une membrane de plafond consiste à construire une boîte en plaques de plâtre dans le vide de construction au-dessus de celle-ci, comme présenté sur la **figure 61**. Il faut cependant s'assurer que ce détail soit accepté par les autorités appropriées.

Système coupe-feu homologué

Boîte en plaques de plâtre dont l'épaisseur et le nombre sont identiques à la paroi du plafond

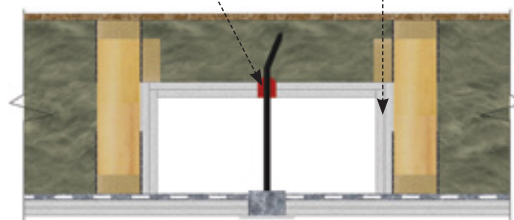


FIGURE 61 • Exemple d'un détail coupe-feu pour une boîte électrique située dans la membrane de plafond d'une composition de plancher ayant un DRF (adaptée de CNRC 2007)

Enfin, lorsqu'un mur à ossature légère constituant une séparation coupe-feu verticale contient des boîtes de sortie électrique situées dans les parois de chaque côté du mur, le CNBC exige au paragraphe 3.1.9.3.6) que les boîtes soient décalées de façon à conserver l'intégrité de la séparation. Les règles de bonnes pratiques suggèrent que le décalage entre deux boîtes soit au minimum égal à l'espacement entre deux montants d'ossature du mur (CNRC, 2007). Le décalage des boîtes électriques permet également de maintenir un bon niveau d'isolation acoustique du mur. La **figure 62** illustre cette pratique pour les cas de murs simples et de murs doubles.

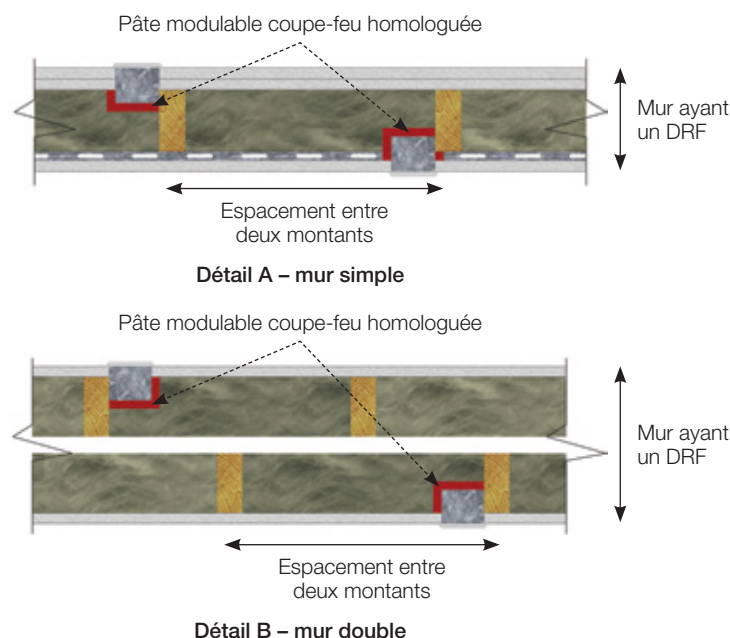


FIGURE 62 • Décalage nécessaire entre deux boîtes de sortie électrique situées de part et d'autre d'une séparation coupe-feu verticale à ossature légère en bois (adaptée de CNRC 2007)

Pénétrations multiples

Enfin, lorsque plusieurs éléments adjacents traversent à un même endroit un ensemble de construction résistant au feu, ils doivent être espacés de façon à ce que chaque élément pénétrant puisse être entouré par suffisamment de matériau coupe-feu et séparé par suffisamment de matériau de base, tel que le bois ou les plaques de plâtre. Il existe des systèmes coupe-feu homologués spécialement pour les pénétrations multiples. Certains systèmes s'appliquent dans le cas où plusieurs éléments traversent par un même orifice alors que d'autres sont efficaces dans les situations où il y a plusieurs pénétrations adjacentes. Il existe aussi des systèmes coupe-feu pouvant être utilisés lorsque deux éléments de nature différente passent par une même ouverture, tels que des tuyaux et des fils électriques. Il faut se référer aux fiches techniques des fabricants de systèmes coupe-feu afin d'obtenir les directives relatives aux espacements et aux diamètres maximums permis pour les pénétrations multiples.

Dans le cas des pénétrations multiples adjacentes dans les murs à ossature légère, certains détails de système coupe-feu nécessitent la construction d'un cadrage pour former une grande ouverture autour des éléments pénétrants de façon à supporter le système coupe-feu et les éléments (**figure 63**).

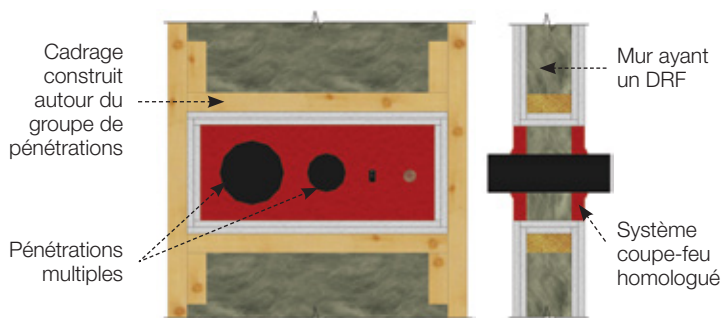


FIGURE 63 • Exemple d'un détail coupe-feu pour des pénétrations multiples à travers un mur à ossature légère ayant un DRF (adaptée de CNRC 2007)

Lorsque plusieurs éléments adjacents passent à travers la lisse basse ou la sablière d'un mur à ossature légère en bois et que la littérature technique associée au système coupe-feu ne contient aucune directive quant à l'espacement minimal requis entre les éléments, les règles de bonne pratique suggèrent que les différents éléments soient espacés d'au moins la valeur du diamètre de l'élément adjacent le plus grand (CNRC, 2007). La **figure 64** illustre cette situation.

Dans le cas où plusieurs éléments adjacents passent à travers un mur à ossature légère et qu'aucune

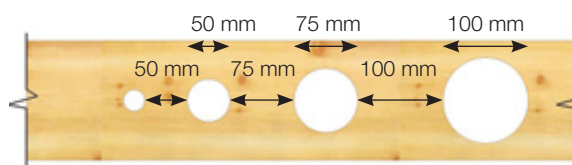


FIGURE 64 • Espacements minimaux suggérés pour les pénétrations multiples à travers une lisse ou une sablière en bois lorsqu'aucune directive n'est donnée par le fabricant de coupe-feu (adaptée de CNRC 2007)

directive quant à l'espacement minimal requis entre les éléments n'est indiquée dans la documentation du système coupe-feu utilisé, une bonne pratique consiste à placer suffisamment de matériau de base, c'est-à-dire les plaques de plâtre, entre les éléments de façon à assurer la résistance au feu. Pour ce faire, la quantité de matériau de base autour d'un élément pénétrant devrait toujours être supérieure à la dimension de la pénétration elle-même (CNRC, 2007). Cette situation est représentée à la **figure 65** pour un mur à ossature légère en bois dont les montants sont espacés à tous les 610 mm c/c (24 po). Le nombre de pénétrations possibles serait inférieur dans le cas d'un mur dont les montants sont espacés à tous les 406 mm c/c (16 po).

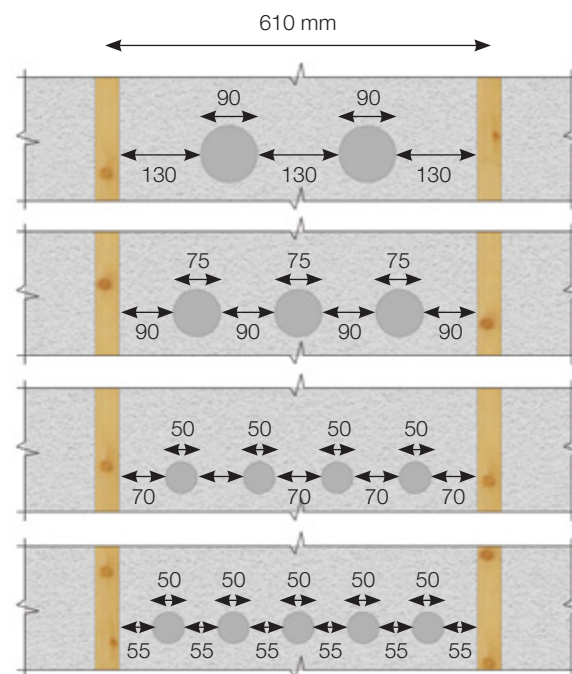


FIGURE 65 • Espacements minimaux suggérés pour les pénétrations multiples à travers un mur à ossature légère en bois ayant un DRF lorsqu'aucune directive n'est donnée par le fabricant de coupe-feu, en mm (adaptée de CNRC 2007)

Suggestions

Le meilleur moyen d'assurer l'intégrité et l'étanchéité d'une séparation coupe-feu, ou d'un ensemble de construction résistant au feu, demeure évidemment d'éviter autant que possible d'y pratiquer des ouvertures ou des pénétrations. Cela permet de se soustraire à toutes les manipulations et dispositifs nécessaires aux différentes mesures de protection des pénétrations exigées par le CNBC. Dans le cas des séparations coupe-feu horizontales, l'une des méthodes consiste à installer les différents éléments des systèmes de ventilation ou d'électricité à l'intérieur de retombées de plafond construites en dessous de la composition résistante au feu. Il faut toutefois être vigilant, car ces vides de construction pourraient nécessiter l'installation de gicleurs automatiques conformément aux exigences de la norme NFPA 13, à moins de satisfaire à l'une des exceptions énoncées à l'article 8.15.1.2 de NFPA 13 et présentées à la sous-section 4.2.1 du présent chapitre. Dans le cas des séparations coupe-feu verticales, les éléments des systèmes de ventilation, de plomberie ou d'électricité pourraient être installés à l'intérieur de faux murs construits devant les séparations coupe-feu verticales, ou encore dans les cloisons non porteuses situées à l'intérieur des logements et pour lesquelles aucun degré de résistance au feu n'est requis. La **figure 66** illustre ces options pour un conduit de ventilation.

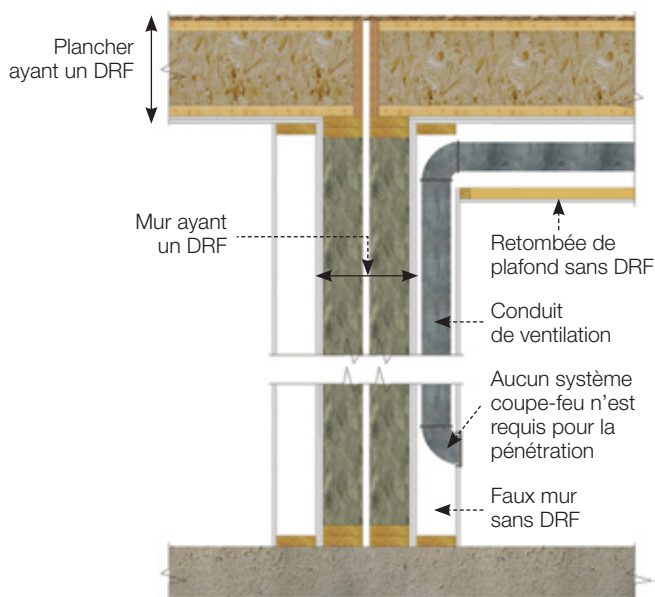


FIGURE 66 • Exemple de pénétration dans un mur pour laquelle aucun coupe-feu n'est nécessaire (adaptée de CNRC 2007)

Les vides techniques verticaux permettent également le passage des éléments de ventilation, de plomberie ou d'électricité à travers plusieurs étages d'un bâtiment sans avoir à utiliser de dispositifs de protection incendie additionnels à chaque étage. Des dispositifs sont toutefois requis dès qu'un de ces éléments traverse la paroi du vide technique vertical pour y entrer ou en sortir. Enfin, une autre solution consiste à installer les conduits d'évacuation des ventilateurs des salles de bain ou des hottes de cuisine de manière à ce que leur parcours jusqu'à l'extérieur se fasse à l'intérieur d'un même logement afin de limiter le nombre de passages à travers les séparations coupe-feu.

4.5 Pare-feu dans les vides de construction

Un autre aspect important de la sécurité incendie des bâtiments concerne la compartimentation des vides de construction au moyen de pare-feu. Un pare-feu est défini par le CNBC comme étant un matériau, composant ou système qui limite la propagation du feu à l'intérieur d'un vide de construction ou d'un vide de construction à un espace contigu. En d'autres termes, les pare-feu sont des éléments permettant de compartimenter les vides de construction en volumes plus petits ou de séparer les vides de construction adjacents les uns des autres. L'objectif de cette compartimentation est de restreindre la propagation d'un incendie à l'intérieur des vides de construction et de prévenir qu'un feu situé à l'intérieur d'un vide de construction se propage à un vide adjacent. Cet aspect de compartimentation des vides de construction est important puisqu'il s'agit d'espaces non visibles et difficiles d'accès pour les services de lutte contre les incendies, si bien qu'un incendie s'y retrouvant peut être difficile à maîtriser et se propager rapidement.

Les matériaux autorisés comme pare-feu sont indiqués à l'article 3.1.11.7 du CNBC. Pour les bâtiments de construction combustible, les éléments suivants peuvent être utilisés comme pare-feu conformément au CNBC :

- plaques de plâtre d'au moins 12,7 mm (½ po) d'épaisseur ;
- bois massif d'au moins 38 mm (1 ½ po) d'épaisseur ;
- contreplaqués ou panneaux de copeaux orientés (OSB) d'au moins 12,5 mm (½ po) dont les joints sont supportés ;

- deux épaisseurs de bois de construction d'au moins 19 mm chacune dont les joints sont décalés;
- Tout autre matériau qui, lorsque soumis à l'essai normalisé de résistance au feu de la norme CAN/ULC-S101, demeure en place et empêche le passage des flammes pendant au moins 15 minutes.

4.5.1 Séparation entre les vides de construction verticaux et horizontaux

Le CNBC indique dans un premier temps, à l'article 3.1.11.1, quelques exigences plus générales quant à la séparation des vides de construction les uns avec les autres. Il est notamment mentionné que les vides de construction des murs et des plafonds doivent être isolés des vides de construction des murs extérieurs et des combles ou vides sous toit au moyen de pare-feu. L'article 3.1.11.4 donne par la suite des exigences plus précises concernant les pare-feu nécessaires entre les vides de construction verticaux et horizontaux. Il y est indiqué que des pare-feu doivent

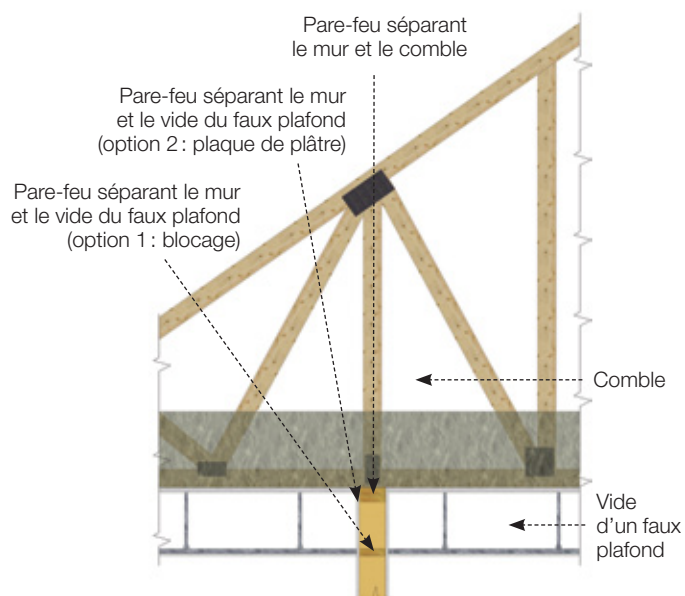


FIGURE 67 • Exemples de pare-feu séparant un vide vertical du vide horizontal d'un faux plafond ou d'un comble (adaptée de CNRC 2007)

être installés à toutes les intersections entre les vides de construction verticaux et les vides horizontaux des plafonds à gorge, des faux plafonds et des soffites de même qu'entre les limons aux extrémités de chaque volée d'escaliers si l'indice de propagation de la flamme des matériaux de construction exposés à l'intérieur de ces vides est supérieur à 25, ce qui est normalement le cas pour les constructions combustibles à ossature légère en bois. Les **figure 67**, **figure 68** et **figure 69** illustrent des exemples d'installation de pare-feu pour ces différentes situations.

