



Bâtiments de construction en bois d'œuvre massif encapsulé d'au plus 18 étages

Conditions à respecter
et guide explicatif

Recherche et rédaction

Christian Dagenais, ing., Ph. D., FPInnovations
Sylvain Gagnon, ing., FPInnovations
Nathalie Brisson, arch., Régie du bâtiment du Québec
Claire Sirois, ing.f., Régie du bâtiment du Québec
Gaétan Pelletier, ing., Régie du bâtiment du Québec

Édition

François Jaworski

Révision linguistique

Bla bla rédaction

Graphisme

Isabelle Cayer

Remerciements

La Régie du bâtiment du Québec souhaite remercier toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce document produit en collaboration avec les experts du centre de recherche FPInnovations (www.fpinnovations.ca), ainsi que Marc Alam, Ph. D., du Conseil canadien du bois.



Dépôt légal – 2025

Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2025

Bibliothèque et Archives Canada, 2025

ISBN (imprimé) : 978-2-555-01146-5

ISBN (PDF) : 978-2-555-01147-2

Tous droits réservés. La reproduction, par quelque procédé que ce soit, la traduction ou la diffusion du présent document, même partielles, sont interdites sans l'autorisation de la Régie du bâtiment du Québec. Cependant, la reproduction partielle ou complète du document à des fins personnelles et non commerciales est permise à condition d'en mentionner la source.

© Gouvernement du Québec, 2025

Avant-propos

La Loi sur le bâtiment a pour objectifs, entre autres, d'assurer la qualité des travaux de construction d'un bâtiment et de certains équipements destinés à l'usage du public ainsi que la sécurité du public qui y accède. C'est en vertu de cette loi que la Régie du bâtiment du Québec (RBQ) adopte et administre différents règlements, dont le Code de construction et le Code de sécurité. En application de cette loi, un bâtiment doit être conçu et construit conformément aux exigences décrites au chapitre I, Bâtiment, du Code de construction, ci-après appelé Code, qui incorpore par renvoi, depuis le 17 avril 2025, l'édition 2020 du Code national du bâtiment – Canada (CNB), auquel des modifications ont été apportées pour répondre aux besoins particuliers du Québec [1].

La construction d'un bâtiment en bois, dite construction combustible, d'au plus 6 étages a été introduite dans l'édition 2015 du CNB, alors que la *construction en bois d'œuvre massif encapsulé* d'au plus 12 étages a été introduite dans l'édition 2020 du CNB.

Cependant, les recherches démontrent qu'il est possible, à certaines conditions, de construire des structures de bois sécuritaires pour des bâtiments ayant des hauteurs supérieures à 12 étages, d'élargir les possibilités d'utilisation d'une *construction en bois d'œuvre massif encapsulé (CBOME)* à un plus grand nombre d'usages principaux préalablement permis dans le Code et d'autoriser une plus grande quantité de bois apparent. Ce type de construction comprendra des éléments structuraux en *bois lamellé-collé*, en *bois de charpente composite*, en *bois lamellé-croisé (CLT)* ou en *bois lamellé mécaniquement (MLT)* ou encore une *construction hybride* (acier, bois et béton).

En 2021, le *International Building Code (IBC)*, soit le code modèle américain, a introduit trois nouveaux types de construction en bois d'œuvre massif, soit les types IV-A, IV-B et IV-C. Comme défini dans le IBC, le type IV, appelé *Heavy Timber Construction*, s'apparente beaucoup à la construction en gros bois d'œuvre décrite dans le CNB. Les types de construction IV-A, IV-B et IV-C offrent un niveau de performance supérieur à celui du type IV en raison de leur degré de protection incendie et de la quantité de surfaces de bois exposées. Ces types de construction sont permis pour un large éventail d'usages principaux, pour des hauteurs de bâtiment allant jusqu'à 18 étages et un degré de résistance au feu jusqu'à 3 heures des éléments en bois d'œuvre massif encapsulé – du plus haut niveau de protection pour le type IV-A au moindre pour le type IV-C. Certaines révisions ont été apportées à l'édition 2024 du IBC ; elles concernent notamment le pourcentage maximal de surface de plafond exposée, qui est passé de 20 % à 100 %, selon certaines conditions.

Le besoin d'adapter les normes canadiennes de construction pour permettre l'utilisation équitable du bois est reconnu par le Québec et par d'autres provinces. D'ailleurs, la RBQ a participé avec la Colombie-Britannique à l'élaboration de propositions de changements au CNB 2020 afin d'élargir les possibilités de *CBOME* jusqu'à 18 étages¹, qui sont largement inspirées du IBC. Ces changements sont entrés en vigueur en avril 2024 en Colombie-Britannique², puis en janvier 2025 en Ontario³.

Présentement, les dispositions du Code ne tiennent pas compte des particularités de chaque système constructif; la limite de 6 étages s'applique à toute construction combustible, peu importe le système constructif, et la limite de 12 étages s'applique spécifiquement à la *CBOME* selon la connaissance et les données scientifiques disponibles lors du cycle 2015-2020 d'élaboration du CNB. Un concepteur qui souhaite faire ériger un bâtiment de plus de 12 étages de *CBOME* doit formuler une demande de mesures équivalentes à la RBQ.

En vertu de l'article 127 de la Loi sur le bâtiment, la RBQ peut approuver, aux conditions qu'elle détermine, « une méthode de conception, un procédé de construction de même que l'utilisation d'un matériau différent de ce qui est prévu à un code ou à un règlement adopté en vertu de la présente loi lorsqu'elle estime que leur qualité est équivalente à celle recherchée par les normes prévues à ce code ou à ce règlement ». Par conséquent, la RBQ approuve l'utilisation du bois d'œuvre massif encapsulé dans la construction de bâtiments d'au plus 18 étages, et ce, pourvu que toutes les conditions prévues à la section II de l'arrêté ministériel AM 2025-001 (présentées dans la partie 1 de ce guide) soient respectées. Le non-respect de l'une ou l'autre de ces conditions empêche celui qui y contrevient d'utiliser la mesure équivalente approuvée par la RBQ.

Les conditions à respecter ont été développées en collaboration avec les experts du centre de recherche canadien FPInnovations. La RBQ et ses experts mandatés sont d'avis que les concepteurs et les constructeurs ayant les compétences requises et qui respectent les conditions du présent document ainsi que les autres normes et exigences applicables pourront concevoir et construire des bâtiments de *CBOME* qui offriront le même niveau de qualité et de sécurité que les bâtiments conçus avec d'autres matériaux.

Ces conditions s'appuient sur le Code de construction du Québec, Chapitre I – Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2020 (modifié) et le Code de sécurité du Québec, Chapitre VIII – Bâtiment, et Code national de prévention des incendies – Canada 2020 (modifié). Elles s'inspirent du [Guide technique pour la conception et la construction de bâtiments en bois de grande hauteur au Canada](#) (GBBGH), publié par FPInnovations en 2022, ainsi que des récents changements proposés conjointement par la RBQ et la Colombie-Britannique, appuyés par l'Ontario.

Comme tout autre matériau de construction, le bois est assujéti à certaines exigences minimales selon les usages prévus. On peut penser ici à la résistance structurale ou à la résistance au feu, que ce soit comme matériau brut, comme élément d'un système ou comme matériau de finition. Les restrictions établies dans le Code s'appliquent autant au bois qu'aux autres matériaux de construction, qui ne sont limités en fait que par leurs caractéristiques intrinsèques par rapport à l'usage pressenti.

1 Comité canadien de l'harmonisation des codes de construction. Examens publics : <https://cbhcc-cchcc.ca/fr/simplifier/#s4>

2 BC Building Code 2024 Revisions : https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/construction-industry/building-codes-and-standards/revisions-and-mo/2024_bcbc_emtc_ministerial_order.pdf

BC Fire Code 2024 Revisions : https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/construction-industry/building-codes-and-standards/revisions-and-mo/2024_bcfrc_emtc_ministerial_order.pdf

3 Règlement de l'Ontario 447/24 : https://www.ontario.ca/fr/page/mises-jour-sur-le-code-du-batiment#Ontario_reg_447/24

Il importe pour les concepteurs et les constructeurs de bien connaître les caractéristiques et le comportement du bois, particulièrement en matière de sécurité incendie, de comportement structural et de durabilité. La partie 1 du présent document contient les conditions à respecter pour assurer la qualité de la construction et la sécurité des occupants. La partie 2 – Guide explicatif fournit des renseignements et des conseils utiles pour orienter les concepteurs et les constructeurs de bâtiments en bois d’œuvre massif encapsulé de grande hauteur. Lorsqu’une particularité ou une disposition n’est pas explicitement ou directement énoncée dans ce guide, les dispositions s’appliquent.