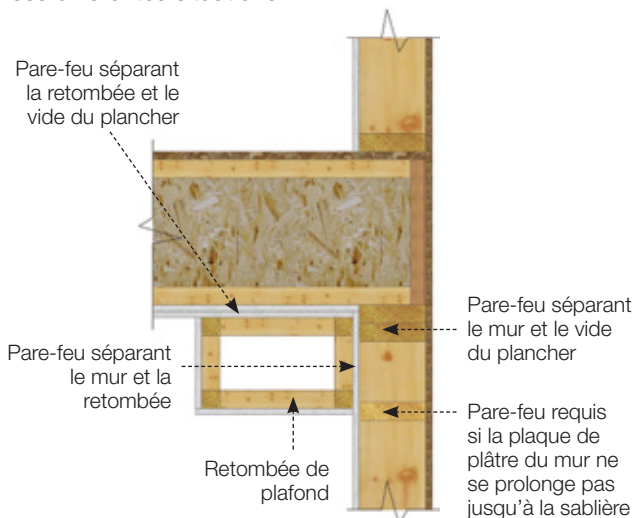


FIGURE 68 • Pare-feu séparant un vide vertical du vide horizontal d'une retombée (adaptée de CNRC 2007)

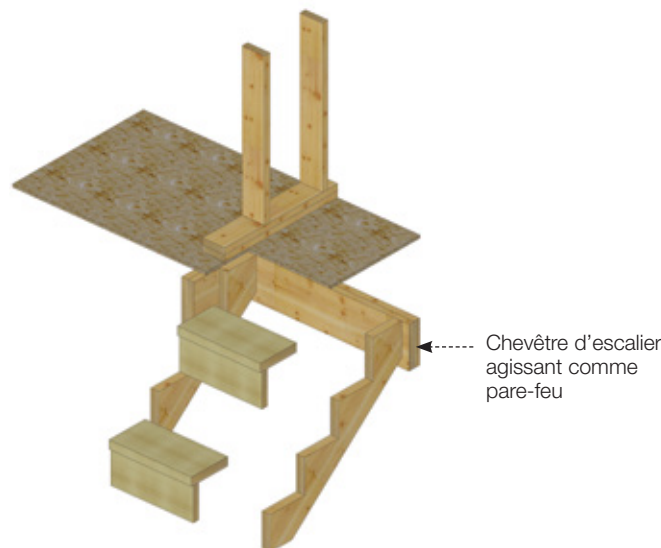


FIGURE 69 • Pare-feu requis à l'extrémité d'une volée d'escaliers (adaptée de CNRC 2007)

4.5.2 Pare-feu dans les murs

Le CNBC contient, à l'article 3.1.11.2 des exigences relatives aux pare-feu requis dans les murs. Les vides de construction des murs doivent être munis de pare-feu au niveau de chaque plancher et au niveau de chaque plafond faisant partie d'une construction pour laquelle un degré de résistance au feu est exigé de façon à confiner un incendie à l'intérieur d'un mur sur un seul étage et à éviter qu'il se propage de la cavité murale vers l'intérieur d'un ensemble de plancher ou de toit résistant au feu. De plus, des pare-feu sont requis dans les murs de sorte qu'il y ait un maximum de 20 m de distance horizontale et de 3 m de distance verticale entre les pare-feu afin de limiter la superficie des vides de construction des murs.

Dans la construction à ossature légère en bois de type plate-forme, les lisses basses et les sablières des murs jouent habituellement le rôle de pare-feu au niveau des planchers et des plafonds (**figure 70**). Cependant, certains détails d'appui des poutrelles sur les murs peuvent nécessiter l'installation d'entremises additionnelles en guise de pare-feu au niveau du plafond d'une composition de plancher ayant un

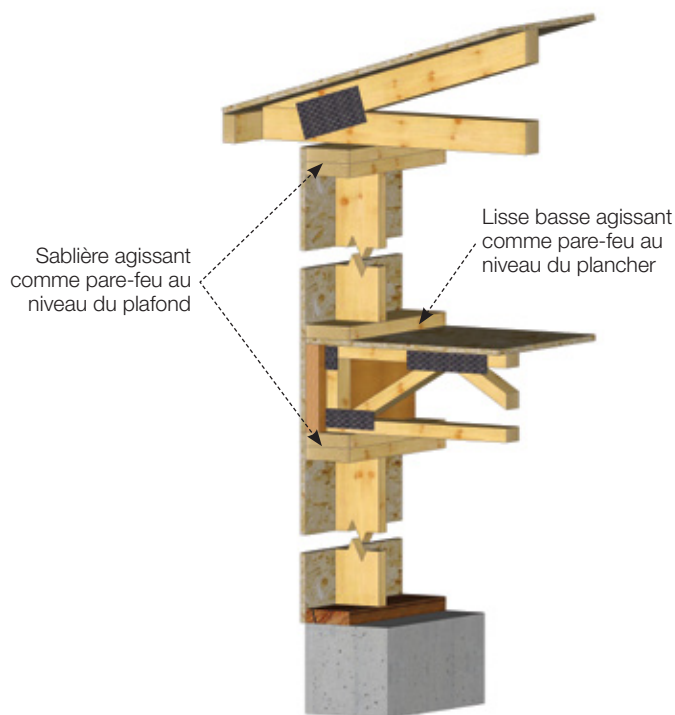
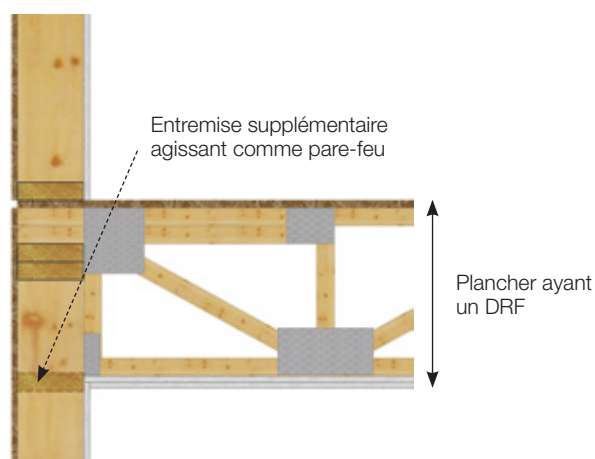
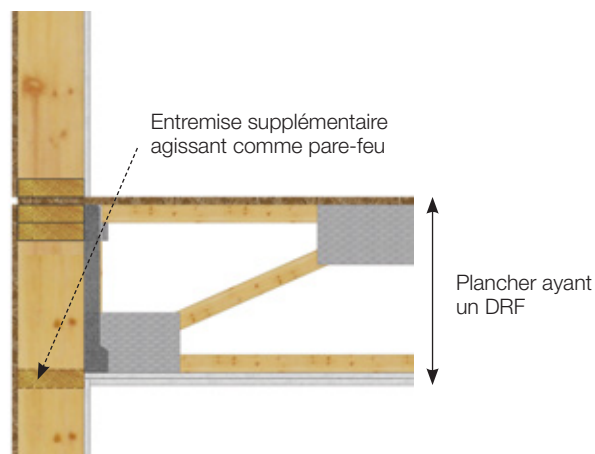


FIGURE 70 • Pare-feu dans les murs des constructions à ossature légère en bois de type plate-forme

degré de résistance au feu. C'est particulièrement le cas des poutrelles ajourées appuyées par la membrure supérieure ou encore lorsque des étriers à montage par le dessus sont utilisés (**figure 71**). Ces entremises additionnelles sont requises dans le cas où il n'y a pas d'isolant à l'intérieur du mur et que les plaques de plâtre du mur ne se prolongent pas jusqu'à la sablière. De plus, dans le cas où la hauteur d'un mur à ossature légère en bois est supérieure à 3 m, l'installation d'une ou de plusieurs rangées d'entremises est nécessaire afin de respecter la distance verticale maximale de 3 m exigée par le CNBC.



Détail A – poutrelle appuyée par la membrure supérieure



Détail B – poutrelle appuyée à l'aide d'un étrier à montage par le dessus

FIGURE 71 • Exemples de pare-feu requis au niveau du plafond d'un ensemble de plancher résistant au feu

Le paragraphe 3.1.11.2.2) mentionne quelques exceptions pour lesquelles des pare-feu ne sont pas obligatoires dans les murs. C'est notamment le cas lorsque les vides de construction des murs sont remplis d'isolant ou encore lorsqu'il n'y a qu'une seule lame d'air à l'intérieur d'un mur isolé et que l'épaisseur de celle-ci ne dépasse pas 25 mm. La **figure 72** illustre un exemple d'un mur double à ossature légère en bois pour lequel les pare-feu ne sont pas requis au niveau du plancher et du plafond puisque l'espace entre les deux murs est d'au plus 25 mm. Ces pare-feu seraient

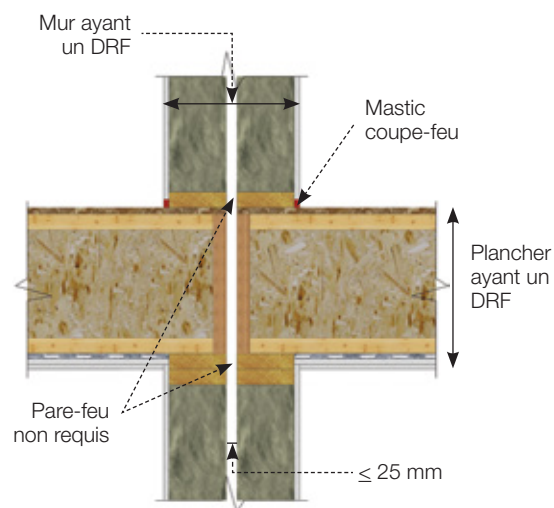


FIGURE 72 • Exemple de pare-feu non requis pour un mur double à ossature légère en bois (adaptée de CNRC 2007)

cependant requis dans le cas où l'un des murs au-dessus ou au-dessous du plancher ne contiendrait pas d'isolant, ou encore si l'espace entre les murs était supérieur à 25 mm (**figure 73**). Dans le cas où un pare-feu serait requis dû à l'absence d'isolant, mais où l'espace d'air entre les murs doubles est d'au plus 25 mm, le CNBC permet l'utilisation de panneaux isolants semi-rigides en fibre de roche ou de verre afin d'obstruer le vide vertical selon certaines conditions indiquées au paragraphe 3.1.11.7.7). La **figure 74** illustre cette option.

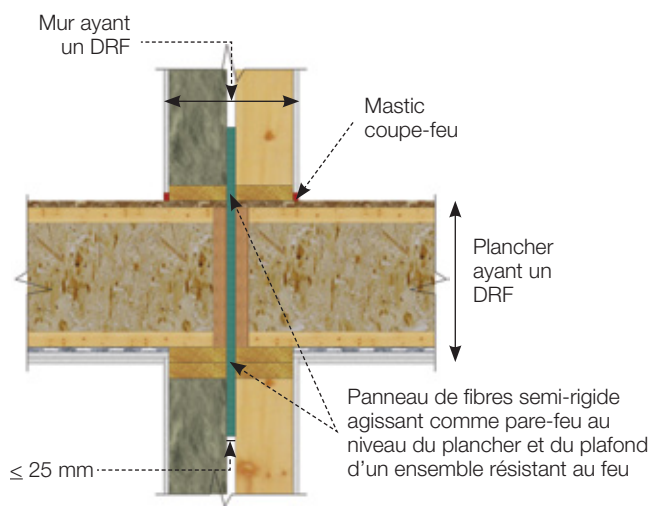


FIGURE 74 • Exemple de pare-feu requis pour un mur double à ossature légère en bois sans isolant d'un côté (adaptée de CNRC 2007)

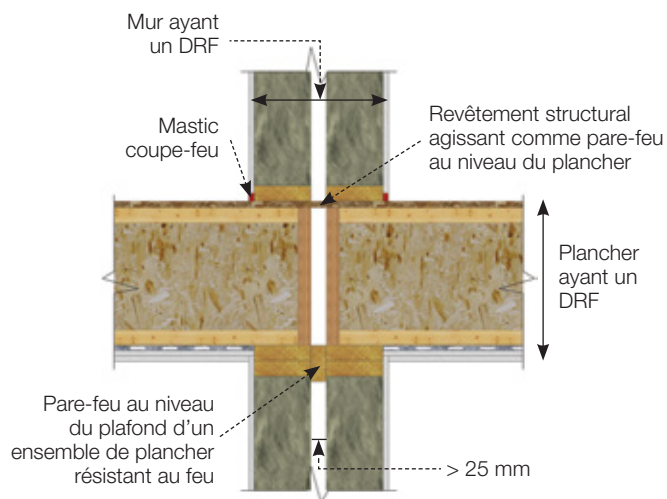


FIGURE 73 • Exemple de pare-feu requis pour un mur double à ossature légère en bois dont l'espace est supérieur à 25 mm (adaptée de CNRC 2007)

4.5.3 Pare-feu dans les vides de construction horizontaux

Les exigences concernant la compartimentation des vides de construction horizontaux se trouvent à l'article 3.1.11.5 du CNBC. Les vides de construction des planchers ou des toits de construction combustible et dans lesquels il n'y a aucune protection par gicleurs doivent être subdivisés au moyen de pare-feu en compartiments respectant les dimensions indiquées à l'article 3.1.11.5 selon l'indice de propagation de la flamme des matériaux de construction exposés à l'intérieur de ces vides. Ceci peut être réalisé en fixant des panneaux structuraux en bois ou des plaques de plâtre sur le côté des poutrelles de plancher ou des fermes de toit selon un certain intervalle permettant de respecter les dimensions requises (**figure 75**).

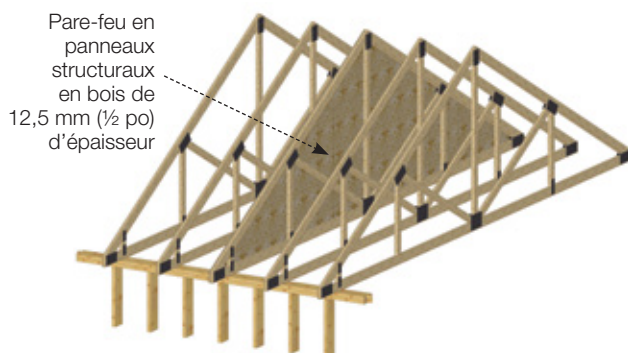


FIGURE 75 • Exemple d'installation d'un pare-feu à l'intérieur du vide de construction horizontal d'une toiture

Des exigences particulières s'appliquent toutefois aux bâtiments en bois de 5 ou 6 étages. Le CCQ 2015 requiert, au paragraphe 3.1.11.5.3), que les vides de construction horizontaux des planchers et des toits des bâtiments d'habitations ou d'affaires de 5 ou 6 étages en bois soient remplis d'isolant incombustible ou protégés par gicleurs automatiques conformément aux exigences de la norme NFPA 13 (2013). Bien que la norme NFPA 13 permette sous certaines conditions de ne pas installer de gicleurs à l'intérieur de certains vides de construction, seulement l'une ou l'autre des deux méthodes de protection mentionnées ci-dessus, à savoir l'utilisation de gicleurs ou d'isolant incombustible, est autorisée par le CCQ 2015 pour la protection des vides de construction horizontaux des planchers et des toits dans les bâtiments de 5 ou 6 étages en bois. Lorsqu'un vide de construction horizontal est rempli avec un isolant incombustible, un espace d'air maximal de 50 mm (2 po) est permis dans la partie supérieure de la cavité conformément à la norme NFPA 13 (**figure 25, p. 34**). La sous-section 4.2.1 du présent chapitre traite plus en détail de la protection par gicleurs des vides de construction ainsi que des situations pour lesquelles la norme NFPA 13 autorise de ne pas y installer de gicleurs.

Les isolants incombustibles, pour leur part, doivent répondre aux exigences de la norme CAN/ULC-S114, *Méthode d'essai normalisée pour la détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction* (ULC-S114, 2005). Cela inclut notamment les isolants de laine minérale à base de basalte, aussi appelée laine de roche, ainsi que les isolants de fibre de verre. Ces deux types d'isolants se trouvent sous forme de nattes ou encore pulvérisés. Il est fortement recommandé de consulter les différents fabricants d'isolant afin d'obtenir le rapport d'essai de leur produit confirmant que les exigences de la norme CAN/ULC-S114 sont bien respectées.

Le CNBC requiert également de compartimenter, à l'aide de pare-feu, les projections horizontales extérieures telles que les corniches, les balcons, les marquises et autres lorsque l'indice de propagation de la flamme des matériaux exposés à l'intérieur de ces vides est supérieur à 25. Les pare-feu doivent être installés aux endroits où ces vides se prolongent au-delà des séparations coupe-feu verticales exigées, par exemple les murs mitoyens entre les logements, et de façon à ce que la dimension maximale de ces vides soit de 20 mètres. Cette compartimentation des projections horizontales est requise par le CNBC peu importe que ces vides soient protégés par gicleurs ou non.

4.5.4 Ouvertures et pénétrations dans les pare-feu

Advenant que des ouvertures ou des pénétrations soient nécessaires dans les pare-feu des vides de construction verticaux ou horizontaux afin d'y laisser passer des installations techniques, telles que des éléments de plomberie ou d'électricité, l'article 3.1.11.7 du CNBC requiert que ces ouvertures soient protégées afin de maintenir l'intégrité des pare-feu à ces endroits. Tout comme pour les pénétrations dans les séparations coupe-feu ou ensembles résistant au feu, le CNBC stipule que les joints autour des pénétrations dans les pare-feu doivent être obturés au moyen de coupe-feu. Par exemple, les pénétrations des fils électriques ou des tuyaux de plomberie traversant des lisses ou sablières dans les murs à ossature légère en bois devraient être munies de coupe-feu (**figure 76**). En plus des systèmes coupe-feu homologués conformément à la norme CAN/ULC-S115 (2011), le CNBC permet l'emploi de coupe-feu génériques tels que la laine minérale ou le plâtre de gypse afin d'obturer les pénétrations dans les pare-feu. La sous-section 4.4.3 du présent chapitre peut être consultée afin d'obtenir davantage de renseignements sur les systèmes coupe-feu homologués.

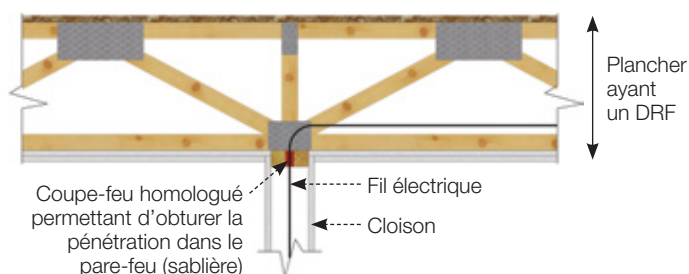


FIGURE 76 • Exemple de protection d'une pénétration dans un pare-feu au moyen d'un coupe-feu

4.6 Cages d'ascenseur et d'escalier

Cette section du chapitre traite à la fois des cages d'ascenseur et d'escalier puisqu'il s'agit d'éléments de bâtiment présentant certaines similitudes. En effet, tous deux constituent des puits verticaux parcourant habituellement tous les étages d'un bâtiment en partant du bas jusqu'au toit. Certaines distinctions existent tout de même entre ces deux éléments puisque les cages d'ascenseur sont considérées comme des vides techniques verticaux dans le CNBC alors que les cages d'escalier constituent des issues. Les exigences prescriptives de sécurité incendie concernant les vides techniques verticaux utilisés comme gaines d'ascenseur sont énoncées à la section 3.5 et à la sous-section 3.6.3 du CNBC, tandis que celles relatives aux cages d'escalier sont plutôt indiquées à la section 3.4 (CNBC, 2010).

Types de construction

Le type de construction permis pour les noyaux d'ascenseur ou d'escalier est normalement le même que celui qui est autorisé pour l'ensemble du bâtiment à la sous-section 3.2.2 du CNBC. Ces noyaux peuvent donc être de construction combustible dans les bâtiments pour lesquels une construction combustible est autorisée. Au Québec, le CCQ 2015 exige cependant que les cages d'escalier d'issue et leur prolongement hors toit soient de construction incombustible dans les bâtiments de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois (CCQ, 2015). Ainsi, si un concepteur désire construire les cages d'escalier d'issue à partir d'une quelconque structure en bois, une demande de mesure différente (solution de rechange) doit être présentée à la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) et être approuvée par celle-ci. Les cages d'ascenseur de construction combustible demeurent toutefois autorisées pour ce type de bâtiment. Par contre,

dans le cas des bâtiments de 5 ou 6 étages ayant une structure massive en bois à poutres et colonnes ou en panneaux massifs, l'utilisation de cages d'escalier d'issue de construction massive en bois est permise par la RBQ sous certaines conditions. Plus d'informations sont disponibles sur le site Internet de la RBQ.

Il existe différents systèmes permettant de bâtir des cages d'ascenseur ou d'escalier de construction combustible pour les bâtiments multi-étagés en bois. Parmi ceux-ci, on compte notamment les murs à ossature légère conventionnels, les murs massifs en bois de sciage lamellé-cloué ou encore les panneaux massifs en bois de charpente composite (SCL) ou en bois lamellé-croisé (CLT). Des exemples de ces systèmes sont illustrés aux **figure 77** et **figure 78**.

La structure des puits d'ascenseur ou d'escalier des bâtiments de moyenne hauteur en bois pourrait également être constituée de maçonnerie ou de béton armé, suivant la pratique courante. Toutefois, la combinaison d'une structure principale en bois et d'une cage en béton ou en maçonnerie implique des considérations de conception particulières. En effet, en plus de la nécessité de concevoir des moyens efficaces de les connecter adéquatement l'un à l'autre, l'utilisation de matériaux structuraux de nature différente pourrait engendrer du mouvement vertical et/ou latéral différentiel et ainsi compromettre à la fois l'intégrité de la structure et l'étanchéité des séparations coupe-feu.

Afin d'éviter cette problématique dans les bâtiments de moyenne hauteur en bois, la Régie du bâtiment du Québec suggérerait, à la section 2.8 de son guide *Construction d'habitations en bois de 5 ou 6 étages* (RBQ, 2013), de privilégier les options faisant appel au matériau bois pour les gaines d'ascenseur. Des explications supplémentaires concernant la notion de mouvement vertical peuvent être obtenues à la section 3.6 du présent guide.



FIGURE 77 • Exemple d'une gaine d'ascenseur en bois de sciage lamellé-cloué (Photo: GHL Consultants Ltd.)



FIGURE 78 • Exemple d'une gaine d'ascenseur en panneaux massifs lamellé-croisés (CLT) (Photo: Nordic Structures)

Séparations coupe-feu

Un vide technique vertical utilisé comme gaine d'ascenseur doit être isolé de toutes autres parties de chaque étage par une séparation coupe-feu offrant un degré de résistance au feu (DRF) conforme à celui exigé au tableau 3.5.3.1. du CNBC (2010). De ce fait, les cages d'ascenseur des bâtiments de moyenne hauteur en bois doivent offrir un degré de résistance au feu d'une heure au minimum puisque c'est ce même DRF qui est exigé pour les planchers de ce type de bâtiment. Le paragraphe 2) de l'article 3.5.3.1 permet toutefois de se soustraire à cette exigence si la machinerie d'ascenseur se trouve dans un local isolé du reste du bâtiment par une séparation coupe-feu dont le DRF est au moins équivalent à celui qui serait exigé pour la gaine d'ascenseur. Les cages d'escalier doivent également être isolées du reste du bâtiment par une séparation coupe-feu, comme stipulé à l'article 3.4.4.1 du CNBC. Tout comme pour les gaines d'ascenseur, le DRF de la séparation coupe-feu des cages d'escalier est fonction de celui exigé pour les planchers. Les puits d'escalier des bâtiments de moyenne hauteur en bois doivent donc être isolés du reste du bâtiment par des séparations coupe-feu ayant une résistance au feu d'une heure.

De plus, les gaines d'ascenseur et les cages d'escalier doivent être continues à travers tous les planchers des étages, et elles doivent également se prolonger dans le comble de la toiture. En effet, lorsqu'un vide technique horizontal ou un vide de construction est situé

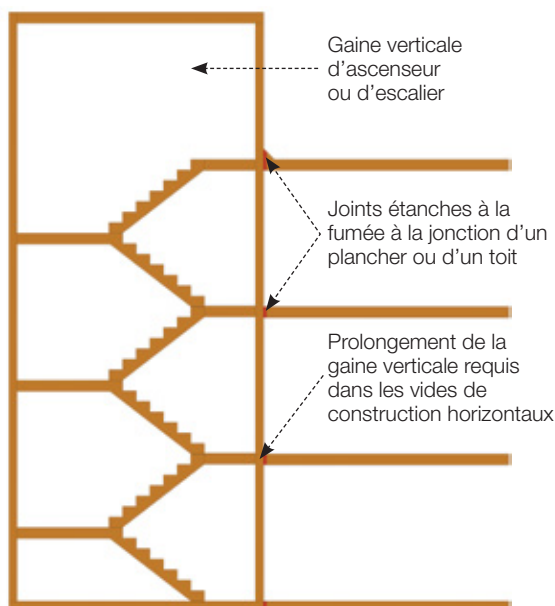


FIGURE 79 • Exigences de continuité et d'étanchéité d'une gaine d'ascenseur ou d'escaliers à sa jonction avec les planchers et le toit (adaptée de CCB 1997)

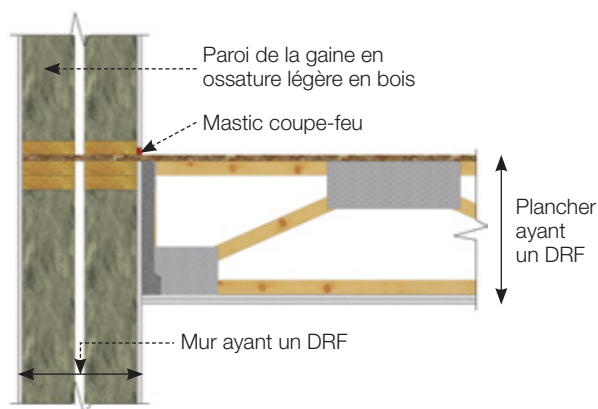
au-dessus d'une séparation coupe-feu verticale formée par les parois d'une gaine verticale ou d'une cage d'escalier, il est requis, conformément au paragraphe 3.1.8.3.1) du CNBC (2010), que cette séparation coupe-feu verticale ait un prolongement équivalent dans le vide en question. En outre, selon le deuxième paragraphe de l'article 3.1.8.3, ces séparations coupe-feu verticales doivent être étanches à la fumée à leur jonction avec un plancher ou un toit. L'étanchéité pourrait par exemple être obtenue en colmatant le joint à l'aide d'un mastic coupe-feu. La **figure 79** illustre cette exigence alors que la **figure 80** présente quelques exemples de détails de jonction entre une gaine verticale en bois et les planchers ou le toit d'une structure à ossature légère en bois.

Le CNBC stipule également au paragraphe 3.6.3.1.2) qu'un vide technique vertical, telle une gaine d'ascenseur, qui ne se prolonge pas au-delà du toit doit être fermé à son sommet par une construction ayant au minimum le même degré de résistance au feu que celui exigé pour ses parois verticales. Enfin, comme indiqué au paragraphe 5) du même article, les seules ouvertures permises dans les parois d'un vide technique vertical sont celles nécessaires à son utilisation. Pour les cages d'escaliers d'issue, les seules ouvertures permises dans les parois formant les séparations coupe-feu sont celles énumérées au paragraphe 1) de l'article 3.4.4.4 du CNBC. Dans les deux cas, l'intégrité des séparations coupe-feu au niveau des ouvertures ou des pénétrations doit être assurée en suivant les prescriptions énoncées aux sous-sections 3.1.8 et 3.1.9 du CNBC. La sous-section 4.4.3 du présent chapitre traite de cet aspect plus en détail.

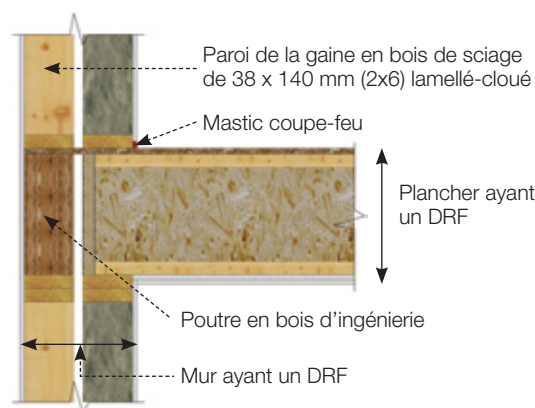
Pour les noyaux construits à partir de murs à ossature légère en bois, le DRF est obtenu par la paroi de plaques de plâtre recouvrant la structure. Un DRF d'une heure peut être atteint en utilisant l'une des méthodes mentionnées à la sous-section 4.3.1 du présent chapitre. Dans le cas d'une gaine dont la structure est constituée de bois de sciage lamellé-cloué (**figure 77**), le DRF peut être déterminé en utilisant l'annexe D-2.4 du CNBC (2010). Selon cette annexe, le mur doit avoir une épaisseur minimale de 140 mm afin d'offrir une heure de résistance au feu. Enfin, lorsque des panneaux lamellé-croisés sont utilisés pour la construction du noyau d'ascenseur ou d'escalier, le DRF s'obtient par la méthode de calcul présentée au chapitre 8 révisé de l'édition canadienne du *Manuel sur le bois lamellé-croisé* publié par FPInnovations (Dagenais, 2014), comme indiqué à la sous-section 4.3.2 du présent chapitre.

Propagation de la flamme

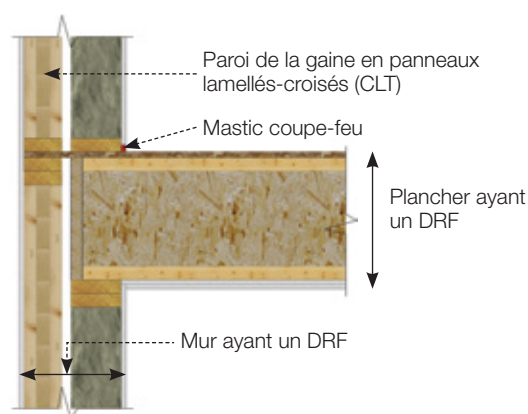
Par ailleurs, les parois intérieures des gaines d'ascenseur ou d'escalier doivent être revêtues de matériaux répondant aux exigences de propagation de la flamme



Détail A - gaine en ossature légère en bois



Détail B - gaine massive en bois de sciage lamellé-cloué



Détail C - gaine massive en panneaux lamellés-croisés (CLT)

FIGURE 80 • Détails de jonction entre une gaine verticale en bois et les planchers ou le toit d'une structure à ossature légère en bois

énoncées par le CNBC. Dans le cas des gaines d'ascenseur, le CNBC exige à l'article 3.1.13.2 que l'indice de propagation de la flamme des revêtements de finition des vides techniques verticaux soit inférieur ou égal à 25. Cet indice doit être déterminé selon des essais réalisés conformément à la norme CAN/ULC-S102, *Méthodes d'essai normalisées caractéristiques de combustion superficielle des matériaux de construction et assemblages* (ULC-S102, 2010). Les plaques de plâtre ou les contreplaqués ignifugés sous pression selon la norme CSA O80 (2008) sont des exemples de produits répondant à cette exigence. Pour les cages d'escalier, un indice de propagation de la flamme maximal de 25 est également requis pour les revêtements de finition des murs et plafonds, conformément à ce qui est stipulé à l'article 3.1.13.2 concernant les issues.

Protection par gicleurs

Enfin, la norme NFPA 13 exige que les noyaux d'ascenseur de construction combustible soient protégés par des gicleurs automatiques localisés à deux endroits, soit au sommet du puits ainsi qu'à la base de celui-ci (**figure 81**). Les gicleurs à la base doivent être situés à une distance maximale de 0,61 m (2 pi) du fond du puits et idéalement être installés du côté de la porte de l'ascenseur. Les gicleurs à la base ne sont pas requis pour les noyaux de construction incombustible qui ne contiennent aucun liquide hydraulique combustible.

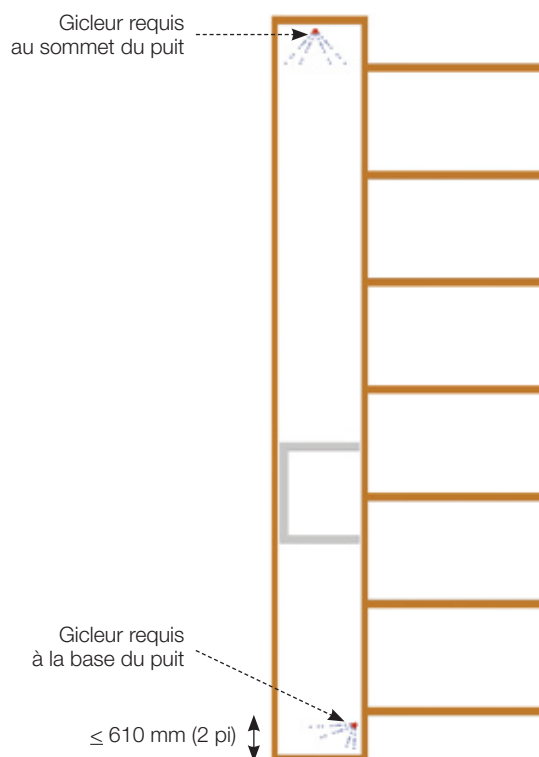


FIGURE 81 • Disposition des gicleurs dans une cage d'ascenseur de construction combustible

Quant aux gicleurs requis au sommet de la gaine, ils peuvent également être omis si celle-ci est de construction incombustible et si les matériaux de revêtement enveloppant la cabine d'ascenseur respectent les exigences de la norme ASME A17.1/CSA B44, *Safety Code for Elevators and Escalators* (2010).