Afin de faciliter l’utilisation équitable du bois dans la construction au Québec, la RBQ approuve l’utilisation du bois d’œuvre massif encapsulé dans la construction de bâtiments d’au plus 18 étages, et ce, pourvu que toutes les conditions prévues à la section II de l’arrêté ministériel AM 2025-001 (présentées dans la partie 1 de ce guide) soient respectées. Le non-respect de l’une ou l’autre de ces conditions empêche celui qui y contrevient d’utiliser la mesure équivalente approuvée par la RBQ.

La mesure équivalente sur l’utilisation du bois d’œuvre massif encapsulé dans la construction de bâtiments d’au plus 18 étages peut être utilisée par toute personne à partir du (9 juillet 2025).



Table des matières

Introduction	11
Généralités	12
Définitions	13
Partie 1 : Conditions à respecter	14
1.1 Conditions générales	14
1.2 Usages mixtes	17
1.3 Degré de résistance au feu	19
1.4 Degré d'encapsulation	19
1.5 Pénétrations techniques dans les séparations coupe-feu	22
1.6 Vides techniques, vides de construction et cages d'escalier	23
1.7 Systèmes de gicleurs	23
1.8 Séparation des milieux différents et façades de rayonnement	24
1.9 Mezzanines et ouvertures dans les planchers	27
1.10 Règles de calcul, structures et attaches	27
1.11 Sécurité et protection incendie durant la construction	27
Partie 2 : Guide explicatif	30
2.1 Conditions générales	31
2.2 Usages mixtes	35
2.3 Degré de résistance au feu	36
2.4 Degré d'encapsulation	42
2.5 Pénétrations techniques dans les séparations coupe-feu	48
2.6 Vides techniques, vides de construction et cages d'escalier	50
2.7 Systèmes de gicleurs	52
2.8 Séparation des milieux différents et façades de rayonnement	53
2.9 Mezzanines et ouvertures dans les planchers	67
2.10 Règles de calcul, structures et attaches	68
2.11 Sécurité et protection incendie durant la construction	75
2.12 Recommandations	78
Partie 3 : Équipe de travail et coordination des travaux	79
Partie 4 : Entretien du bâtiment	81
Définitions	81
Inventaire des équipements et des installations à entretenir	82
Développement du programme d'entretien	83
Implantation et suivi du programme d'entretien	84
Partie 5 : Autres lois et règlements applicables au projet	85
Conclusion	86
Références	87

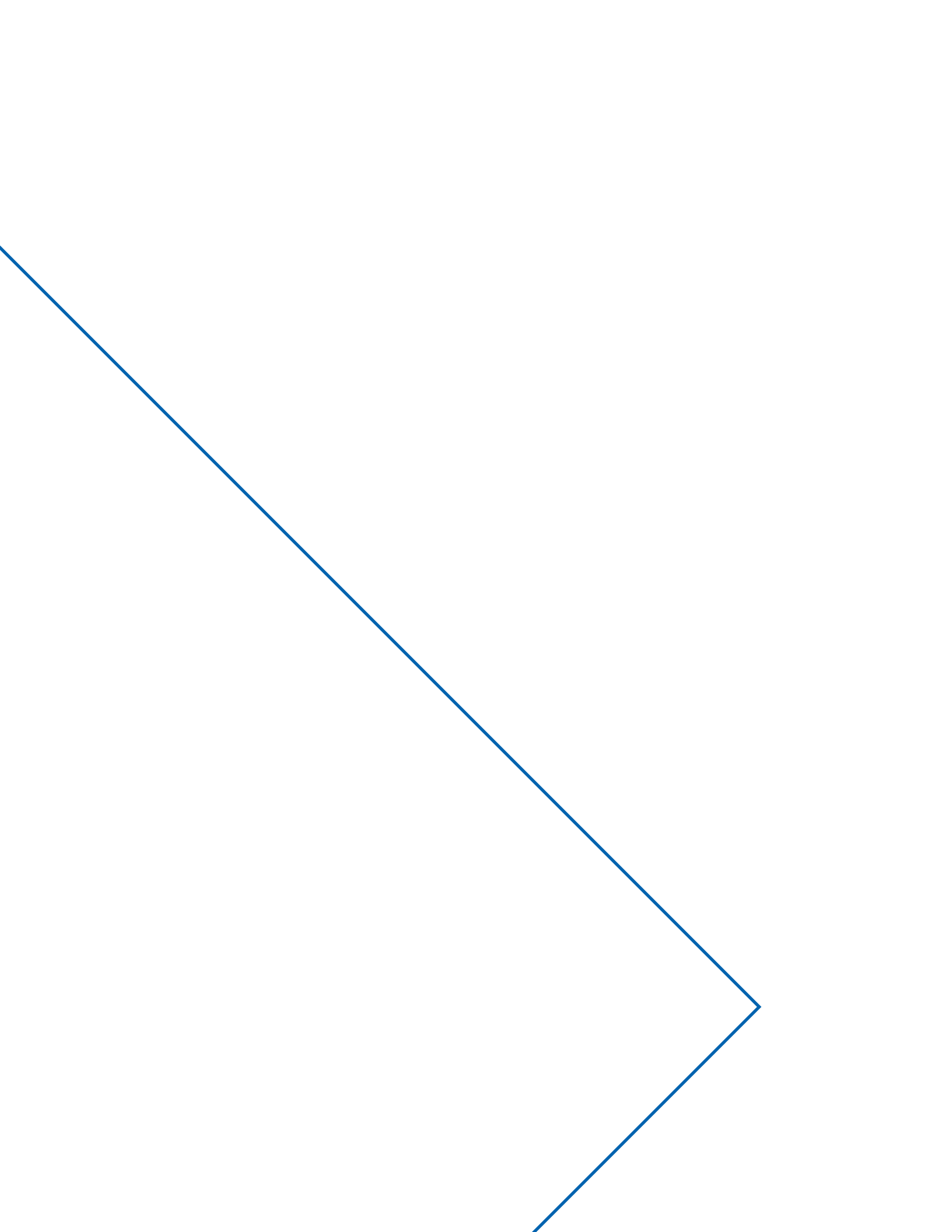
Liste des figures

Figure 1 – Systèmes de construction en bois.	32
Figure 2 – Calcul de la hauteur du bâtiment pour une <i>CBOME</i> (selon la condition 1.1.1).	33
Figure 3 – Construction d’une seule tour de <i>CBOME</i> au-dessus d’un garage de stationnement	34
Figure 4 – Usages mixtes permis pour une <i>CBOME</i> d’au plus 18 étages.	35
Figure 5 – Méthode de la section réduite effective (adaptée de la norme CSA O86-24).	37
Figure 6 – Configuration de joints entre panneaux <i>CLT</i> , conformément au CNB 2020	38
Figure 7 – Assemblages et attaches métalliques entièrement dissimulés avant encapsulation	39
Figure 8 – Assemblages et attaches métalliques recouverts de bois avant encapsulation	39
Figure 9 – Protection jugée acceptable selon la norme CSA O86-24.	40
Figure 10 – Exemples d’assemblages et d’attaches utilisés dans une <i>CBOME</i> où il n’est pas requis que les assemblages fournissent une résistance au feu (encapsulation non illustrée). .	41
Figure 11 – Exemples d’assemblages et d’attaches utilisés dans une <i>CBOME</i> où il peut être requis que les assemblages fournissent une résistance au feu (encapsulation non illustrée). .	41
Figure 12 – Encapsulation complète directement fixée sur les éléments en bois	43
Figure 13 – Installation de la première couche d’encapsulation (photo : J.-F. Grandmont, 2017). .	43
Figure 14 – Encapsulation à membrane suspendue	44
Figure 15 – Installation des plaques de plâtre de type X en « escalier »	45
Figure 16 – Illustration du degré d’encapsulation et des surfaces exposées	45
Figure 17 – Poutres, colonnes et arches exposées à l’intérieur d’une suite ou d’un compartiment résistant au feu (condition 1.4.4)	46
Figure 18 – Combinaison de murs en bois exposés à l’intérieur d’une suite (conditions 1.4.5 et 1.4.6)	47
Figure 19 – Plafond exposé à l’intérieur d’une suite (condition 1.4.8)	47
Figure 20 – Dispositifs coupe-feu pénétrant du <i>CLT</i> et évalués selon la norme CAN/ULC-S115 (source : Intertek)	48
Figure 21 – Protection d’une pénétration technique dans un élément vertical.	49
Figure 22 – Exemple d’un joint de mur extérieur à plancher à évaluer selon la norme ASTM E2307	50
Figure 23 – Vide de construction d’au plus 25 mm créé par la fixation de matériaux d’encapsulation	51
Figure 24 – Vides de construction dans les éléments structuraux en bois d’œuvre massif.	52
Figure 25 – Exemple d’utilisation de revêtement combustible selon la condition 1.8.2 a) (adaptée de [22])	53
Figure 26 – Exemple d’utilisation de revêtement combustible selon la condition 1.8.2 b) (adaptée de [22])	54
Figure 27 – Ossature à colombages de bois avec isolation fractionnée (centre) et mur en <i>CLT</i> isolé par l’extérieur (gauche et droite).	54
Figure 28 – Stratégies d’isolation de toit en pente	55
Figure 29 – Plans de protection de l’enveloppe du bâtiment et leurs fonctions barrières associées	61