Dans le cas des cages d'escalier, la norme NFPA 13 exige la présence de gicleurs automatiques au sommet de tous les puits. Pour les cages de construction combustible, la norme oblige également la présence de gicleurs en dessous des paliers d'arrivée de chaque étage ainsi qu'en dessous du palier intermédiaire le plus bas. Les gicleurs situés en dessous des paliers d'arrivée doivent être orientés de façon à protéger à la fois les paliers d'arrivée et les paliers intermédiaires (**figure 82**). Dans le cas des cages d'escalier de construction incombustible, des gicleurs sont requis uniquement en dessous du premier palier accessible à la base du puits, en plus de ceux exigés au sommet (**figure 83**). Toutefois, si une cage de construction incombustible dessert les deux côtés d'un mur coupe-feu, il doit y avoir des gicleurs en dessous des paliers d'arrivée de chaque étage.

4.7 Revêtements intérieurs et extérieurs

Tout d'abord, le CCQ 2015 permet l'usage de revêtements extérieurs combustibles pour les murs extérieurs

des bâtiments en bois de 5 ou 6 étages, sauf au pourtour des ouvertures non protégées afin de limiter la propagation extérieure d'un incendie. En effet, il est exigé que le revêtement extérieur des murs soit incombustible pour au moins deux mètres au-dessus et un mètre de chaque côté des baies non protégées et de toute ouverture ou de tout élément pouvant propager un incendie. Le CCQ 2015 requiert également que le dessous des balcons soit recouvert d'un revêtement incombustible.

Pour leur part, les revêtements intérieurs de finition des murs et des plafonds doivent satisfaire aux exigences de propagation de la flamme de la sous-section 3.1.13 du CCQ, ce qui signifie dans la majorité des cas un indice de propagation de la flamme maximal de 150. La plupart des produits de revêtement de finition en bois respectent ce critère. Des exigences plus restrictives s'appliquent pour certains endroits dans les bâtiments. C'est le cas notamment des issues et des halls d'entrée où l'indice maximal de propagation de la flamme des revêtements intérieurs de finition des murs et des plafonds doit être de 25. Dans ce cas, les produits de revêtement de finition en bois peuvent être recouverts d'un enduit d'ignifugation afin d'abaisser leur indice de propagation de la flamme et ainsi respecter cette exigence.

Enfin, les revêtements de sol combustibles, tels que les parquets en bois, sont autorisés sans restriction dans les constructions combustibles et incombustibles. Ils peuvent donc être utilisés dans les bâtiments en bois de 5 ou 6 étages.

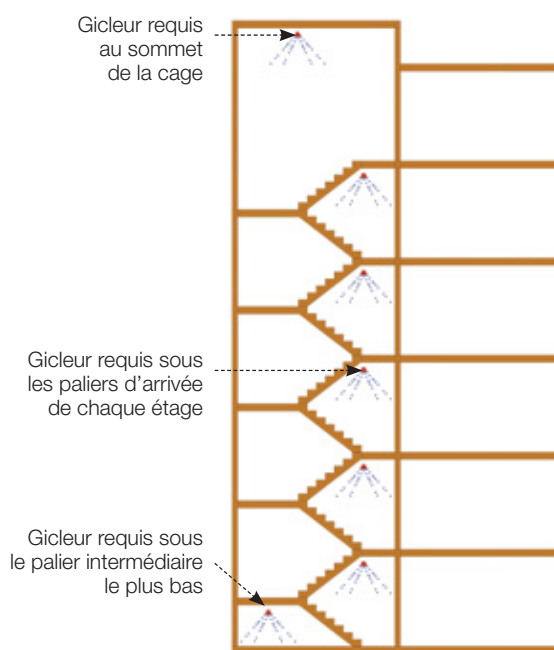


FIGURE 82 • Disposition des gicleurs dans une cage d'escalier de construction combustible

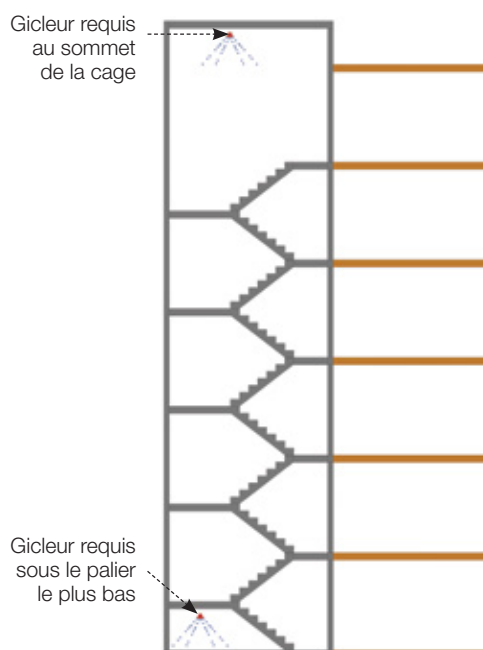


FIGURE 83 • Disposition des gicleurs dans une cage d'escalier de construction incombustible

5 MÉCANIQUE DU BÂTIMENT

5.1 Mouvement vertical

Comme mentionné dans le Code national du bâtiment, les installations mécaniques et leurs équipements doivent être conçus et mis en place de manière à leur permettre de suivre le mouvement de la structure lors de la construction du bâtiment.

La section 3.6 fait état du mouvement vertical que peut subir la structure à ossature légère en bois d'un bâtiment de 5 ou 6 étages, principalement causé par le retrait des éléments structuraux lors de la première année de mise en service. Bien que le mouvement vertical causé par le retrait puisse atteindre plus de 50 mm (2 po) pour une construction traditionnelle, plusieurs stratégies peuvent être instaurées afin de limiter ce mouvement, dont l'utilisation de bois à faible teneur en humidité. Pour un bâtiment de 6 étages conçu et mis en œuvre adéquatement, il peut être raisonnable de prévoir un mouvement vertical total variant entre 19 mm ($\frac{3}{4}$ po) et 38 mm ($1\frac{1}{2}$ po), divisé sur chaque étage.

Il importe de s'informer auprès de l'ingénieur en structure du mouvement anticipé pour chaque projet. Les détails d'installation d'éléments sur plusieurs niveaux, par exemple, les colonnes de plomberie ou les conduits de ventilation, doivent pouvoir s'adapter à ce retrait de la structure. Des systèmes d'attaches et d'ancrages permettant de compenser ce mouvement peuvent être spécifiés lorsqu'ils sont nécessaires (**figure 84**).

De plus, il est essentiel de prévoir qu'un mouvement différentiel peut se produire avec certains autres éléments de la structure, tels que des murs de béton ou de maçonnerie. Des précautions doivent alors être prises pour s'assurer que les éléments mécaniques, les conduits de canalisation ou les gaines électriques

qui traversent ces éléments ne sont pas endommagés par ce mouvement différentiel. Les pentes de la canalisation de drainage doivent également être suffisantes pour ne pas être trop réduites, ou même inversées, par ce mouvement différentiel.

5.2 Sécurité incendie

Comme mentionné au chapitre 4, les bâtiments de moyenne hauteur à usage résidentiel (groupe C) doivent être entièrement protégés par un système de gicleurs automatiques à déclenchement rapide, peu importe le type de construction utilisé. Le chapitre 4 énonce en détail les exigences liées à la sécurité incendie pour ce type de construction à ossature légère en bois.



FIGURE 84 • Manchons de plomberie permettant le retrait

6 ENJEUX ARCHITECTURAUX

6.1 Disposition des murs porteurs et des ouvertures

La disposition des murs intérieurs et des ouvertures doit tenir compte des exigences en matière d'aménagement tout en permettant de respecter les contraintes structurales.

En ce qui a trait aux charges gravitaires, l'emplacement des murs porteurs influence l'orientation, la portée et la hauteur des poutrelles, des poutres et des fermes de toit, comme mentionné à la section 3.3. Pour optimiser la structure et réduire les coûts, il est très avantageux de prévoir un alignement de ces murs porteurs entre les différents étages ainsi qu'avec la

structure du stationnement souterrain. Les contraintes d'aménagement du stationnement étant généralement très restrictives, elles influencent grandement l'aménagement des axes porteurs du bâtiment. La solution proposée dans l'exemple de calcul présenté au volume 2 prévoit faire porter les fermes de la toiture sur les murs extérieurs longitudinaux tout en soutenant les poutrelles de plancher par les murs transversaux situés entre les logements. L'ajout de murs intermédiaires ou de poutres à l'intérieur des logements permet aussi de réduire la portée des poutrelles de plancher et de suivre la trame de 6 m du stationnement souterrain.

De plus, comme mentionné à la section 3.4, la résistance aux charges latérales (vent et séisme) demande des murs continus sans ouvertures pour agir comme murs de refend selon les deux directions principales du bâtiment. Typiquement, les murs de corridors et les murs entre les logements peuvent être utilisés à cette fin. Il est cependant important que ces murs soient alignés d'un étage à l'autre pour assurer la continuité des murs de refend. Les murs de façade pourraient aussi être utilisés, quoique, dans ce cas, le pourcentage d'ouverture doit être réduit, et les fenêtres doivent être alignées d'un étage à l'autre.

La coordination avec l'ingénieur en structure est primordiale afin de s'assurer que la disposition choisie pour les murs et les ouvertures garantit la mise en place d'un système structural efficace et économique.

6.2 Mouvement vertical

La structure à ossature légère en bois d'un bâtiment de 5 ou 6 étages peut subir un mouvement vertical, principalement lié au retrait des éléments structuraux en bois lors de la première année de mise en service (section 3.6). Ce mouvement vertical peut dépasser 50 mm (2 po) pour une construction traditionnelle de 6 étages, mais plusieurs stratégies peuvent être mises en œuvre pour le limiter. Pour un bâtiment de 6 étages conçu et mis en œuvre adéquatement, on peut prévoir un mouvement vertical total, incluant le retrait, la déformation élastique et le fluage, se situant entre 19 mm ($\frac{3}{4}$ po) et 38 mm (1½ po). Il importe de s'informer auprès de l'ingénieur en structure du mouvement anticipé pour chaque projet et de prévoir les détails de conception pour s'assurer que ce mouvement ne cause aucun inconvénient.

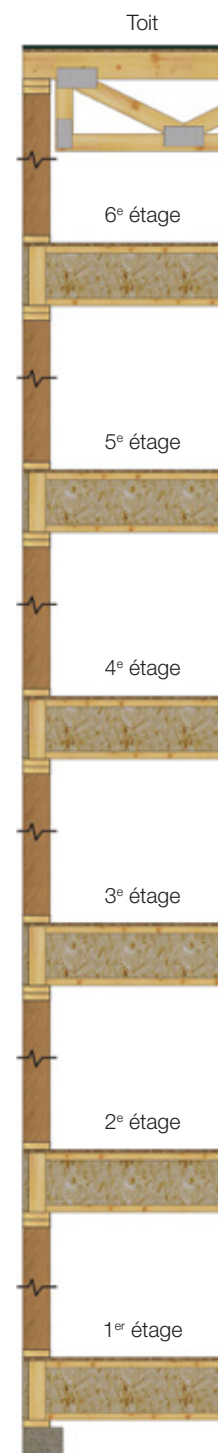
Comme le retrait provient principalement des éléments en bois de sciage placés à l'horizontale, la première stratégie pour limiter le retrait est de restreindre le nombre d'éléments horizontaux et de réduire leur teneur en humidité lors de l'installation (section 3.6.5). Les **tableaux 9, 10 et 11** présentent le calcul du retrait prévu pour différentes solutions. Puisque le retrait est cumulatif d'un étage à l'autre, le mouvement vertical à prévoir varie selon l'étage considéré. Comme présenté au **tableau 20**, le retrait total d'un bâtiment de 6 étages avec des poutrelles en I appuyées sur les murs et des lisses et sablières en bois de sciage est d'environ 27,5 mm (1½ po). Toutefois, le mouvement vertical causé par le retrait du plancher du 6^e étage par rapport au niveau du sol (ou à une structure ne subissant pas de retrait) est d'environ 21 mm ($\frac{7}{8}$ po), alors que celui du plancher du 2^e étage est seulement de 5 mm ($\frac{1}{4}$ po).

Lorsqu'une structure à ossature de bois s'intègre à un parement de briques, à une cage d'ascenseur en béton ou à un élément de construction à charpente d'acier, il faut tenir compte des effets cumulatifs du mouvement différentiel au moment de concevoir les détails de construction et de formuler les spécifications. Comme la plus grande partie du retrait prévu s'effectue lors de la première année d'utilisation du bâtiment, il est judicieux de prévoir, pour chaque étage, des détails qui se trouveront dans leur position optimale après le retrait, tout en laissant un petit jeu au cas où le calcul du retrait aurait été trop élevé. Par exemple, le seuil d'une porte au 6^e étage allant de la structure en bois vers une structure qui ne subit pas de retrait, comme une cage d'ascenseur en béton, pourrait être installé 19 mm ($\frac{3}{4}$ po) plus haut. Ainsi, après le retrait de la structure, le seuil de la porte devrait retrouver son niveau normal pour le reste de la vie du bâtiment.

Globalement, des détails de conception doivent être prévus, particulièrement aux jonctions entre la structure principale en bois et des éléments continus sur plusieurs étages qui ne subissent pas de retrait, dont les cages d'ascenseur ou d'escalier en béton ou en acier et les murs coupe-feu.

TABLEAU 20 • Retrait dans un bâtiment de 6 étages avec des poutrelles en I appuyées sur les murs (selon le tableau 9 avec T.H. initiale de 19 % et T.H. finale de 8 %)

	Matériaux utilisés	Retrait (mm)		Mouvement vertical du plancher par rapport à sa position initiale (causé par le retrait) (mm)
Toit	Membrure supérieure de la ferme de toit	2,5	6,5	= -21,0 - 6,5 = -27,5
	Sablière double et lisse basse en bois de sciage	2,5		
	Montants	1,5		
6 ^e étage	Poutrelles en I avec poteaux de transfert et solive de rive	0,2	4,0	= -17,0 - 4,0 = -21,0
	Sablière double et lisse basse en bois de sciage	2,5		
	Montants	1,3		
5 ^e étage	Poutrelles en I avec poteaux de transfert et solive de rive	0,2	4,0	= -13,0 - 4,0 = -17,0
	Sablière double et lisse basse en bois de sciage	2,5		
	Montants	1,3		
4 ^e étage	Poutrelles en I avec poteaux de transfert et solive de rive	0,2	4,0	= -9,0 - 4,0 = -13,0
	Sablière double et lisse basse en bois de sciage	2,5		
	Montants	1,3		
3 ^e étage	Poutrelles en I avec poteaux de transfert et solive de rive	0,2	4,0	= -5,0 - 4,0 = -9,0
	Sablière double et lisse basse en bois de sciage	2,5		
	Montants	1,3		
2 ^e étage	Poutrelles en I avec poteaux de transfert et solive de rive	0,2	4,0	=- 1,0 - 4,0 = -5,0
	Sablière double et lisse basse en bois de sciage	2,5		
	Montants	1,3		
1 ^{er} étage	Poutrelles en I avec poteaux de transfert et solive de rive	0,2	1,0	= -1,0
	Sablière en bois de sciage	0,8		
		27,5		



Des détails de conception sont aussi nécessaires pour assurer que le retrait de la structure ne compromette pas le bon comportement de l'enveloppe, incluant, au besoin, des solins avec trous oblongs et des pentes de drainage accentuées. Si une isolation extérieure est prévue, un matériau compressible doit être utilisé. Des détails adaptés au type de revêtement extérieur doivent également être prévus.

Dans le cas d'un parement de maçonnerie, le mouvement différentiel est causé, d'une part, par le retrait et la déformation de la structure en bois et, d'autre part,

par le gonflement possible de la maçonnerie. Comme stipulé dans la norme CSA S304-14, le parement de maçonnerie peut être supporté verticalement par une structure en bois de 6 étages ou moins si elle est conçue selon la partie 4 du CNBC. Toutefois, les parements de maçonnerie doivent reposer sur un matériau d'appui incombustible (par exemple, des cornières d'acier). Le mouvement différentiel prévu doit être considéré lors du choix de l'emplacement et de la largeur des joints de rupture et pour la sélection des attaches et des solins.

De plus, comme pour les autres types de structure, les parements en maçonnerie dont la hauteur totale dépasse 11 m doivent être supportés à chaque étage (CSA S304-14). Pour les parements de moins de 11 m supportés uniquement par le mur de fondation, l'accumulation du mouvement différentiel de chaque étage doit être considérée.

À titre d'exemple, les détails d'installation des fenêtres doivent prévoir un mouvement vertical différentiel entre la structure en bois qui supporte la fenêtre et le parement de maçonnerie. D'une part, un joint d'étanchéité suffisant entre le dormant de la fenêtre et son appui de maçonnerie assure la continuité de l'étanchéité après le retrait de la structure sans que le dormant s'appuie sur la rive supérieure de la maçonnerie (**figure 85**). La hauteur minimale de ce joint d'étanchéité est déterminée en fonction du mouvement différentiel total anticipé. D'autre part, il faut aussi s'assurer que l'étanchéité du pourtour de la fenêtre ne sera pas compromise si elle se déplace vers le bas par rapport au parement. La gestion du mouvement à la tête des ouvertures est particulièrement importante, surtout si celles-ci sont de grandes dimensions.

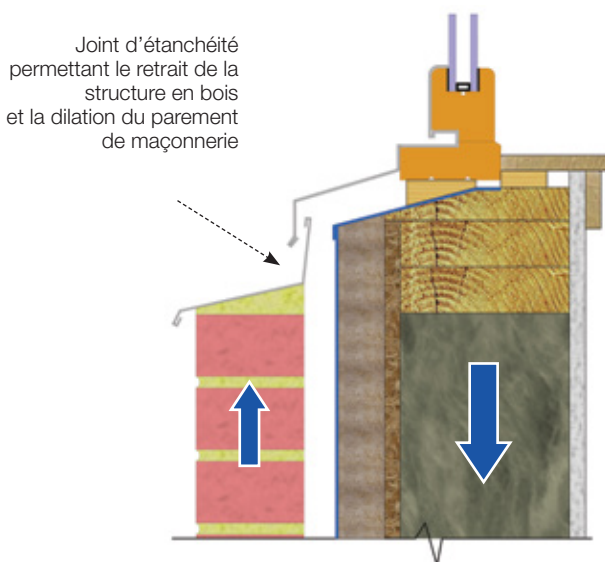


FIGURE 85 • Joint entre le dormant de la fenêtre et le mur de maçonnerie (SCHL, 2006)

Lorsqu'un revêtement de briques est installé sur les premiers étages d'un immeuble, le contre-solin qui recouvre le revêtement peut être déformé lors du retrait de la structure en bois, et l'eau peut alors s'infiltrer dans le mur. Afin d'éviter cette situation, un solin permettant le mouvement de la structure doit être indiqué (**figure 86**).

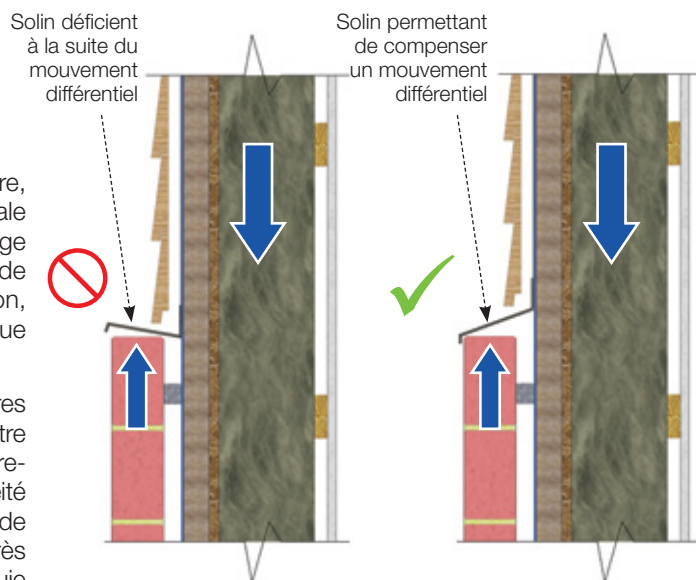


FIGURE 86 • Solin permettant de compenser le mouvement différentiel entre la structure et le parement de maçonnerie

Pour les revêtements en bardage, il est recommandé de prévoir un bardage horizontal pour faciliter l'installation de joints flexibles. Le bardage étant fixé directement au mur, il se déplacera graduellement avec le retrait de chaque étage. Comme pour les revêtements en panneaux, des joints horizontaux doivent être prévus dans le revêtement afin de garder un jeu au niveau de chaque plancher pour compenser le retrait à tous les étages (**figure 87**). Pour l'exemple présenté au **tableau 20**, ce mouvement interétage est d'environ 3 à 4 mm ($\frac{1}{8}$ po). L'ajout de moulures de transition peut être envisagé pour mieux intégrer les joints flexibles dans la composition architecturale de la façade. De plus, comme le revêtement est directement fixé sur la structure, il n'est pas nécessaire de prévoir un jeu important autour des fenêtres et des ouvertures. Les détails de bonnes pratiques pour la construction à ossature légère en bois peuvent donc être appliqués directement (FPI 2013).

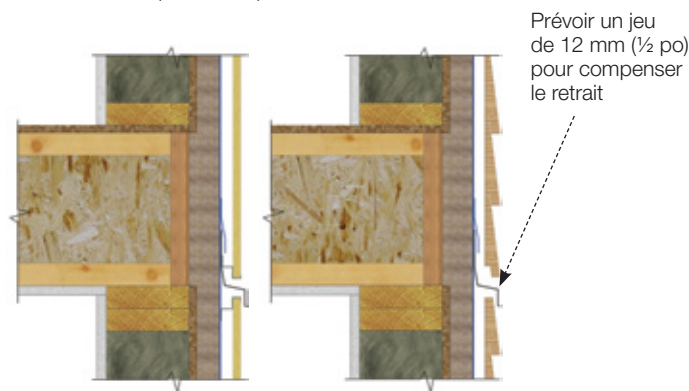


FIGURE 87 • Détails d'étanchéité assurant un bon comportement de l'enveloppe en cas de retrait (FPI 2013)

En Colombie-Britannique, un mince revêtement de brique collé sur un panneau structural est utilisé pour limiter le poids du revêtement ainsi que le mouvement différentiel entre le revêtement et la structure (**figure 88**). Bien que peu d'information soit disponible sur l'efficacité de ce type de parement au Québec, il pourrait faciliter la compensation du mouvement différentiel par des joints d'étanchéité extensibles à chaque étage, comme pour les revêtements en bardage.



FIGURE 88 • Revêtement de brique mince

6.3 Enveloppe du bâtiment

Les exigences en matière d'efficacité énergétique et de contrôle de l'humidité ne diffèrent pas pour un bâtiment d'habitations de 5 ou 6 étages. Cependant, comme les charges climatiques sont augmentées, la qualité de l'enveloppe est d'autant plus importante. De plus, quelques aspects précis doivent être étudiés plus en détail.

La hauteur plus élevée de ces bâtiments influence la quantité de l'eau de pluie coulant sur les façades. Il importe de concevoir adéquatement l'étanchéité et de prévoir une protection pare-pluie adaptée aux bâtiments de grande hauteur, notamment l'utilisation de rubans de scellement appropriés. Les détails prescrits doivent assurer une bonne performance et une étanchéité continue du pare-air à la suite du mouvement vertical causé par le retrait de la structure. Le choix des fenêtres doit aussi être adapté aux charges climatiques plus élevées que subit ce type de bâtiment.

Alors que le code d'efficacité énergétique pour les petits bâtiments a été revu en 2012 par l'ajout de la partie 11 au Code de construction du Québec, la réglementation québécoise pour les bâtiments de plus grandes dimensions n'a toujours pas été mise à jour depuis 1983 (L.R.Q., 1983 et 2012). Le Code national de l'énergie pour les bâtiments propose des exigences en résistance thermique effective qui permettent au concepteur de vérifier la conformité de différentes solutions.

Comme démontré dans l'exemple de calcul du volume 2, les murs des étages inférieurs d'une construction à ossature légère de 5 ou 6 étages demandent la présence de montants plus rapprochés. Ces montants additionnels dans les murs extérieurs doivent être pris en compte pour déterminer la résistance thermique effective de l'enveloppe. L'ajout d'un revêtement intermédiaire isolant et/ou d'une isolation extérieure continue suffisamment perméable à la vapeur d'eau permet de s'assurer que les murs extérieurs aient une résistance thermique suffisante. Cette couche isolante continue doit pouvoir s'adapter au retrait prévu.

Bien que l'exemple proposé au volume 2 suggère d'utiliser les murs intérieurs comme murs de refend (**figure 5**), les murs extérieurs pourraient aussi servir de murs de refend dans un autre concept. Certains de ces murs extérieurs pourraient alors nécessiter un revêtement structural des deux côtés. Une attention particulière serait alors requise pour assurer un bon comportement hygrothermique de l'enveloppe, incluant l'intégrité du pare-vapeur. Par exemple, un double lattage intérieur pourrait assurer l'intégration de l'électricité sans devoir percer le pare-vapeur.

Comme mentionné à la section 6.2, les détails du parement extérieur doivent pouvoir compenser le retrait. Le choix des parements extérieurs doit aussi tenir compte des exigences liées à la sécurité incendie décrites à la section 4.

6.4 Performance acoustique

Dans un bâtiment multilogements, chaque logement doit être isolé acoustiquement du reste du bâtiment par une construction dont l'indice de transmission du son est d'au moins 50 (CNBC, 2010). Plusieurs compositions de mur et de plancher proposées offrent des indices STC de 50 et plus. Cependant, pour correspondre à l'indice STC mesuré en laboratoire, l'assemblage des matériaux doit être très minutieux, et surtout, les scellants acoustiques doivent être installés adéquatement. De plus, l'isolation acoustique entre deux pièces attenantes d'un bâtiment est souvent plus faible que celle indiquée par l'indice STC du mur ou

du plancher les séparant en raison des transmissions indirectes aux jonctions entre les parois. Ces transmissions indirectes peuvent être causées par des fuites ou par des jonctions mur-mur, plancher-plancher, mur-plancher ou plafond-mur (**figure 89**).

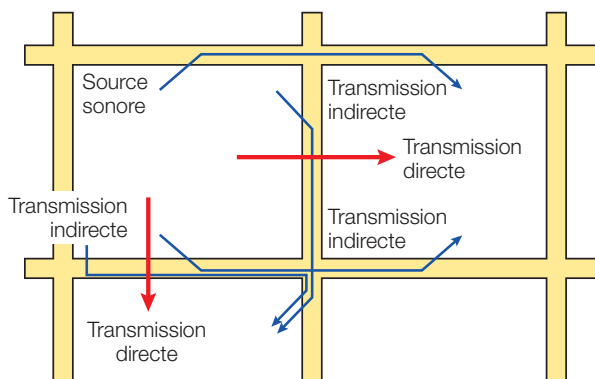


FIGURE 89 • Transmission acoustique directe et indirecte (CNRC, 2006a)

Dans les bâtiments à ossature en bois, les voies de transmission par conduction les plus importantes sont généralement les jonctions mur-plancher (**figure 90**). Le *Guide sur l'isolation acoustique des bâtiments à*

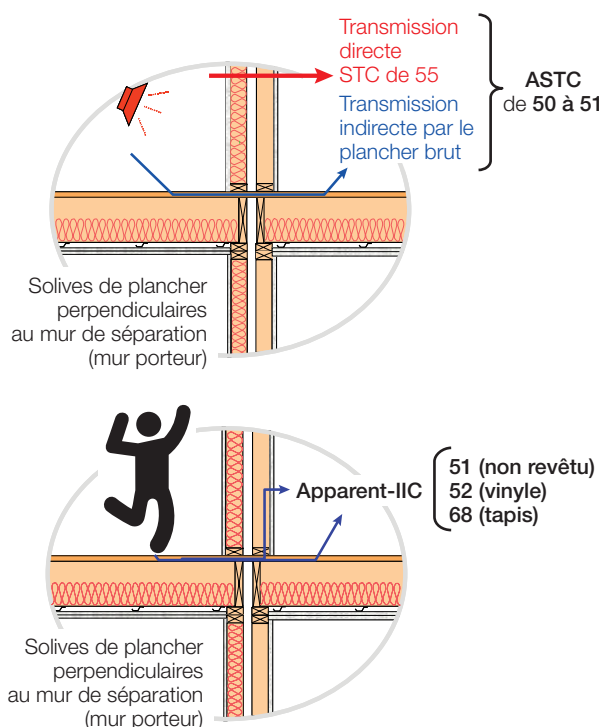


FIGURE 90 • Transmission indirecte mur-plancher pour les sons aériens et les bruits d'impact (CNRC, 2006a)

ossature en bois du CNRC indique des solutions à adopter pour limiter la transmission indirecte du son (CNRC, 2006a).

Différentes exigences structurales ou de sécurité incendie d'un bâtiment de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois peuvent présenter des particularités rendant plus complexe la mise en application de certaines solutions proposées pour une meilleure performance acoustique.

Par exemple, la continuité du diaphragme exige la continuité du revêtement structural de plancher (contreplaqué ou OSB) entre les logements. Cette continuité pouvant être une source de transmission acoustique indirecte, il importe d'isoler la surface de plancher et la chape flottante du revêtement structural à l'aide d'une séparation acoustique appropriée qui dissocie les éléments structuraux de la chape flottante. Cette couche isolante doit remonter à la base du mur pour assurer une isolation acoustique adéquate (**figure 91**).

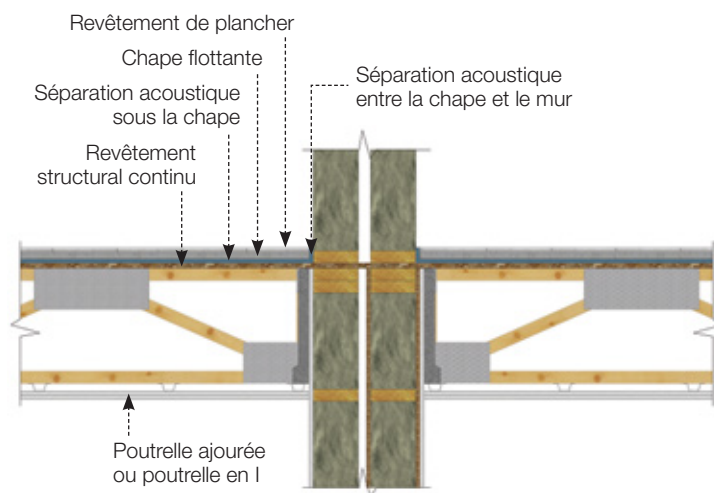


FIGURE 91 • Mur mitoyen double avec isolant acoustique sous la surface du plancher

La solution structurale proposée dans l'exemple de calcul oriente les solives de plancher perpendiculaires aux murs mitoyens des logements. Pour s'assurer que cette orientation des poutrelles ne favorise pas une plus grande transmission acoustique, un mur mitoyen double, dont chaque moitié supporte un plancher différent, ainsi qu'une coupure acoustique entre les deux planchers doivent être prévus. En général, afin de limiter les ancrages de retenue, seulement une moitié du mur double agit comme mur de refend et nécessite la pose d'un panneau structural.

Lorsqu'une cloison agit comme mur de refend, les exigences structurales peuvent nécessiter la pose d'un panneau structural d'un seul côté ou des deux côtés du mur. Il importe alors de ne pas installer de profilés souples entre le panneau structural et la plaque de plâtre pour ne pas créer une cavité trop mince qui amplifierait les sons. Pour un mur simple, lorsqu'un seul panneau structural est nécessaire, les profilés souples peuvent cependant être utilisés de l'autre côté du mur (**figure 92**).

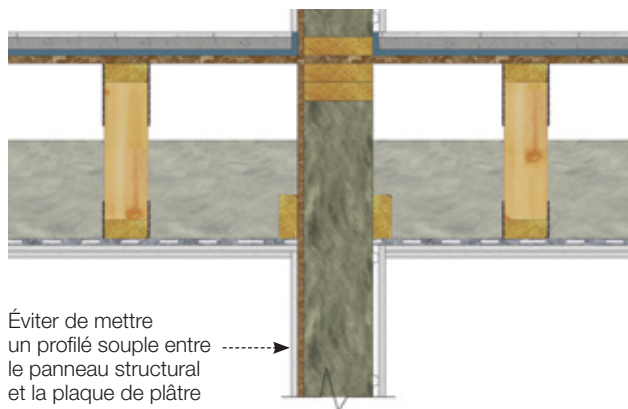


FIGURE 92 • Mur simple avec panneau structural d'un côté et profilé souple de l'autre côté

L'accumulation des charges aux étages inférieurs augmente le nombre de montants nécessaires, particulièrement aux extrémités des murs de refend (**figure 93**). La recommandation de prévoir des murs doubles entre les logements permet de limiter l'effet négatif de ces montants additionnels.