Figure 30 – Application d’une membrane pour protéger le <i>CLT</i> contre l’humidité dégagée par la chape de béton	65
Figure 31 – Enduit de revêtement entre la chape de béton et la surface du <i>CLT</i> ainsi que scellement des extrémités du <i>CLT</i> et des insertions en contreplaqué	66
Figure 32 – Utilisation de couvertures chauffantes pour favoriser le séchage des éléments de toiture lorsque les conditions ambiantes ne sont pas favorables (source : Wang [29]).	67
Figure 33 – Gicleurs rapprochés et retombées connexes au pourtour d’une aire communicante (adapté de NFPA 13 [31])	68
Figure 34 – Protection des étages lors de la construction (condition 1.11.6).	77
Figure 35 – Protection des ouvertures lors de la construction (source : GHL Consultants Ltd.) . . .	77
Figure 36 – Relation entre programme d’entretien et programme de maintenance.	81

Liste des tableaux

Tableau 1 – Exigences de construction en bois d’œuvre massif encapsulé	15
Tableau 2 – Séparation coupe-feu entre les usages principaux	18
Tableau 3 – Exigences minimales de construction pour les façades de rayonnement.	26



Introduction

Le présent document fournit les indications nécessaires afin que les concepteurs de bâtiments en bois de grande hauteur puissent réaliser leurs travaux de conception et de préparation des plans et devis. Il est élaboré de façon à fournir aux concepteurs les renseignements et les concepts généraux selon le système choisi. Les éléments et les détails prévus pour respecter les conditions présentées ici doivent être incorporés dès la conception d'un projet.

La partie 1 – Conditions à respecter comporte plusieurs sections, dont l'une décrit les conditions générales minimales pour tout projet de bâtiment de *construction en bois d'œuvre massif encapsulé (CBOME)* d'au plus 18 étages. Les sections suivantes comportent, quant à elles, des dispositions particulières qui précisent et complètent les conditions générales.

Le projet doit respecter intégralement les dispositions énoncées à l'arrêté ministériel AM 2025-001. Le présent guide constitue un outil de référence pour en faciliter la compréhension et l'application. Il ne peut en aucun cas se substituer aux conditions prévues à l'arrêté ministériel AM 2025-001.

À titre de complément, la partie 2 – Guide explicatif apporte des précisions techniques et des explications supplémentaires pour chacune des dispositions énoncées dans les conditions à respecter.

Les parties 3, 4 et 5 fournissent, quant à elles, des renseignements et des exigences additionnels concernant l'équipe de travail et la coordination des travaux, l'entretien du bâtiment et les autres lois et règlements applicables au projet.

Le respect des autres codes, lois, règlements et normes applicables au Québec et des responsabilités professionnelles demeure obligatoire.

Par ailleurs, des recommandations techniques complémentaires peuvent être obtenues dans le GBBGH, publié par FPInnovations et révisé en 2022 [2].

Généralités

Les solutions acceptables de la division B du CNB 2020 modifié Québec limitent l'utilisation d'éléments de charpente en bois aux habitations (groupe C) et aux établissements d'affaires (groupe D) d'au plus 12 étages et ayant une superficie maximale prescrite. Ce document présente des dispositions à respecter en ce qui concerne la *CBOME* pour un plus grand nombre de types de bâtiments d'au plus 18 étages.

Tous les éléments de conception et de construction non cités dans l'arrêté ministériel AM 2025-001 (dont les conditions sont présentées à la partie 1 du présent guide) doivent satisfaire aux exigences s'appliquant aux constructions incombustibles et aux bâtiments de grande hauteur énoncées au Code.

La conception d'un bâtiment en bois d'au plus 18 étages nécessite une perspective beaucoup plus large que la simple mise en place d'une approche structurale et de résistance au feu. Les équipes de conception doivent tenir compte de l'intégration de tous les systèmes du bâtiment, de son enveloppe et de leurs niveaux de performance, et ce, dès le début du processus de conception. De plus, une surveillance étroite des travaux durant les étapes de construction est essentiel pour assurer la conformité aux plans et devis. Ce document aborde ces aspects et présente les principes et les solutions pour aider les concepteurs et les équipes de construction à naviguer à travers une conception intégrée et multidisciplinaire.

Le terme *Code* utilisé dans ce document fait référence au Code national du bâtiment – Canada 2020, tel qu'adopté par le chapitre I, Bâtiment, du Code de construction. Sauf indication contraire, les dispositions auxquelles cette mesure réfère sont celles de la division B du Code.

Définitions

Pour bien comprendre ce guide, il est essentiel de connaître certains termes qui ne sont pas explicitement présentés dans le Code et de rappeler certains termes pertinents dans le présent contexte et qui sont définis à l'article 1.4.1.2. de la division A du Code [3]. Les termes définis ci-dessous sont présentés en caractères italiques dans le présent document et s'appliquent aux conditions à respecter qui y sont énoncées. Les définitions du Code s'appliquent aux termes qui ne sont pas définis.

Construction en bois d'œuvre massif encapsulé (CBOME)⁴ : Type de construction dans lequel un certain degré de sécurité incendie est assuré grâce à l'utilisation d'éléments en bois d'œuvre massif encapsulé ayant un *degré d'encapsulation* ainsi que des dimensions minimales pour les éléments structuraux et autres ensembles de construction [3].

Degré d'encapsulation : Temps en minutes pendant lequel un matériau ou un assemblage de matériaux retarde l'inflammation et la combustion des éléments en bois d'œuvre massif encapsulé dans des conditions déterminées d'essai et de comportement, ou différemment si le Code l'exige [3].

Bois de charpente composite : Bois d'ingénierie structural, y compris le bois en placage stratifié, le bois reconstitué de longs copeaux parallèles, le bois de copeaux laminés ou le bois de copeaux orientés, préalablement approuvé par le Centre canadien de matériaux de construction (CCMC), fabriqué pour une utilisation structurale et évalué conformément à la norme ASTM D5456 [4].

Bois lamellé-collé (CLT) : Bois d'ingénierie structural obtenu par collage sous pression de lamelles classées dont le fil est essentiellement parallèle, qui satisfait à la norme CAN/CSA-O122 [5] ou qui est préalablement approuvé par le CCMC, et fabriqué en usine conformément à la norme CSA O177 [6].

Bois lamellé-croisé : Bois d'ingénierie structural préfabriqué conformément à la norme ANSI/APA PRG 320 [7] de 2018, ou plus récente, à partir d'au moins 3 couches orthogonales de bois de sciage ou de *bois de charpente composite*, laminées à partir du collage des couches longitudinales et transversales à l'aide d'un adhésif structural afin de former un élément structural de forme rectangulaire, droit et plane, destiné à des applications de toit, de plancher ou de mur.

Bois lamellé mécaniquement (MLT) : Bois d'ingénierie structural préfabriqué à partir de bois de sciage reliés solidairement à partir d'attaches mécaniques afin de former un élément structural de forme rectangulaire, droit et plane destinés à des applications de toit, de plancher ou de mur. Cette catégorie inclut notamment le bois lamellé-cloué, le bois lamellé-vissé et le bois lamellé-goujonné, dont la fabrication et l'évaluation sont conformes à la norme CSA O125 [8].

Construction hybride : Type de construction mixte composé d'éléments structuraux de construction en bois d'œuvre massif, de béton, de maçonnerie ou d'acier (par exemple, une dalle composite bois-béton). Lorsqu'une *CBOME* est permise, il est convenu qu'une construction hybride ou une construction incombustible peut également être utilisée pour ce bâtiment ou une partie de ce bâtiment.

4 La sous-section 3.1.6. du Code dicte les exigences générales de ce type de construction, y compris les dimensions minimales au tableau 3.1.6.3. qui doivent être respectées. Les éléments structuraux d'une *CBOME* sont notamment un système structural à poutres et colonnes de bois massif, de *bois lamellé-collé* ou de *bois de charpente composite*, ainsi qu'un système de dalles massives en *bois lamellé-croisé*, en *bois lamellé-collé*, en *bois de charpente composite* ou en *bois lamellé mécaniquement*. Ce type de construction ne doit pas être confondu avec la construction en gros bois d'œuvre comme définie à l'article 1.4.1.2. de la division A et permise selon les conditions stipulées à l'article 3.1.4.6. du Code.

Partie 1 : Conditions à respecter

La partie 1 – Conditions à respecter établit les conditions minimales à respecter pour tout projet de bâtiment de *CBOME* d'au plus 18 étages, conformément à l'arrêté ministériel pris à cette fin. Le non-respect de l'une ou l'autre de ces conditions empêche celui qui y contrevient d'utiliser la mesure équivalente approuvée par la RBQ.

Les bâtiments visés par ces conditions à respecter font référence aux usages principaux, comme définis à la sous-section 3.1.2. du Code.

1.1 Conditions générales

- 1.1.1 Un bâtiment servant à des usages du groupe A, division 2, du groupe B, division 3, du groupe C, du groupe D, du groupe E ou du groupe F, division 2 ou 3, peut être de *construction en bois d'œuvre massif encapsulé* ou de *construction hybride* conformément à la condition 1.1.3, à condition que :
- a) sous réserve des paragraphes 3.2.2.7. 1) et 3.2.2.18. 2) du Code, il soit entièrement protégé par gicleurs ;
 - b) sa hauteur de bâtiment maximale ne dépasse pas le nombre d'étages précisé au tableau 1 pour l'usage principal et le *degré d'encapsulation* minimal applicables ;
 - c) la hauteur maximale précisée au tableau 1 pour l'usage principal et le *degré d'encapsulation* minimal applicable soit mesurée entre le plancher du premier étage et celui du dernier étage ne servant pas de construction hors toit pour la machinerie d'un ascenseur ou de monte-charge, les escaliers, les vestibules d'ascenseur ou les locaux techniques utilisés uniquement pour desservir le bâtiment ;
 - d) l'aire de bâtiment maximale soit conforme aux valeurs précisées au tableau 1 pour l'usage principal applicable ;
 - e) sous réserve des paragraphes 3.1.6.3. 4) et 3.1.6.7. 1) et de l'article 3.1.6.4. du Code, le *degré d'encapsulation* soit conforme aux valeurs précisées au tableau 1 pour l'usage principal et la hauteur de bâtiment maximale.

Tableau 1 – Exigences de construction en bois d'œuvre massif encapsulé⁽¹⁾⁽²⁾

Usage principal	Hauteur de bâtiment (étages)	Hauteur maximale (m)	Aire de bâtiment (m²)	Degré d'encapsulation minimal (minutes)
A-2	18	76	7 200	70
	12	51		50
	6	26		0
B-3	10	42	8 000	70
	6	26		50
	4	17		0
C	18	76	6 000	70
	8	34		0
D	18	79	7 200	70
	9	38		0
E	12	51	6 000	70
	8	34		50
	6	26		0
F-2	10	42	4 500	70
	7	30		50
	5	21		0
F-3	12	51	7 200	70
	8	34		50
	5	21		0

(1) Se référer aux conditions 1.2.4 à 1.2.6 et aux articles 3.2.2.4. à 3.2.2.8. du Code pour de plus amples informations en lien avec les usages mixtes.

(2) Interpolation linéaire non permise lors de l'utilisation du tableau 1.

- 1.1.2 Un bâtiment de *CBOME* construit conformément à la condition 1.1.1 ne peut abriter un établissement de traitements (groupe B, division 2).
- 1.1.3 Sous réserve de l'article 3.2.2.16. du Code, le bâtiment décrit à la condition 1.1.1 peut être de *CBOME* ou de construction incombustible, exclusivement ou en combinaison, et :
- a) sous réserve de la condition 1.1.4, ses planchers doivent former une séparation coupe-feu d'au moins 2 heures ;
 - b) ses mezzanines doivent avoir un degré de résistance au feu d'au moins 1 heure ;
 - c) ses murs, poteaux et arcs porteurs doivent avoir un degré de résistance au feu au moins égal à celui qui est exigé pour la construction qu'ils supportent.
- 1.1.4 Dans un bâtiment abritant un usage principal du groupe C comportant des logements occupant plus d'un étage, sous réserve des exigences énoncées au paragraphe 3.3.4.2. 3) du Code, les planchers qui sont situés entièrement à l'intérieur de ces logements, y compris ceux au-dessus des sous-sols, doivent avoir un degré de résistance au feu d'au moins 1 heure sans former une séparation coupe-feu.

- 1.1.5 Dans les bâtiments mentionnés à la condition 1.1.1, lorsque le toit de l'escalier d'issue ou des vides techniques verticaux utilisés pour abriter des gaines d'ascenseur a une hauteur de plus de 55 m mesurée du niveau moyen du sol à la partie supérieure du toit, la cage d'escalier ou l'espace pour les gaines doit être de *CBOME* ou être fait de béton.
- 1.1.6 Sous réserve du paragraphe 3.1.7.5. 2) du Code et de la condition 1.1.1, pour les types mixtes de construction, les murs, poteaux et arcs porteurs d'un étage situé immédiatement au-dessous d'un plancher ou d'un toit pour lequel un degré de résistance au feu est exigé doivent avoir au moins le même degré de résistance au feu que le plancher ou le toit qu'ils supportent.
- 1.1.7 Si un bâtiment ou des parties du bâtiment conformes à la condition 1.1.1 comportent des toits non contigus de différentes hauteurs, les couvertures décrites aux paragraphes 3.1.15.2. 3) et 3.1.15.2. 4) du Code peuvent être évaluées séparément pour déterminer la classe de couverture exigée.
- 1.1.8 Le plancher des balcons extérieurs d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment conforme à la condition 1.1.1 doit :
- a) être de construction incombustible ; ou
 - b) être de *CBOME* conformément à l'article 3.1.6.3. du Code, sans devoir être conforme au paragraphe 3.1.6.4. 1) du Code.
- 1.1.9 Les passages extérieurs surélevés utilisés comme partie d'un moyen d'évacuation doivent être conformes aux exigences de la condition 1.1.3 pour les mezzanines.
- 1.1.10 Si une partie d'un toit comporte un usage, cette partie doit former une séparation coupe-feu, conformément aux exigences de la condition 1.1.3 pour les planchers.
- 1.1.11 Les constructions hors toit abritant de la machinerie d'ascenseur ou de monte-charge et des locaux techniques doivent :
- a) être de construction incombustible ; ou
 - b) être de *CBOME* conformément à l'article 3.1.6.3. du Code.
- 1.1.12 Le prolongement hors toit des cages d'escalier doit être de construction incombustible ou de *CBOME*.
- 1.1.13 Les exigences de la sous-section 3.2.6. du Code pour les bâtiments de grande hauteur sont applicables aux bâtiments conformes à la condition 1.1.1 dont le plancher du dernier étage est situé à plus de 18 m au-dessus du niveau moyen du sol.
- 1.1.14 Lorsqu'un bâtiment conforme à la condition 1.1.1 est construit au-dessus d'un podium de construction en béton armé, ce bâtiment doit comprendre une seule tour.
- 1.1.15 Sauf indication contraire dans une autre section du présent guide, tous les éléments de conception et de construction du bâtiment doivent être conçus pour satisfaire aux exigences d'une construction incombustible conformément à la sous-section 3.1.5. du Code.

Des compléments d'information technique et des précisions peuvent être obtenus à la section 2.1 du présent document.