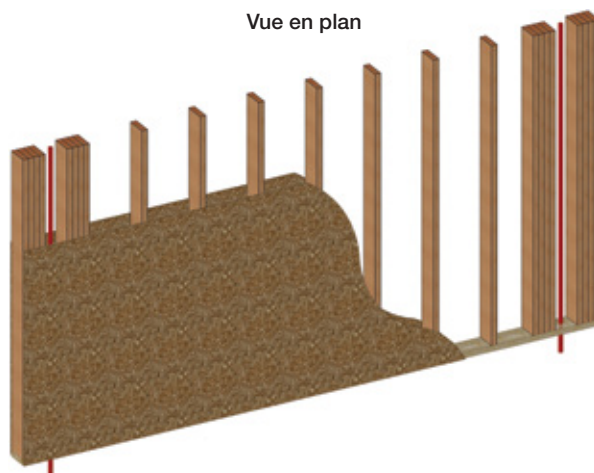


FIGURE 93 • Mur de refend MR7 (1^{er} étage)

6.5 Particularités pour la conception de balcons

Comme pour tous bâtiments, les balcons extérieurs doivent être conçus et réalisés pour assurer une bonne résistance structurale tout en respectant l'intégrité de l'enveloppe du bâtiment, tant pour l'étanchéité à l'eau et à l'air que pour l'aspect des ruptures de ponts thermique. Le mouvement différentiel possible entre la structure du bâtiment et celle des balcons doit aussi être adéquatement considéré. Bien que différentes options soient envisageables pour la structure des balcons extérieurs (**figure 94**), certaines solutions sont mieux adaptées aux bâtiments de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois.

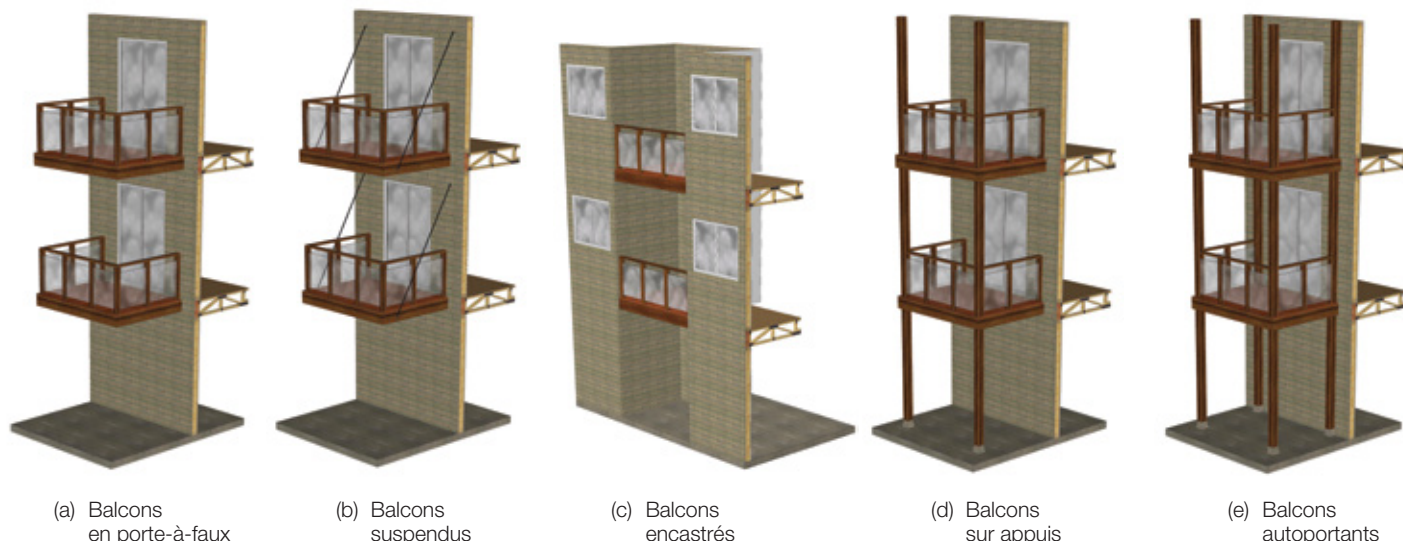


FIGURE 94 • Différentes options de balcons extérieurs

Les balcons en porte-à-faux ne sont généralement pas recommandés. Plusieurs études de cas réalisées au Québec et ailleurs ont démontré des problèmes d'infiltration ou de condensation à la jonction entre les balcons et les murs extérieurs, particulièrement lorsque la structure des balcons est composée de solives en porte-à-faux ou de profilés d'acier encastrés dans le système de poutrelles de plancher. Ce type d'assemblage entraîne une importante discontinuité du pare-air et un risque de pénétration de l'humidité. De plus, l'utilisation de profilés d'acier traversant l'enveloppe génère des ponts thermiques importants.

Les balcons suspendus et les balcons encastrés sont des solutions intéressantes pour les balcons de petites dimensions (**figure 95**). Ces options permettent aux balcons de suivre le mouvement vertical causé par le retrait de la structure du bâtiment. La structure du balcon et le système de suspension doivent être ancrés de façon sécuritaire à la structure du bâtiment, et les forces appliquées doivent avoir été considérées dans le calcul de la structure. L'intégrité de l'étanchéité et de l'isolation doit aussi être assurée malgré la pénétration de l'enveloppe par le système d'ancrages du balcon. De plus, bien qu'ils soient très intéressants, ces balcons peuvent former une volumétrie de bâtiment moins efficace énergétiquement et diminuer l'éclairage naturel aux pièces contiguës.



FIGURE 95 • Exemple de balcons encastrés (Projet Quattro)
Crédit photo : Cotter Architects

Les balcons sur appuis offrent des surfaces de plus grandes dimensions. Cependant, puisque la structure des balcons s'appuie d'un côté sur la structure du bâtiment et de l'autre sur les poteaux extérieurs, le mouvement différentiel entre la structure du bâtiment et les poteaux peut causer une inversion de pente (**figure 96**). Considérant que le mouvement vertical du bâtiment peut aller approximativement de 20 mm à 50 mm selon les choix de conception (section 3.6),

et que la déformation des poteaux varie selon le matériau utilisé, différentes solutions peuvent être envisagées. La plus simple implique une augmentation de la pente initiale pour s'assurer qu'elle ne s'inverse pas à la suite du mouvement différentiel, alors que des solutions plus complexes exigent le recours à des mécanismes d'ajustement de la hauteur pour maintenir une pente de drainage positive. Comme pour les balcons suspendus, l'ancrage à la structure du bâtiment doit être réalisé adéquatement, autant pour la transmission des efforts structuraux que pour l'intégrité de l'enveloppe. De plus, si les poteaux extérieurs sont en bois, ils doivent être protégés sous le plancher pour assurer leur durabilité.

Le recours à des balcons autoportants dont la structure est indépendante de celle du bâtiment permet d'assurer l'intégrité de l'enveloppe et de limiter les efforts parasites. Le mouvement vertical différentiel entre les deux structures doit aussi être étudié pour s'assurer qu'il peut être amorti à la jonction entre le plancher du balcon et la façade.

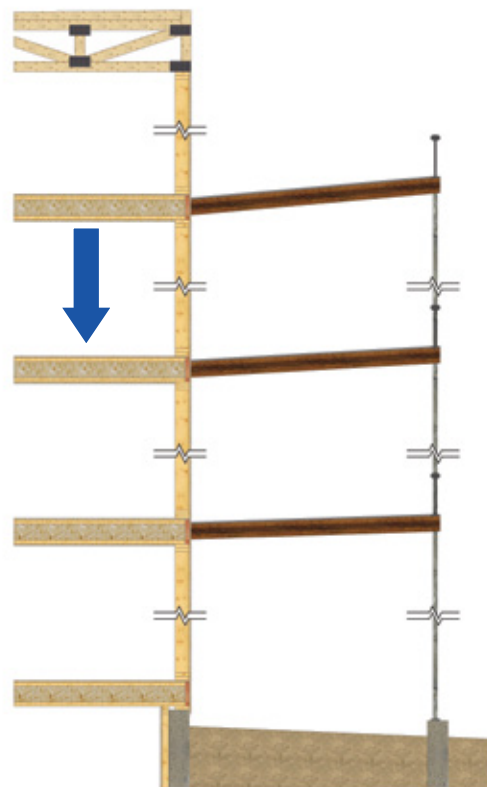


FIGURE 96 • Inversion possible de la pente pour les balcons sur appuis

7 PRÉFABRICATION

Les produits structuraux préfabriqués en usine se regroupent essentiellement en trois catégories. La première comprend les composants structuraux individuels, tels que les fermes de toit et les poutrelles de plancher. Ces composants existent depuis de nombreuses années et sont très largement utilisés dans la construction à ossature légère en bois. La deuxième catégorie englobe les systèmes préfabriqués en panneaux, tels que les murs préfabriqués. Cette catégorie comprend également des sections de plancher préfabriquées en usine ainsi que des sections de toit. La dernière catégorie est la construction modulaire, qui consiste à fabriquer en usine des sections de bâtiments, dont le toit, les murs et le plancher. Les dimensions des modules sont généralement limitées par le transport.

Dans le cas des bâtiments de moyenne hauteur, l'utilisation de produits structuraux préfabriqués pour les charpentes à ossature légère en bois offre de nombreux avantages. Ce chapitre fait un survol des différentes possibilités liées à l'utilisation de ces produits structuraux préfabriqués en usine.

7.1 Composants structuraux préfabriqués

Les composants préfabriqués en bois, tels que les fermes de toit et les poutrelles de plancher, constituent le premier niveau de préfabrication. Leur conception est effectuée à l'aide de logiciels spécialisés directement liés aux équipements de fabrication des usines, tels que des scies numériques. Les différentes coupes des membrures de bois qui les composent sont automatisées afin de garantir l'uniformité des dimensions. Dans le cas des fermes de toit, l'assemblage se fait sur des tables de montage généralement munies d'un système de projection au laser, qui permet un positionnement précis des membrures et des connecteurs (**figure 97**).

De plus, les fabricants de composants ont facilement accès à une vaste gamme de produits de bois d'ingénierie, dont le bois de sciage classé mécaniquement par résistance (MSR) ainsi que les poutres et colonnes

en bois de charpente composites ou en bois lamellé-collé. Ces matériaux performants et de qualité supérieure au bois de sciage classé visuellement offrent davantage de possibilités structurales, par exemple, franchir de plus longues portées, supporter de plus grandes charges ou construire davantage en hauteur. Les composants structuraux sont conçus par l'ingénieur du fabricant selon les spécifications de l'ingénieur du projet.

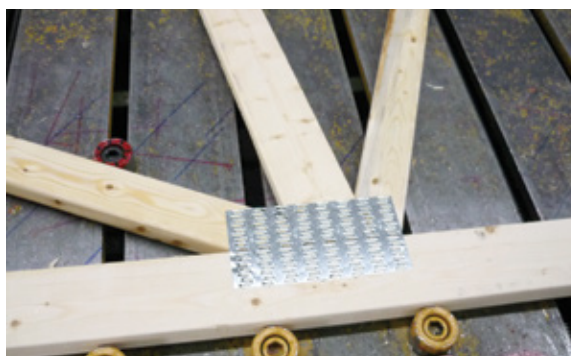
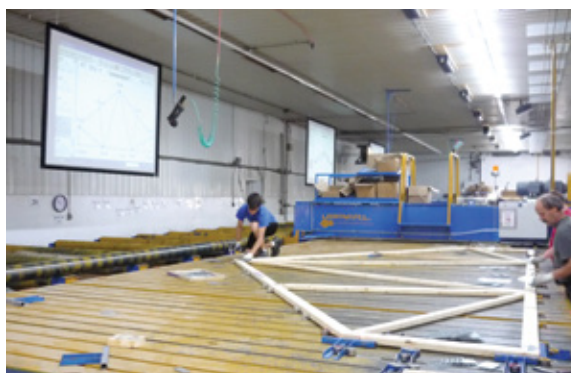


FIGURE 97 • Table de montage (Structures St-Joseph)

Les composants structuraux préfabriqués en usine peuvent être livrés directement au chantier ou être utilisés pour une autre étape de préfabrication en usine, soit la préfabrication de sections de plancher ou de toit ou la construction modulaire.

7.2 Systèmes préfabriqués en panneaux

La préfabrication de murs en usine a débuté au Québec il y a une vingtaine d'années. Il s'agit du système préfabriqué en panneaux le plus utilisé en construction à ossature légère, tant dans les secteurs commercial que résidentiel.



FIGURE 98 • Installation d'un mur préfabriqué
(Photo : Cecobois)



FIGURE 99 • Système de projection au laser pour les murs préfabriqués (Structures St-Joseph)

Les murs préfabriqués sont dessinés à l'aide de logiciels sophistiqués directement liés aux équipements de fabrication dans l'usine afin d'obtenir une très grande précision. L'assemblage se fait sur des tables de montage munies de systèmes de projection au laser qui assurent le positionnement précis des montants et des autres composants du mur. De plus, la

fabrication est entièrement réalisée à l'intérieur, dans un environnement contrôlé et à l'abri de la mauvaise température, ce qui garantit un produit de qualité supérieure.

Les fabricants sont en mesure de fournir tous les dessins d'atelier des murs afin d'assurer au concepteur du bâtiment qu'ils ont été fabriqués selon ses directives, ce qui garantit une meilleure conformité que s'ils avaient été construits sur le chantier. Pour une meilleure précision, plusieurs usines de fabrication de murs sont munies d'équipements de clouage automatiques. Par conséquent, la préfabrication en usine des murs à ossature légère revêtus de panneaux structuraux permet, par exemple, de réaliser des murs de refend dont le clouage répond aux exigences de l'ingénieur en structure. Il est important de souligner que les équipements de clouage automatiques utilisent des clous dont les caractéristiques sont différentes des clous ordinaires que l'on retrouve dans la norme de calcul CSA O86. Pour une même longueur, le diamètre des clous utilisés avec les cloueuses automatiques est généralement inférieur à celui des clous ordinaires. L'ingénieur en structure doit donc concevoir les murs de refend en utilisant des clous dont le diamètre et la longueur correspondent aux équipements d'usine.

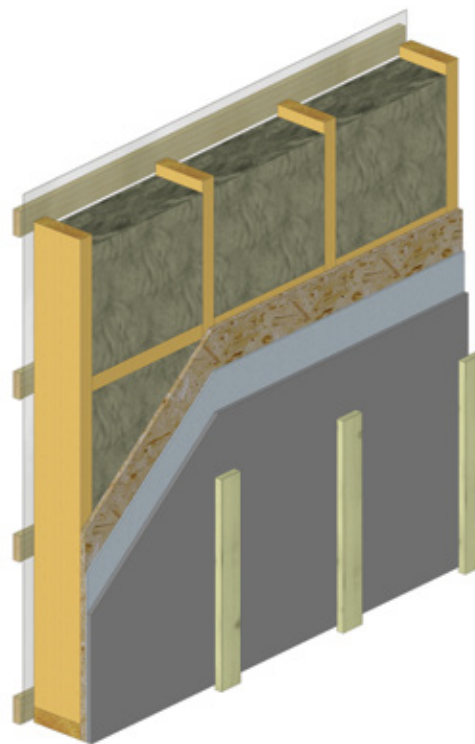


FIGURE 100 • Composition type d'un mur préfabriqué

La construction préfabriquée à ossature légère en bois permet une grande souplesse architecturale. En effet, la préfabrication des murs offre au concepteur une multitude de choix concernant les différents matériaux pour constituer l'enveloppe du bâtiment. Les fabricants offrent généralement la possibilité de choisir parmi une panoplie de matériaux de structure, d'isolation et d'étanchéité afin d'obtenir le rendement énergétique et acoustique désiré. De plus, ce type de construction est compatible avec une large gamme de produits de finition intérieure et extérieure, et leur installation est simple, puisqu'ils se fixent habituellement directement à la charpente de bois.

Par ailleurs, la préfabrication des murs assure une qualité supérieure en ce qui a trait à la pose des différents matériaux qui composent l'enveloppe du bâtiment, tels que l'isolation, le pare-air et le pare-vapeur. Il en résulte une réduction des fuites à travers l'enveloppe et une bonne étanchéité à l'air, ce qui assure une diminution de la consommation énergétique liée au chauffage et à la climatisation du bâtiment.

De plus, la fabrication des murs étant entièrement réalisée en usine, la mauvaise température n'entraîne pas de retards. En outre, le grand nombre de fabricants assure la disponibilité de ces produits, ce qui facilite l'approvisionnement et permet d'éliminer les délais d'attente liés à une trop forte demande. Le temps nécessaire pour construire les bâtiments utilisant

des produits structuraux préfabriqués en bois est également réduit considérablement en raison de la rapidité d'installation au chantier. L'assemblage des différents éléments entre eux est également très simple.

En plus des murs, il est possible de fabriquer des sections de plancher en usine. L'utilisation de sections de plancher préfabriquées permet d'accélérer grandement le temps de construction du bâtiment et, par conséquent, réduit les risques d'exposition aux intempéries. Comme pour les murs préfabriqués, les dimensions des segments de plancher sont limitées par le transport, soit 3,6 m de largeur (12 pi) sur environ 10 m de longueur (33 pi). De plus, les systèmes préfabriqués en panneaux se transportent facilement puisqu'ils peuvent être empilés sans perte d'espace afin d'être livrés en lots.

Les sections de plancher sont généralement constituées du revêtement structural de plancher (contreplaqué ou OSB), des poutrelles, des éléments de rive aux extrémités (ceinture continue, poutre ou solive de rive) et des contreventements internes (raidisseurs continus ou blocages).

Étant donné que le revêtement de plancher agit comme un diaphragme pour résister aux charges latérales causées par le vent et les séismes, le concepteur du bâtiment qui opte pour des sections de plancher préfabriquées doit tenir compte de l'agencement possible des panneaux de revêtement dans le calcul de la résistance du diaphragme comme indiqué au chapitre 9 de la norme CSA O86. Généralement, un joint continu des panneaux de revêtement est créé à la jonction des sections de plancher préfabriquées.

Comme pour les planchers, il est possible de fabriquer des sections de toit en usine, en particulier pour des toits plats. Cette option est également intéressante pour les toitures aux formes complexes, comme les tourelles et les toits à plusieurs versants, qui demandent beaucoup de temps au chantier.

Par ailleurs, si elles ne sont pas assemblées en usine, les poutrelles de plancher ainsi que les fermes de toit peuvent être assemblées au sol en modules au chantier, pour ensuite être déposées en place à l'aide d'une grue. Puisque le travail est effectué principalement au sol, cette méthode accélère le processus de montage tout en augmentant la sécurité des ouvriers. Enfin, l'installation de ces systèmes structuraux est économique, car elle nécessite moins d'ouvriers sur le chantier et se réalise beaucoup plus rapidement.



FIGURE 101 • Exemples de sections de plancher préfabriquées (Photos : Structures RBR)

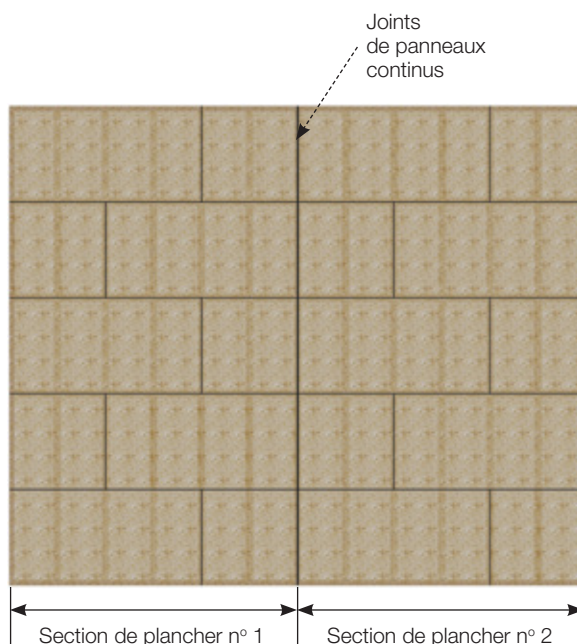


FIGURE 102 • Vue en plan de sections de plancher préfabriquées

Finalement, comme les systèmes structuraux préfabriqués à ossature légère en bois peuvent s'installer rapidement, la construction du bâtiment est plus courte et les risques de vandalisme et d'incendie au chantier sont diminués. De plus, la préfabrication sur mesure en usine, les techniques d'installation simples et la précision des composants permettent de diminuer considérablement la quantité de déchets de construction occasionnés au chantier. Par conséquent, il en résulte une diminution du risque d'incendie au chantier, une meilleure sécurité des travailleurs et moins de gaspillage.

7.3 Construction modulaire

La construction modulaire représente le plus haut niveau de préfabrication, puisque des sections entières de bâtiments sont construites en usine. Le niveau de préfabrication est nettement plus élevé en intégrant, en plus des éléments structuraux, les éléments mécaniques (ventilation, plomberie, gaz) et électriques (entrée électrique, distribution, câblage) de même que les matériaux de finition tels que le gypse, la fenestration, les couvre-planchers, le mobilier fixe et certains revêtements extérieurs. La préfabrication modulaire permet de réaliser de 65 % à 85 % de l'ensemble des travaux de construction d'un bâtiment en usine.

L'avantage d'un tel système est la réduction considérable du temps de construction au chantier. De plus, la fabrication de modules complets permet de protéger les composants intérieurs des intempéries en tout temps durant la construction du bâtiment. De plus, puisque le bâtiment est fermé, à l'abri des intrus et que les membranes protectrices telles que le gypse sont déjà installées, le niveau de protection incendie augmente considérablement. Les systèmes de gicleurs étant déjà partiellement installés, ils peuvent être mis en service plus rapidement. Finalement, les risques de vol et de vandalisme s'en trouvent considérablement diminués, ce qui influence à la baisse les primes d'assurance.

Dans le cas des bâtiments de moyenne hauteur, le concepteur du bâtiment doit porter attention aux détails à la jonction des modules superposés afin de limiter le mouvement vertical du bâtiment. Étant donné que chaque module est fabriqué avec un plancher et un plafond, il en résulte une surépaisseur au niveau des planchers lorsque les modules sont déposés les uns sur les autres. Puisque le retrait dans le bois représente une partie importante du mouvement vertical total du bâtiment, en particulier dans la direction perpendiculaire au grain du bois, le retrait cumulé sur un bâtiment de 5 ou 6 étages peut devenir important. Cependant, l'utilisation de bois d'ingénierie à faible teneur en humidité permet de réduire considérablement les effets du retrait.



FIGURE 103 • Construction modulaire
(Photo : Industries Bonneville)

8 BONNES PRATIQUES DE CHANTIER

Bien que l'objectif premier de ce guide porte sur la conception de bâtiments de 5 ou 6 étages à ossature légère en bois, il est important et opportun de faire quelques rappels sur des aspects liés à la gestion et à la sécurité des chantiers.

8.1 Protection en cours d'exécution

8.1.1 Protection contre les incendies

« On estime que la construction à ossature en bois est employée dans plus de 100 000 projets de construction chaque année au Canada, et ce chiffre pourrait augmenter avec les modifications au Code du bâtiment qui permettent l'érection d'immeubles en bois plus élevés. Des recherches ont démontré que les structures en bois sont aussi sûres que celles en acier ou en béton une fois que des systèmes de sécurité incendie y ont été installés, mais comme tous les bâtiments, ils sont plus vulnérables aux incendies en l'absence de tels systèmes. »

(Garis et al. 2015)

Les principales causes d'incendie sur les chantiers sont : les incendies volontaires ou suspects, le travail par points chauds et les équipements de chauffage temporaires. Ces trois causes représentent environ 70 % de toutes les causes répertoriées (**figure 104**). Les autres causes sont principalement liées au tabagisme, aux équipements de cuisson, à la foudre, à

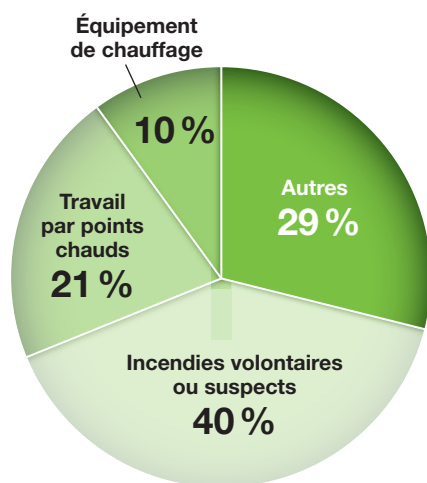


FIGURE 104 • Causes d'incendies (CCB, 2015)

l'électricité et à d'autres éléments externes comme les feux de forêt.

Trois éléments sont nécessaires pour qu'un incendie se déclare : de l'oxygène, une source d'inflammation, c'est-à-dire une source externe d'énergie suffisante (p. ex. la chaleur) et une quantité suffisante de carburant facilement inflammable. Ces trois éléments constituent le « triangle du feu » (**figure 105**). Si un élément du triangle est retiré, le feu ne peut pas se déclarer. De façon similaire, on peut l'éteindre en retirant un de ces trois éléments.

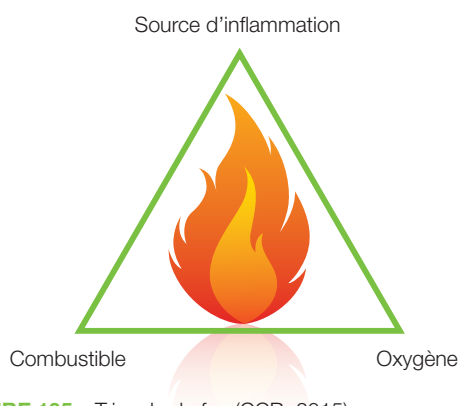


FIGURE 105 • Triangle du feu (CCB, 2015)

Les chantiers de construction sont souvent remplis de ces trois éléments. Toutefois, puisqu'il est impossible de contrôler la disponibilité de l'oxygène sur un chantier de construction, la sécurité incendie dans un tel endroit doit être axée sur la réduction et le contrôle des sources possibles de combustible et d'inflammation.

8.1.1.1 Sources de combustible

Il faut assurer un contrôle de toute source de combustible facilement inflammable. Une bonne gestion des matériaux combustibles sur le chantier contribue à réduire les risques d'incendie et le potentiel de propagation en cas d'incendie. Cela s'applique particulièrement à la gestion des déchets. Les éléments de charpente qui ne sont pas encore recouverts d'un revêtement protecteur tel que le gypse n'ont pas tendance à s'enflammer facilement. Toutefois, ils peuvent contribuer à un incendie si des quantités excessives de déchets facilement inflammables, tels que du papier, des copeaux de bois et de la sciure de bois, traînent sur les lieux. Sans carburant, l'ampleur d'un incendie est limitée et la probabilité d'inflammation est réduite.

Pour ce qui est des produits hautement inflammables, tels que les liquides et les gaz combustibles, un contrôle strict de leur entreposage et des opérations de ravitaillement doit être mis en œuvre et tous les règlements de sécurité à leur sujet doivent être rigoureusement respectés. Il serait judicieux de minimiser en tout temps, dans la mesure du possible, les quantités de liquides inflammables dans un bâtiment ou près de celui-ci.

8.1.1.2 Les sources d'inflammation

Le travail par points chauds (flammes nues, braises et chalumeaux) entraîne 21 % des incendies dans les bâtiments en construction, ce qui constitue la principale cause d'incendie sur laquelle il est possible d'avoir un contrôle direct. Des mesures de sécurité particulières doivent donc être appliquées à ce travail afin de réduire au minimum les risques d'incendie. Une surveillance incendie doit être maintenue non seulement pendant les travaux, mais également durant une certaine période suivant la fin des travaux. De plus, les matériaux combustibles se trouvant dans la zone de travail devraient être retirés ou recouverts d'une toile ignifuge afin de prévenir l'inflammation. Puisque les étincelles peuvent s'envoler, se retrouver sous les couvertures et causer l'inflammation du matériau, il faut rester vigilant lors de leur utilisation.

8.1.1.3 Surveillance du chantier

La première cause d'incendie dans les bâtiments en construction est d'origine criminelle ou suspecte (CCB 2015). Il importe donc de bien sécuriser le chantier de construction par différents moyens de protection, tels que des barrières et des clôtures sur tout le périmètre du site, un contrôle des accès au chantier, un éclairage de nuit approprié, un système de détecteurs de mouvement et de caméras de surveillance durant les périodes de fermeture du chantier et la présence d'un gardien de sécurité.

8.1.1.4 Plan de sécurité incendie

La meilleure stratégie pour minimiser les risques demeure l'établissement d'un plan de sécurité incendie et son suivi rigoureux. Un tel plan comporte plusieurs éléments, comme les procédures d'évacuation, les points de rassemblement, les chemins d'accès pour les services de sécurité incendie en cas d'urgence, la surveillance du chantier, la présence d'une colonne d'eau temporaire, d'extincteurs portatifs à divers endroits et d'un système de détection et d'alarme incendie. Un système d'extincteurs automatiques pourrait également être installé au fur et à mesure de l'érection des étages du bâtiment. Il faut toutefois

prévoir un programme d'inspection et d'entretien des systèmes de détection d'incendie. Le nettoyage ou le remplacement de certains détecteurs à cause de la poussière ou des chocs est envisageable dans un environnement de chantier de construction. Les services d'incendie locaux pourraient être invités à collaborer à la mise en place de ce plan de sécurité incendie et devraient être avisés de tout changement au chantier de construction qui pourrait avoir des répercussions lors d'une éventuelle intervention.

8.1.1.5 Poste de commande

Un poste de commande sur place pourrait également être établi avec une personne responsable de tous les aspects liés à la sécurité incendie sur le chantier. Ce poste de commande devrait comprendre une copie du plan de sécurité incendie, les schémas du bâtiment et du chantier, des renseignements en cas d'urgence, un ou plusieurs moyens de communication, des clés et d'autres équipements pouvant être utilisés par les intervenants d'urgence et les agents de sécurité incendie du chantier. L'emplacement d'un poste de commande devrait être choisi en fonction des accès en cas d'urgence et de l'ensemble des mesures de sécurité lors d'une situation d'incendie potentielle.

8.1.1.6 Prévention

Malgré toutes les mesures de sécurité mises en place sur les chantiers de construction, la prévention demeure l'élément clé et est l'affaire de tous les intervenants, qu'ils soient propriétaires, concepteurs, entrepreneurs généraux ou sous-traitants. Tout le personnel qui travaille sur le chantier devrait recevoir une formation sur les risques et les dangers propres au projet de construction de même que les directives à suivre pour effectuer le travail de façon sécuritaire. En ce qui a trait à la conception, le recours aux systèmes préfabriqués en usine ou à la construction modulaire réduit sensiblement la durée de la construction et constitue donc un maillon important de la chaîne de prévention.

8.1.2 Protection contre les intempéries

Durant la construction, et dans la mesure du possible, il est important de protéger la charpente contre les effets néfastes des intempéries. Encore une fois, le recours à la préfabrication en usine permet de réduire considérablement la durée de construction. De plus, certains panneaux d'OSB offerts sur le marché résistent mieux aux gonflements causés par l'eau. Lorsque

des composants structuraux préfabriqués à ossature légère de bois sont livrés au chantier par les fabricants, les éléments structuraux d'un même ensemble sont généralement tous livrés en même temps, c'est-à-dire que tous les murs ou toutes les poutrelles de plancher formant un étage sont expédiés dans le même chargement. Il en va de même pour les fermes de toit. Une fois livrés au chantier, les composants préfabriqués doivent être entreposés selon les directives du fabricant jusqu'au moment de leur pose si l'avancement des travaux ne permet pas leur installation immédiate. Afin qu'ils restent en bon état durant leur entreposage, les composants doivent être déposés sur des blocs pour éviter le contact direct avec le sol. De plus, il est important de les recouvrir de toile afin de les protéger des intempéries.

Un des avantages de la préfabrication en usine est de pouvoir concevoir et fabriquer des éléments structuraux avec une faible teneur en humidité et à l'abri des intempéries, ce qui contribue grandement à réduire le mouvement vertical du bâtiment. Il est donc très important de bien protéger ces éléments préfabriqués lorsqu'ils sont sur le chantier puisqu'ils risquent d'absorber de l'humidité, ce qui annulerait en partie les avantages de la préfabrication en usine. Certains composants, tels que l'isolation dans les murs, pourraient même être endommagés au point de devoir être changés. Afin d'éliminer le plus possible les risques d'endommagement liés aux intempéries, un échéancier de livraison devrait être établi avec le fabricant des composants de façon à limiter le temps d'entreposage au chantier.