1.2 Usages mixtes

- 1.2.1 Sous réserve des conditions 1.2.2 à 1.2.9, pour un bâtiment conforme à la condition 1.1.1 abritant plus d'un usage principal, les exigences relatives à l'usage principal assujetti aux exigences les plus restrictives s'appliquent à l'ensemble du bâtiment.
- 1.2.2 Dans un bâtiment ou une partie du bâtiment conforme à la condition 1.1.1, contenant plus d'un usage principal, les exigences les plus restrictives du tableau 1 relatives à l'encapsulation de chacun des usages principaux se trouvant sur le même étage s'appliquent à l'encapsulation exigée pour l'intérieur d'un corridor public ou une issue se trouvant sur cet étage.
- 1.2.3 Pour un bâtiment ou une partie du bâtiment conforme à la condition 1.1.1, pour lequel un usage principal est entièrement situé au-dessus d'un autre,
- a) les exigences les plus restrictives du tableau 1 relatives à l'encapsulation de chacun des usages principaux se trouvant dans le bâtiment s'appliquent à l'encapsulation exigée à l'intérieur d'un vide technique vertical et des escaliers d'issue ; et
 - b) les exigences d'encapsulation du tableau 1 pour un assemblage de plancher en bois d'œuvre massif se situant entre des usages principaux doivent être déterminées selon les exigences de :
 - i. l'usage principal situé au-dessus pour l'encapsulation de la surface supérieure de l'assemblage de plancher en bois d'œuvre massif, et
 - ii. l'usage principal situé au-dessous pour l'encapsulation de la surface inférieure de l'assemblage de plancher en bois d'œuvre massif.
- 1.2.4 Les usages principaux du groupe E et les garages de stationnement situés dans un bâtiment ou une partie de bâtiment classifié pour un usage principal du groupe A, division 2, du groupe C ou du groupe D peuvent être construits conformément aux exigences du tableau 1 relatives à un usage principal du groupe A, division 2, du groupe C ou du groupe D, à condition que :
- a) l'usage principal du groupe E soit situé jusqu'au 2^e étage inclusivement ;
 - b) le garage de stationnement soit situé jusqu'au 4^e étage inclusivement (voir la condition 1.2.8).
- 1.2.5 Les usages principaux du groupe A, division 2 situés dans un bâtiment ou une partie de bâtiment classifié pour un usage principal du groupe C ou du groupe D peuvent être construits conformément aux exigences du tableau 1 relatives à un usage principal du groupe C ou du groupe D, à condition qu'ils soient situés jusqu'au 3^e étage inclusivement.
- 1.2.6 Les usages principaux du groupe F, divisions 2 et 3 situés dans un bâtiment ou une partie de bâtiment classifié pour un usage principal du groupe D peuvent être construits conformément aux exigences du tableau 1 relatives à un usage principal du groupe D, à condition qu'ils soient situés jusqu'au 2^e étage inclusivement.
- 1.2.7 Sous réserve des paragraphes 3.1.3.1. 2) et 3) du Code, les usages principaux contigus doivent être isolés les uns des autres par des séparations coupe-feu ayant le degré de résistance au feu indiqué au tableau 2.

Tableau 2 – Séparation coupe-feu entre les usages principaux⁽¹⁾

Usage principal	Degré de résistance au feu minimal des séparations coupe-feu, en heures												
	Usage principal contigu												
	A-1	A-2	A-3	A-4	B-1	B-2	B-3	C	D	E	F-1	F-2	F-3
A-1	-	1	1	1	2	2	2	1	1	2	⁽²⁾	2	1
A-2	1	-	1	1	2	2	2	1 ⁽³⁾	1 ⁽⁴⁾	2	⁽²⁾	2	1
A-3	1	1	-	1	2	2	2	1	1	2	⁽²⁾	2	1
A-4	1	1	1	-	2	2	2	1	1	2	⁽²⁾	2	1
B-1	2	2	2	2	-	2	2	2	2	2	⁽²⁾	2	2
B-2	2	2	2	2	2	-	1	2	2	2	⁽²⁾	2	2
B-3	2	2	2	2	2	1	-	1	2	2	⁽²⁾	2	2
C	1	1 ⁽³⁾	1	1	2	2	1	-	1	2 ⁽⁵⁾	⁽²⁾	2 ⁽⁶⁾	1
D	1	1 ⁽⁴⁾	1	1	2	2	2	1	-	-	3	-	-
E	2	2	2	2	2	2	2	2 ⁽⁵⁾	-	-	3	-	-
F-1	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾	⁽²⁾	3	3	-	2	2
F-2	2	2	2	2	2	2	2	2 ⁽⁶⁾	-	-	2	-	-
F-3	1	1	1	1	2	2	2	1	-	-	2	-	-

(1) La section 3.3 du Code contient des exigences qui ont trait à la séparation des usages et des suites.
Ces exigences s'ajoutent à celles relatives à la séparation des usages principaux.

(2) Voir le paragraphe 3.1.3.2. 1) du Code.

(3) Dans le cas des bâtiments ou des parties de bâtiment construits conformément à l'article 3.2.2.51. du Code, une séparation coupe-feu de 2 heures est requise entre des usages principaux du groupe C et du groupe A, division 2.

(4) Dans le cas des bâtiments ou des parties de bâtiment construits conformément à l'article 3.2.2.60. du Code, une séparation coupe-feu de 2 heures est requise entre des usages principaux du groupe D et du groupe A, division 2.

(5) Voir le paragraphe 3.1.3.1. 2) du Code.

(6) Voir le paragraphe 3.1.3.2. 2) du Code.

1.2.8 Un garage de stationnement doit être construit en béton ou en acier, conformément à la norme S413:21, « Ouvrages de stationnement » [9].

1.2.9 L'aire d'un garage de stationnement considéré comme un bâtiment distinct au sens de l'article 3.2.1.2. du Code ne peut excéder la limite d'aire de bâtiment permise dans le présent document et il doit n'y avoir qu'une seule tour de *CBOME* au-dessus d'un garage de stationnement.

Des compléments d'information technique et des précisions peuvent être obtenus à la section 2.2 du présent document.

1.3 Degré de résistance au feu

- 1.3.1 Le degré de résistance au feu des éléments en bois d'œuvre massif doit être déterminé conformément à la sous-section 3.1.7. du Code.
- 1.3.2 Sous réserve de la condition 1.1.4, un plancher situé immédiatement au-dessus d'un sous-sol doit former une séparation coupe-feu ayant un degré de résistance au feu conforme à la condition 1.1.3 pour les planchers, sans jamais être inférieur à 45 minutes.
- 1.3.3 Si une mezzanine doit être considérée comme un étage dans le calcul de la hauteur de bâtiment, son plancher doit former une séparation coupe-feu, conformément à la condition 1.1.3 pour les planchers.
- 1.3.4 Un degré de résistance au feu n'est pas exigé pour les constructions hors toit qui abritent de la machinerie d'ascenseur ou de monte-charge et des locaux techniques et qui ont au plus 1 étage.

Des compléments d'information technique et des précisions peuvent être obtenus à la section 2.3 du présent document.

1.4 Degré d'encapsulation

- 1.4.1 Sous réserve des conditions 1.4.11 et 1.4.12, le *degré d'encapsulation* exigé par un matériau ou un assemblage de matériaux doit être déterminé en fonction des résultats d'essais effectués conformément à la norme CAN/ULC-S146-19, « Méthode d'essais normalisée pour l'évaluation des matériaux d'encapsulation et les assemblages de matériaux aux fins de la protection des éléments de bois de charpente » [10].
- 1.4.2 Sous réserve des conditions 1.4.4 à 1.4.10, des paragraphes 3.1.6.3. 4), 3.1.6.16. 2) et 3.1.6.17. 2) et des articles 3.1.6.7. et 3.1.6.12. du Code, les surfaces exposées des éléments structuraux en bois d'œuvre massif conformes à l'article 3.1.6.3. du Code doivent être protégées des espaces contigus du bâtiment, y compris des vides de construction adjacents dans les murs, les planchers et les toits, par un matériau ou un assemblage de matériaux conforme à la condition 1.4.3 et dont le *degré d'encapsulation* :
 - a) est d'au moins 50 minutes dans un bâtiment ou une partie d'un bâtiment construit conformément à l'article 3.2.2.48. ou à l'article 3.2.2.57. du Code ; ou
 - b) est conforme aux valeurs minimales énoncées dans le tableau 1 pour l'usage principal et la hauteur de bâtiment applicables.
- 1.4.3 Sous réserve du paragraphe 3.1.6.11. 1) du Code, le matériau ou l'assemblage de matériaux mentionné à la condition 1.4.2 doit être constitué de :
 - a) plaques de plâtre ;
 - b) béton de plâtre ou béton ;
 - c) matériaux incombustibles ;
 - d) matériaux conformes aux paragraphes 3.1.5.1. 2) à 4) du Code ; ou
 - e) toute combinaison des matériaux énumérés aux alinéas a) à d).