8.2 Retenues latérales temporaires

La magnitude des charges verticales dans un bâtiment d'habitation de 5 ou 6 étages soulève l'importance de prévoir des retenues latérales temporaires pour les montants des murs porteurs n'ayant pas encore été recouverts par les panneaux structuraux à base de bois ou par le gypse. Cette vérification est souvent négligée par les concepteurs et les constructeurs. Dans le cas des murs de refend préfabriqués, les montants sont automatiquement retenus dans leur axe faible par la présence de panneaux structuraux. Par contre, il est possible de ne pas recouvrir certains murs porteurs avec des panneaux structuraux s'ils ne sont pas utilisés comme murs de refend. La résistance en compression axiale des montants de ces derniers doit alors être vérifiée pour la phase de construction, lorsque les panneaux de gypse, qui assurent la retenue latérale, ne sont pas encore installés.

Une retenue latérale temporaire doit donc être prévue.

À titre d'exemple, pour un mur porteur de 2,4 m (8 pi) de hauteur composé de montants de 38 x 140 mm (2 x 6 po) É-P-S n° 2 et d'une lisse en MSR 2100F_b-1.8E, la charge maximale pondérée par montant, qui est contrôlée par la résistance en compression perpendiculaire au fil de la lisse, est de 40 kN. En l'absence de support latéral, la résistance en compression du mur est pratiquement nulle. Si le montant de 38 x 140 mm (2 x 6 po) É-P-S n° 2 n'est pas recouvert d'un panneau structural durant la construction, il doit être retenu latéralement au moins à tous les 800 mm afin d'atteindre cette résistance en compression de 40 kN.

La pose de panneaux structuraux à base de bois (OSB ou contreplaqué) sur tous les murs porteurs peut être une solution efficace pour éviter d'avoir recours à des retenues latérales temporaires; cela permettrait également au concepteur d'inclure ces murs porteurs dans le système de résistance aux forces latérales.

8.3 Contrôle de la qualité durant la construction

Bien que le guide de la RBQ ne soit plus en vigueur et que la surveillance des travaux par les professionnels concepteurs ne soit pas exigée dans le CCQ 2015, cette dernière est fortement recommandée. En effet, la construction à ossature légère se faisant traditionnellement selon les exigences de la partie 9 du CNBC, les demandes particulières relatives aux bâtiments de moyenne hauteur, qui sont conçus selon la partie 4 du CNBC, pourraient ne pas être mises en œuvre correctement par manque d'expérience des constructeurs pour ce type de construction.

Dans le cas de charpentes entièrement construites au chantier, le nombre d'éléments à vérifier est beaucoup plus important que pour les charpentes préfabriquées ou modulaires pour lesquelles la majorité du contrôle de la qualité est effectué en usine. Cependant, les fabricants de systèmes préfabriqués en usine doivent être en mesure de fournir une lettre signée par un professionnel attestant que :

- 1- la production de l'usine est soumise à un contrôle de la qualité faisant l'objet d'un suivi constant ;
- 2- les éléments produits en usine et expédiés au chantier sont conformes aux plans et devis de l'ingénieur et de l'architecte du projet.

Par exemple, dans le cas de murs préfabriqués en usine, un tel programme de contrôle de la qualité doit principalement couvrir les points suivants :

- la teneur en humidité, les dimensions et la classe des éléments en bois ;
- l'épaisseur et la classe des panneaux structuraux ;
- les spécifications pour les clous (longueur, diamètre et espacement) ;
- l'installation de connecteurs tels que des vis, des boulons d'ancrage, des ancrages de retenue ou d'autres attaches installés en usine ;
- le positionnement des montants, des poteaux, des linteaux et des autres éléments à l'intérieur des tolérances visées ;
- l'installation adéquate des composants non structuraux tels que l'isolation, le pare-vapeur, le pare-air, etc.

Comme la résistance aux charges latérales dépend en grande partie des spécifications des clous, il est essentiel que l'ingénieur en structure soit bien informé du type de clous utilisés dans l'industrie. Certains choix sont possibles, mais généralement, le diamètre des clous installés par des pistons pneumatiques est plus petit que celui des clous ordinaires d'une même longueur. De plus, comme le comportement global de la structure dépend de la résistance et de la rigidité relative de chacun des éléments, il importe de respecter l'espacement des clous prescrit par l'ingénieur, et surtout, d'éviter de mettre une importante quantité de clous supplémentaires.

Malgré l'utilisation de composants préfabriqués en usine, plusieurs travaux d'ingénierie et d'architecture doivent être effectués et terminés au chantier, ce qui demande une surveillance. Parmi les travaux d'ingénierie, notons les détails d'assemblage des panneaux muraux entre eux et aux jonctions des planchers et du toit, ainsi que l'installation des systèmes d'ancrage de retenue des murs de refend et les ancrages pour les forces de glissement causées par les charges latérales. Ils comprennent également tous les autres éléments de charpente installés sur place, tels que les poutres et les colonnes, les poutrelles de plancher et les fermes de toit, ainsi que tous ancrages et étriers requis. Les travaux d'architecture comprennent entre autres, pour leur part, tous les détails d'étanchéité de l'isolation thermique, de l'isolement acoustique et de l'enveloppe du bâtiment.

Si, malgré tous les avantages de la préfabrication, un entrepreneur décide de fabriquer ses murs au chantier, le professionnel responsable de produire l'attestation de conformité doit prévoir un programme de surveillance de chantier méticuleux pour tenir compte de cette réalité.

8.4 Contrôle de la qualité après la construction

Dans les directives administratives du guide de la RBQ (section 1, chapitre 3), il était indiqué que :

Le concepteur responsable du projet doit fournir au propriétaire les recommandations sur l'entretien du bâtiment, notamment pour la gestion des dégâts d'eau, sur l'entretien de la structure, l'infiltration d'eau, l'effet du retrait du bois, etc.

Les recommandations en cas de dégâts d'eau doivent être basées sur les principes suivants, qui sont généralement reconnus : ouvrir les murs, planchers et autres endroits touchés, enlever ou désinfecter ce qui est contaminé, assécher le plus rapidement possible et refermer seulement après l'atteinte d'un taux d'humidité normal. Il pourrait être avantageux de faire appel à certaines firmes spécialisées dans la surveillance de chantier pour l'émission d'un certificat de conformité.

Une des particularités des bâtiments en bois est le mouvement vertical, causé principalement par le retrait qu'entraînent les variations de teneur en humidité dans le bois. Au cours des deux ou trois années suivant la fin de la construction du bâtiment, des inspections sont donc à prévoir afin de vérifier l'état de différents détails du bâtiment et d'apporter des correctifs au besoin. Parmi les détails à vérifier, notons, par exemple, l'état des joints d'étanchéité de l'enveloppe extérieure, l'état des revêtements intérieurs et extérieurs (présence de fissures) et l'ajustement de l'ascenseur, de même que la vérification des joints à la jonction des corridors et des escaliers d'issues, en particulier lorsque ceux-ci sont de construction incombustible.

Comme la construction de bâtiments de 5 ou 6 étages à ossature légère en est à ses débuts au Québec, il serait intéressant de faire un suivi du mouvement vertical au cours des trois premières années suivant l'achèvement du projet. Cela permettrait de valider les hypothèses de départ et de déterminer à quelle vitesse, et sur combien de temps, se produit le mouvement vertical.

9 Références

- APA (2005). *Fire-Rated Systems (W305)*. APA – The Engineered Wood Association.
- APA (2009). *Sprinkler Pipe Installation for APA Performance Rated I-Joists (J745)*. APA – The Engineered Wood Association.
- APA (2015). *APA Rim Board® in Fire Rated Assemblies (D350)*. APA – The Engineered Wood Association.
- APCHQ (2009) *Guide en acoustique du bâtiment*. Association des professionnels de la construction et de l'habitation du Québec.
- ASTM E 84 (2010). *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*. ASTM International.
- BCEWP (2014). *Guide de conception & d'installation pour la résistance au feu*. Boise Cascade Engineered Wood Products.
- CCB (1997). *La sécurité incendie dans les bâtiments*. Conseil Canadien du bois.
- CCB (2012). *Manuel de calcul des charpentes en bois 2012*. Conseil canadien du bois.
- CCB (2013). *Vertical Movement in Wood Platform Frame Structures: Movement Prediction*. Conseil canadien du bois et FPInnovations.
- CCB (2015). *La sécurité incendie sur les chantiers : Guide pour la construction de grands immeubles*. Conseil canadien du bois et Simon Fraser University: Centre for Criminal Justice Research.
- CCBRD (2003). *Fire Stopping Penetrations in Buildings*. The City of Calgary Buiding Regulations Division.
- CCQ (2008). *Code de construction du Québec, Chapitre 1 – Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2005 (modifié)*, volume 1 et 2. Conseil national de recherches du Canada.
- CCQ (2015). *Code de construction du Québec, Chapitre 1 – Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2010 (modifié)*, volume 1 et 2. Conseil national de recherches du Canada.
- Cecoboïs (2009). *Guide technique sur les poutrelles de bois en I pour la construction commerciale*. Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois (cecoboïs).
- Cecoboïs (2010). *Guide technique sur les poutrelles ajourées pour la construction commerciale*. Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois (Cecoboïs).
- Cecoboïs (2012a). *Guide technique sur la conception de poutres et colonnes en gros bois*. Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois (cecoboïs).
- Cecoboïs (2012b). *Guide de conception des assemblages pour les charpentes en bois*. Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois (cecoboïs).
- Cecoboïs (2012c). *Guide de bonnes pratiques pour la construction commerciale en gros bois d'oeuvre ou d'ingénierie, 2^e édition*. Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois (cecoboïs).
- Cecoboïs (2013). *Guide technique sur la conception de bâtiments à ossature légère en bois*. Centre d'expertise sur la construction commerciale en bois (cecoboïs).
- CEN (2009). *Eurocode 5: Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-2: Généralités – Calcul des structures au feu*. Comité européen de normalisation.
- CNBC (2010). *Code national du bâtiment – Canada 2010, volume 1 et 2*. Conseil national de recherches du Canada.
- CNPI (2010). *Code national de prévention des incendies – Canada 2010*. Conseil national de recherches du Canada.

- CNRC (2006a). *Guide sur l'isolation acoustique des bâtiments à ossature en bois* / J.D. Quirt, T.R.T. Nightingale, F. King. Conseil national de recherches du Canada, Institut de recherche en construction.
- CNRC (2006b). *Isolation aux sons aériens dans les immeubles d'habitation* / J.D. Quirt, T.R.T. Nightingale. Conseil national de recherches du Canada, Institut de recherche en construction.
- CNRC (2007). *Best practice guide on fire stops and fire blocks and their impact on sound transmission*. Conseil national de recherches du Canada.
- CNRC (2011). *Guide de l'utilisateur - CNB 2010: Commentaires sur le calcul des structures (partie 4 de la Division B)*. Conseil national de recherches du Canada.
- CNRC (2014a). *Solution for mid-rise wood construction: full-scale standard fire resistance tests of wall assemblies for use in lower storeys of mid-rise buildings (Report to research consortium for wood and wood-hybrid mid-rise buildings)* / P.-S. Lafrance, R. Berzins, P. Leroux, J.Z. Su, G.D. Loughheed et N. Bénichou. Conseil national de recherches du Canada.
- CNRC (2014b). *Acoustics: sound insulation in mid-rise wood buildings (Report to Research Consortium for wood and wood-hybrid mid-rise buildings)* / S. Schoenwald, B. Zeitler, F. King, I. Sabourin. Conseil national de recherches du Canada.
- CSA O80 (2008). *CSA O80 Series-08: Wood Preservation*. Groupe CSA.
- CSA B44 (2010). *Safety code for elevators and escalators*. Groupe CSA.
- CSA O86 (2009). *Règles de calcul des charpentes en bois*, édition 2009. Groupe CSA.
- CSA O86 (2014). *Règles de calcul des charpentes en bois*, édition 2014. Groupe CSA.
- CSA O325 (2012). *Revêtements intermédiaires de construction*, édition 2007, confirmée en 2012. Groupe CSA.
- CSA S304 (2015). *Calcul des ouvrages en maçonnerie*, édition 2014, mise à jour en février 2015. Groupe CSA.
- Dagenais C. (2014). *CLT: Manuel sur le bois lamellé-croisé (édition canadienne), chapitre 8 «Comportement au feu des éléments de charpente en bois lamellé-croisé»*. FPIInnovations.
- FPI (2011). *CLT: Manuel sur le bois lamellé-croisé (édition canadienne)* / édité par S. Gagnon et C. Pirvu. FPIInnovations.
- FPI (2013). *Guide for designing energy-efficient building enclosures for wood-frame multi-unit residential buildings in marine to cold climate zones in North America*. FPIInnovations, SP-53.
- FPI (2014). *Guide technique pour la conception et la construction de bâtiments en bois de grande hauteur au Canada* / édité par Erol Karacabeyli et Conroy Lum. FPIInnovations.
- GA-600 (2012). *Fire Resistance Design Manual (GA-600-12)*. Gypsum Association.
- Garis L, Maxim P, Thomas L. et K Mark (2015) *La lutte contre les incendies sur les chantiers de construction : prévention et suppression des incendies pendant la construction de grands bâtiments*. Simon Fraser University, Centre for Criminal Justice Research.
- Harmathy, T.Z. (1965). *Ten rules of fire endurance rating*, Fire Technology vol.1 no.2. National Fire Protection Association.
- L.R.Q. (1983) *Règlement sur l'économie de l'énergie dans les nouveaux bâtiments*. Loi sur l'économie d'énergie dans le bâtiment, Éditeur officiel du Québec, Québec.
- L.R.Q. (2012) *Règlement modifiant le Code de construction pour favoriser l'efficacité énergétique des bâtiments (partie 11)*, Loi sur le bâtiment, Éditeur officiel du Québec, Québec.

NDS (2012). *National Design Specification for Wood Construction (NDS)*, American Wood Council.

NFPA 80 (2010). *Standard for Fire Doors and Other Opening Protectives*. National Fire Protection Association, USA.

NFPA 703 (2012). *Standard for Fire Retardant-Treated Wood and Fire-Retardant Coatings for Building Materials*. National Fire Protection Association, USA.

NFPA 13 (2013). *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*. National Fire Protection Association, USA.

NFPA 13R (2013). *Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Low-Rise Residential Occupancies*. National Fire Protection Association, USA.

NFPA 14 (2013). *Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems*. National Fire Protection Association, USA.

NFPA (2013). *Automatic Sprinkler Systems Handbook, Twelfth Edition*. National Fire Protection Association, USA.

RBQ (2008). *Les registres coupe-feu - Comment assurer une installation conforme*. Régie du bâtiment du Québec.

RBQ (2013). *Construction d'habitations en bois de 5 ou 6 étages, Directives et guide explicatif*. Régie du bâtiment du Québec.

SBCA (2015). *Fire Resistance Rated Truss Assemblies*, Structural Building Components Association.

SCHL (2001) *Enveloppe à ossature de bois : guide des règles de l'art : technologie du bâtiment*. Société canadienne d'hypothèques et de logement.

SCHL (2006) *L'isolement acoustique dans les collectifs d'habitation* / J. Burrows et B.Craig. Société canadienne d'hypothèques et de logement.

TPIC (2014). *Truss Design Procedures and Specifications for Light Metal Plate Connected Wood Trusses*. Truss Plate Institute of Canada.

Trus Joist (2014). *Fire-rated assemblies and sprinkler systems (1500)*, Trus Joist by Weyerhaeuser.

ULC-S101 (2007). *Méthodes d'essai normalisées de résistance au feu pour les bâtiments et les matériaux de construction*. Laboratoires des Assureurs du Canada.

ULC-S102 (2010). *Méthodes d'essai normalisées caractéristiques de combustion superficielle des matériaux de construction et assemblages*. Laboratoires des Assureurs du Canada.

ULC-S104 (2010). *Méthode normalisée des essais de résistance au feu des portes*. Laboratoires des Assureurs du Canada.

ULC-S112 (2010). *Méthode d'essai normalisée de résistance au feu des registres coupe-feu*. Laboratoires des Assureurs du Canada.

ULC-S114 (2005). *Méthode d'essai normalisée pour la détermination de l'incombustibilité des matériaux de construction*. Laboratoires des Assureurs du Canada.

ULC-S115 (2011). *Méthode normalisée d'essais de résistance au feu des dispositifs coupe-feu*. Laboratoires des Assureurs du Canada.

Weyerhaeuser (2012). *Fastener Spacing in Weyerhaeuser Engineered Lumber Products*. Bulletin technique TB-206, Weyerhaeuser, Octobre 2012.

Weyerhaeuser (2013). *Compression perpendiculaire au fil du TimberStrand MD LSL, Orientation à plat*. Bulletin technique TB-752F, Weyerhaeuser, Août 2013.



Canada

Québec

BSLC

Canadian
Wood
Council

Conseil
Canadien
du bois



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

Juin 2016

cecobois

Centre d'expertise
sur la construction
commerciale en bois

www.cecobois.com