- 1.4.4 Sous réserve des conditions 1.4.6 et 1.4.8, il n'est pas nécessaire que les surfaces exposées des poutres, des poteaux et des arcs en bois d'œuvre massif situés dans une suite ou un compartiment résistant au feu dans un bâtiment ou une partie d'un bâtiment construit conformément à l'article 3.2.2.48. ou 3.2.2.57. du Code ou pour lesquels il est permis, en vertu de la condition 1.1.1, d'avoir un *degré d'encapsulation* de 50 minutes, soient protégées conformément à la condition 1.4.2, à condition que :
- a) la surface totale exposée ne dépasse pas 35 % de la surface totale des murs périphériques de la suite ou du compartiment résistant au feu où ils se trouvent ;
 - b) l'indice de propagation de la flamme de toute surface exposée ne dépasse pas 150.
- 1.4.5 Sous réserve des conditions 1.4.6 et 1.4.8, il n'est pas nécessaire que les surfaces exposées des murs en bois d'œuvre massif situés dans une suite d'un bâtiment ou d'une partie d'un bâtiment construit conformément à l'article 3.2.2.48. ou 3.2.2.57. du Code ou pour lesquels il est permis, en vertu de la condition 1.1.1, d'avoir un *degré d'encapsulation* de 50 minutes soient protégées conformément à la condition 1.4.2, à condition que :
- a) toutes les portions des surfaces exposées :
 - i. soient orientées dans la même direction, ou
 - ii. soient séparées par une distance horizontale d'au moins 4,5 m ;
 - b) l'indice de propagation de la flamme de toute surface exposée ne dépasse pas 150.
- 1.4.6 Sous réserve de la condition 1.4.8, la surface exposée totale des éléments en bois d'œuvre massif d'une suite autorisée aux conditions 1.4.4 et 1.4.5 ne doit pas dépasser 35 % de la surface totale des murs périphériques de la suite.
- 1.4.7 Sous réserve de la condition 1.4.8, il n'est pas nécessaire de protéger les surfaces exposées des plafonds en bois d'œuvre massif d'une suite ou d'un compartiment résistant au feu autre qu'une issue ou un corridor commun dans un bâtiment ou une partie d'un bâtiment construit conformément à l'article 3.2.2.48. ou 3.2.2.57. du Code ou pour lesquels il est permis, en vertu de la condition 1.1.1, d'avoir un *degré d'encapsulation* de 50 minutes conformément à la condition 1.4.2, à condition que leur surface totale ne dépasse pas :
- a) 10 % de la surface totale du plafond de la suite ou du compartiment résistant au feu, lorsque l'indice de propagation de la flamme de toute surface exposée est d'au plus 150 ;
ou
 - b) 25 % de la surface totale du plafond de la suite ou du compartiment résistant au feu, lorsque l'indice de propagation de la flamme de toute surface exposée d'un mur ou d'un plafond en bois d'œuvre massif est d'au plus 75.

- 1.4.8 Il n'est pas nécessaire de protéger les surfaces exposées des plafonds en bois d'œuvre massif d'une suite dans un bâtiment ou une partie d'un bâtiment construit conformément à l'article 3.2.2.48. ou 3.2.2.57. du Code ou pour lesquels il est permis, en vertu de la condition 1.1.1, d'avoir un *degré d'encapsulation* de 50 minutes conformément à la condition 1.4.2, à condition que :
- a) la surface totale exposée des poutres, des poteaux et des arcs en bois d'œuvre massif ne dépasse pas 20 % de la surface totale des murs périphériques de la suite où ils se trouvent ;
 - b) toute la surface des murs en bois d'œuvre massif soit :
 - i. protégée conformément à la condition 1.4.2, ou
 - ii. protégée par un matériau ou un assemblage de matériaux conforme à la condition 1.4.3, lequel assurera un *degré d'encapsulation* d'au moins 80 minutes aux surfaces de murs qui ne peuvent être exposées conformément à la condition 1.4.6 ;
 - c) l'indice de propagation de la flamme de toute surface exposée d'un mur ou d'un plafond en bois d'œuvre massif ne dépasse pas 75.
- 1.4.9 Il n'est pas nécessaire de protéger les éléments structuraux en bois d'œuvre massif d'un bâtiment ou d'une partie d'un bâtiment pour lesquels la condition 1.1.1 permet un *degré d'encapsulation* de 0 minute conformément à la condition 1.4.2, à condition que :
- a) les murs et les plafonds en bois d'œuvre massif des vides techniques verticaux, des corridors communs et des issues soient protégés des espaces adjacents avec un matériau ou un assemblage de matériaux conformément à la condition 1.4.3 et offrant un *degré d'encapsulation* d'au moins 25 minutes ;
 - b) les vides techniques soient protégés conformément au paragraphe 3.1.6.3. 4) du Code.
- 1.4.10 La face supérieure d'un plancher ou d'un toit en bois d'œuvre massif peut être encapsulée à l'aide d'un matériau ou d'un assemblage de matériaux conforme à la condition 1.4.3 et offrant un *degré d'encapsulation* de 50 minutes dans un bâtiment ou la partie d'un bâtiment pour lequel la condition 1.4.2 b) exige un *degré d'encapsulation* d'au moins 70 minutes.
- 1.4.11 Une chape de béton de plâtre et une chape de béton d'au moins 38 mm d'épaisseur sont réputées offrir un *degré d'encapsulation* de 50 minutes lorsqu'elles sont installées sur la face supérieure d'un plancher ou d'un toit en bois d'œuvre massif.

1.4.12 L'utilisation de plaques de plâtre de type X conformes à la norme ASTM C1396/C1396M-17, « Standard Specification for Gypsum Board » [11], ou CAN/CSA-A82.27-M91, « Plaques de plâtre » [12], est réputée offrir le *degré d'encapsulation* suivant lorsque ces plaques sont installées sur un élément en bois d'œuvre massif, conformément à la condition 1.4.13 :

- a) 25 minutes pour l'utilisation d'une plaque de plâtre de type X d'au moins 12,7 mm d'épaisseur ;
- b) 50 minutes pour l'utilisation de deux plaques de plâtre de type X d'au moins 12,7 mm d'épaisseur ;
- c) 70 minutes pour l'utilisation de deux plaques de plâtre de type X d'au moins 15,9 mm d'épaisseur ;
- d) 80 minutes pour l'utilisation de trois plaques de plâtre de type X d'au moins 12,7 mm d'épaisseur.

1.4.13 Les plaques de plâtre décrites à la condition 1.4.12 devront être :

- a) fixées à l'aide d'au moins 2 rangées de vis pour chaque épaisseur :
 - i. directement à l'élément en bois d'œuvre massif au moyen de vis suffisamment longues pour pénétrer d'au moins 20 mm dans cet élément, espacées d'au plus 400 mm entre les axes et posées à une distance de 20 à 38 mm des rives de la plaque, ou
 - ii. à des fourrures en bois, à des profilés métalliques souples ou à des profilés d'acier de fourrure d'au plus 25 mm d'épaisseur espacés d'au plus 400 mm entre les axes et posées sur l'élément en bois d'œuvre massif ;
- b) installées de façon à ce que les joints de chaque épaisseur soient en quinconce avec ceux de l'épaisseur adjacente ;
- c) installées conformément à la norme ASTM C840-20, « Standard Specification for Application and Finishing of Gypsum Board » [13], sauf que leurs joints n'ont pas à être pontés et finis lorsque la composition comprend plusieurs plaques.

Des compléments d'information technique et des précisions peuvent être obtenus à la section 2.4 du présent document.

1.5 Pénétrations techniques dans les séparations coupe-feu

- 1.5.1 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 par des produits homologués pour l'usage particulier désiré.
- 1.5.2 Les murs, cloisons ou planchers devant former une séparation coupe-feu doivent être construits de façon à constituer un élément continu.
- 1.5.3 Les ouvertures dans une séparation coupe-feu doivent être protégées par des dispositifs d'obturation, des gaines ou d'autres moyens conformes aux sous-sections 3.1.8., 3.1.9. et 3.2.8. du Code.

Des compléments d'information technique et des précisions peuvent être obtenus à la section 2.5 du présent document.

1.6 Vides techniques, vides de construction et cages d'escalier

- 1.6.1 Sauf pour les vides sanitaires conformes au paragraphe 3.1.11.6. 1) et sous réserve du paragraphe 3.1.11.5. 5) du Code, dans les bâtiments ou parties de bâtiments conformes à la condition 1.1.1, les vides de construction horizontaux d'un plancher ou d'un toit de *CBOME* doivent être divisés par une construction conforme à l'article 3.1.11.7. du Code en compartiments :
- a) d'au plus 600 m² de surface, sans dimension supérieure à 60 m, si les matériaux de construction exposés à l'intérieur de ces vides ont un indice de propagation de la flamme d'au plus 25 ;
 - b) d'au plus 300 m² de surface, sans dimension supérieure à 20 m, si les matériaux de construction exposés à l'intérieur de ces vides ont un indice de propagation de la flamme supérieur à 25.
- 1.6.2 Les vides techniques verticaux, y compris les chutes à déchets, doivent être isolés du reste du bâtiment par une séparation coupe-feu ayant un degré de résistance au feu équivalent minimalement à ce qui est exigé par la sous-section 3.6.3. du Code.
- 1.6.3 À l'exception des vides de construction horizontaux dans un plancher ou d'un toit, les exigences portant sur les pare-feu dans les vides de construction sont les mêmes que celles relatives à une construction incombustible à la sous-section 3.1.11. du Code.
- 1.6.4 Des pare-feu ne sont pas requis si le vide de construction horizontal d'un plancher ou d'un toit est entièrement rempli d'isolant incombustible.
- 1.6.5 Les escaliers d'issue doivent être isolés les uns des autres et du reste du bâtiment par une séparation coupe-feu étanche à la fumée ayant un degré de résistance au feu au moins égal à celui qui est exigé pour le plancher qu'ils traversent.
- 1.6.6 Les cages d'escalier d'issue abritant des escaliers en ciseaux sont interdites.
- 1.6.7 Il n'est pas permis que les escaliers et les paliers soient en bois dans un escalier d'issue.
- 1.6.8 Les vides techniques doivent être protégés conformément aux conditions stipulées à la section 1.4 du guide.

Des compléments d'information technique et des précisions peuvent être obtenus à la section 2.6 du présent document.

1.7 Systèmes de gicleurs

- 1.7.1 Un bâtiment conforme à la condition 1.1.1 doit être entièrement protégé par gicleurs, conformément à l'article 3.2.2.18. du Code.
- 1.7.2 Des gicleurs doivent être installés sur les balcons ou les terrasses de plus de 610 mm de profondeur, mesurée perpendiculairement au mur extérieur.
- 1.7.3 Les systèmes de gicleurs doivent être conçus pour s'adapter aux fléchissements ou à la déformation résultant des charges sismiques et du retrait des matériaux. Ces systèmes doivent rester fonctionnels après un séisme afin de limiter les dommages causés par les incendies qui pourraient se produire suivant un séisme.

Des compléments d'information technique et des précisions peuvent être obtenus à la section 2.7 du présent document.

1.8 Séparation des milieux différents et façades de rayonnement

1.8.1 Sous réserve des conditions 1.8.2, 1.8.3, 1.8.4, 1.8.6 et 1.8.9, le revêtement pour les murs extérieurs d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment pour lequel une *CBOME* est permise doit :

- a) être incombustible ;
- b) être composé d'un matériau ou d'une combinaison de matériaux qui satisfont aux critères du paragraphe 3.1.5.1. 2) du Code ;
- c) sous réserve de la condition 1.8.7, satisfaire aux critères de l'alinéa 3.1.5.5. 1) b) du Code applicables à un mur ; ou
- d) être une combinaison des revêtements décrits aux alinéas a) à c).

1.8.2 Sous réserve des conditions 1.8.3, 1.8.4, 1.8.6 et 1.8.8, il est permis d'utiliser comme revêtement pour les murs extérieurs d'un bâtiment ou d'une partie d'un bâtiment pour lequel une *CBOME* d'une hauteur de bâtiment d'au plus 12 étages est permise :

- a) un revêtement combustible qui :
 - i. n'est pas contigu aux étages adjacents sur plus de 4 étages,
 - ii. représente au plus 10 % du revêtement des murs extérieurs de chaque étage,
 - iii. n'a pas plus de 1,2 m de largeur,
 - iv. présente un indice de propagation de la flamme d'au plus 75 sur toute surface exposée ou qui pourrait l'être si le matériau était coupé dans n'importe quel sens,
 - v. est séparé des autres portions du revêtement combustible sur les étages adjacents par une distance horizontale d'au moins 2,4 m,
 - vi. est séparé des autres portions du revêtement combustible par une distance horizontale d'au moins 1,2 m ;
- b) un revêtement combustible qui :
 - i. n'est pas contigu aux étages adjacents,
 - ii. représente au plus 10 % du revêtement de chaque mur extérieur de chaque étage,
 - iii. présente un indice de propagation de la flamme d'au plus 75 sur toute surface exposée ou qui pourrait l'être si le matériau était coupé dans n'importe quel sens,
 - iv. est séparé des autres portions du revêtement combustible sur les étages adjacents par une distance horizontale d'au moins 2,4 m ;
- b) un revêtement combustible qui représente jusqu'à 100 % du revêtement des murs extérieurs du premier étage, à condition qu'il soit possible d'accéder directement à toutes les parties du revêtement et que ce dernier se trouve au plus à 15 m d'une rue ou d'une voie d'accès conforme à l'article 3.2.5.6 du Code, la distance étant mesurée horizontalement à partir de la façade du bâtiment ; ou
- c) une combinaison des revêtements décrits à la condition 1.8.1 et aux alinéas a) à c).

1.8.3 La surface permise pour un revêtement combustible à la condition 1.8.2 a) ou b) ne doit pas représenter plus de 5 % du revêtement de chaque mur extérieur de chaque étage dans le cas où le temps écoulé à partir de la réception de la notification d'un incendie par le service d'incendie jusqu'au moment de l'arrivée du premier véhicule de service d'incendie au bâtiment dépasse 10 minutes dans au moins 10 % de tous les appels au service d'incendie au bâtiment.

- 1.8.4 Sous réserve des conditions 1.8.6 et 1.8.8, il est permis d'utiliser comme revêtement pour les murs extérieurs, dans le cas d'un bâtiment ou d'une partie d'un bâtiment pour lequel une *CBOME* d'une hauteur de bâtiment d'au plus 6 étages est permise :
- a) un revêtement combustible qui :
 - i. représente au plus 10 % du revêtement de chaque mur extérieur de chaque étage,
 - ii. présente un indice de propagation de la flamme d'au plus 75 sur toute surface exposée ou qui pourrait l'être si le matériau était coupé dans n'importe quel sens ;
ou
 - b) une combinaison des revêtements décrits à l'alinéa a) et aux conditions 1.8.1 et 1.8.2 c).
- 1.8.5 Si un revêtement combustible conforme à la condition 1.8.2 a) ou b), ou 1.8.4 a) sur le mur extérieur d'un compartiment résistant au feu est exposé à un revêtement combustible conforme à la condition 1.8.2 a) ou b), ou 1.8.4 a) sur le mur extérieur du même compartiment résistant au feu ou d'un autre compartiment résistant au feu et si les plans de ces 2 murs sont parallèles ou forment un angle de moins de 135° mesuré de l'extérieur du bâtiment, les différentes parties du revêtement combustible doivent :
- a) être séparées par une distance horizontale d'au moins 3 m ;
 - b) ne pas être contiguës sur plus de 2 étages.
- 1.8.6 Sous réserve de la condition 1.8.8, il est permis d'utiliser comme revêtement pour les murs extérieurs d'un bâtiment ou d'une partie d'un bâtiment pour lequel une *CBOME* d'une hauteur de bâtiment d'au plus 4 étages est permise un matériau combustible présentant un indice de propagation de la flamme d'au plus 75 sur toute surface exposée ou qui pourrait l'être si le matériau était coupé dans n'importe quel sens.
- 1.8.7 Un mur extérieur construit conformément à la section D-6 de l'annexe D du Code est réputé conforme à la condition 1.8.1 c).
- 1.8.8 Sous réserve de l'article 3.2.3.10. du Code, si la distance limitative indiquée au tableau 3.2.3.1.-D ou 3.2.3.1.-E du Code permet que les baies non protégées aient une surface d'au plus 10 % de la façade de rayonnement, les exigences de construction du tableau 3.2.3.7. du Code doivent être respectées.
- 1.8.9 Si un mur conforme à la condition 1.8.1 c) comporte un revêtement extérieur combustible en bois ignifugé, l'exposition au feu doit être effectuée après avoir soumis le revêtement à un conditionnement simulant une exposition accélérée aux intempéries, conformément à la norme ASTM D2898-10, « Standard Practice for Accelerated Weathering of Fire-Retardant-Treated Wood for Fire Testing » [14].
- 1.8.10 Sous réserve de l'article 3.2.3.7. du Code, le degré de résistance au feu, la construction et le revêtement extérieur des façades de rayonnement des bâtiments ou des compartiments résistants au feu conformes à la condition 1.1.1 doivent être conformes au tableau 3.

Tableau 3 – Exigences minimales de construction pour les façades de rayonnement

Usage du bâtiment ou du compartiment résistant au feu	Pourcentage maximal de la surface occupée par des baies non protégées, % de l'aire des façades de rayonnement	Degré de résistance au feu minimal exigé	Type de construction exigé	Type de revêtement exigé
Groupes A, B, C, D ou groupe F, division 3	0 – 10	1 heure	Incombustible	Incombustible
	> 10 – 25	1 heure	Combustible, <i>CBOME</i> ou incombustible	Incombustible
	> 25 – 50	45 minutes	Combustible, <i>CBOME</i> ou incombustible	Incombustible
	> 50 - < 100	45 minutes	Combustible, <i>CBOME</i> ou incombustible	Combustible ou incombustible ⁽¹⁾
Groupe E ou groupe F, division 1 ou 2	0 – 10	2 heures	Incombustible	Incombustible
	> 10 – 25	2 heures	Combustible, <i>CBOME</i> ou incombustible	Incombustible
	> 25 – 50	1 heure	Combustible, <i>CBOME</i> ou incombustible	Incombustible
	> 50 - < 100	1 heure	Combustible, <i>CBOME</i> ou incombustible	Combustible ou incombustible ⁽¹⁾

(1) Le revêtement des bâtiments ou des parties de bâtiment conformes aux articles 3.2.2.48. ou 3.2.2.57. du Code ou à la condition 1.1.1 doit satisfaire aux exigences de l'article 3.1.6.9. du Code et des conditions de ce guide, ou être incombustible.

- 1.8.11 Les balcons de *CBOME* doivent être recouverts d'une membrane d'étanchéité. Les éléments structuraux en bois d'œuvre massif doivent être conformes aux dimensions minimales prévues au tableau 3.1.6.3. du Code.
- 1.8.12 Les exigences prévues à l'article 3.2.1.2. du Code relativement aux saillies et au retrait pour les murs extérieurs d'un garage de stationnement considéré comme un bâtiment distinct s'appliquent à une *CBOME*.
- 1.8.13 La conception des assemblages agissant comme séparation des milieux différents doit être réalisée en conformité avec la partie 5 du Code – Séparation des milieux différents.
- 1.8.14 L'enveloppe extérieure doit être conçue de façon à contrôler la condensation potentielle, à gérer adéquatement les transferts de chaleur, d'air et d'humidité dans l'enveloppe du bâtiment et à s'adapter aux mouvements potentiels du bâtiment.

Des compléments d'information technique et des précisions peuvent être obtenus à la section 2.8 du présent document.

1.9 Mezzanines et ouvertures dans les planchers

- 1.9.1 Les mezzanines et les ouvertures dans les planchers doivent être conformes aux exigences de la sous-section 3.2.8. du Code.
- 1.9.2 Les bâtiments visés par la condition 1.1.1 et pour lesquels les exigences des articles 3.2.4.8. à 3.2.8.8. du Code sont satisfaites doivent être de construction incombustible ou de *CBOME*; toutefois, une construction en gros bois d'œuvre est permise si une construction combustible est autorisée à la sous-section 3.2.2. du Code.

Des compléments d'information technique et des précisions peuvent être obtenus à la section 2.9 du présent document.

1.10 Règles de calcul, structures et attaches

- 1.10.1 La conception des structures en bois et des attaches doit être conforme à la norme CSA O86-24, « Règles de calcul des charpentes en bois » [15].
- 1.10.2 Le concept de calcul fondé sur la capacité doit être utilisé pour la conception sismique des bâtiments en bois de grande hauteur. Cette approche de conception est basée sur une compréhension simple de la manière dont une structure peut résister à des déformations importantes lorsqu'elle est soumise à des séismes importants.

Des compléments d'information technique et des précisions peuvent être obtenus à la section 2.10 du présent document.

1.11 Sécurité et protection incendie durant la construction

La présente section fournit des exigences de sécurité et de protection incendie durant la construction et fait référence au Code national de prévention des incendies (CNPI) du Canada 2020 [16].

- 1.11.1 En complément aux conditions 1.11.2 à 1.11.7, un plan de gestion et de contrôle des risques sur le chantier conçu par un ingénieur ayant les qualifications en sécurité incendie est requis.
- 1.11.2 Lors de la construction de bâtiments de plus de 6 étages conformes à la condition 1.1.1 et sous réserve des conditions 1.11.3, 1.11.4 et 1.11.8, un matériau ou un assemblage de matériaux d'encapsulation protecteurs présentant un *degré d'encapsulation* d'au moins 25 min, comme déterminé conformément à la condition 1.4.1, doit être installé :
 - a) de façon qu'au plus 20 % de l'aire de la sous-face de chaque plancher en bois d'œuvre massif à chaque étage soit exposée pendant la construction ;
 - b) du côté intérieur des escaliers exigés au paragraphe 5.6.3.7. 3) du CNPI et des vides techniques verticaux lorsque les parois sont faites d'éléments en bois d'œuvre massif ;
 - c) sur chaque face de cloisons en bois d'œuvre plein ou en bois d'œuvre massif d'au moins 38 mm d'épaisseur et sur chaque face de cloisons à ossature de bois comme le permet l'article 3.1.6.15. du Code ;
 - d) de façon que la surface totale exposée des murs en bois d'œuvre massif situés sur l'étage ne dépasse pas :
 - i. l'aire totale exposée de la suite, précisée à la condition 1.4.6, ou
 - ii. 35 % de la surface totale des murs périphériques de l'étage.

- 1.11.3 Sous réserve des conditions 1.11.5 et 1.11.7, il n'est pas obligatoire d'utiliser un matériau ou un assemblage de matériaux d'encapsulation pour un bâtiment ou une partie d'un bâtiment pour lequel il est permis, en vertu de la condition 1.1.1, d'avoir un *degré d'encapsulation* de 0 minute comme précisé aux conditions 1.11.2 a) et d), à condition :
- a) que les pénétrations ou ouvertures de l'assemblage de plancher de tout étage soient :
 - i. protégées par un coupe-feu conforme au paragraphe 3.1.9.1. 1) du Code,
 - ii. remplies d'isolant incombustible maintenu en place, ou
 - iii. protégées du haut vers le plancher par une plaque de plâtre de type X d'au moins 12,7 mm fixée mécaniquement sur un panneau de contreplaqué ou un panneau de copeaux orientés (OSB) d'une épaisseur d'au moins 12,7 mm, la face de la plaque de plâtre contre la pénétration ;
 - b) qu'un réseau de canalisation d'incendie soit installé conformément aux articles 5.6.1.6. et 5.6.4.2. du CNPI et que ce réseau soit doté de robinets d'incendie que les occupants pourront utiliser et qui seront équipés de tuyaux d'incendie qui auront :
 - i. un diamètre de 25 ou de 38 mm,
 - ii. une longueur suffisante pour couvrir toutes les parties de l'étage avec un jet de lance d'incendie d'au moins 5 m ;
 - c) qu'une surveillance des risques d'incendie soit assurée sur tous les étages :
 - i. à un intervalle d'au plus 1 heure lorsque des travailleurs sont présents dans le bâtiment,
 - ii. se terminant au moins 1 heure après que les travailleurs ont quitté le bâtiment.
- 1.11.4 Sous réserve des conditions 1.11.5 et 1.11.7, il n'est pas obligatoire d'utiliser un matériau ou un assemblage de matériaux d'encapsulation pour un bâtiment ou une partie d'un bâtiment pour lequel il est permis, en vertu de la condition 1.1.1, d'avoir un *degré d'encapsulation* de 50 minutes comme précisé à la condition 1.11.2 a), à condition :
- a) que les pénétrations ou ouvertures de l'assemblage de plancher de tout étage soient :
 - i. protégées par un coupe-feu conforme au paragraphe 3.1.9.1. 1) du Code,
 - ii. remplies d'isolant incombustible maintenu en place, ou
 - iii. protégées à partir du haut de l'assemblage de plancher par une plaque de plâtre de type X d'au moins 12,7 mm fixée mécaniquement sur un panneau de contreplaqué ou un panneau de copeaux orientés (OSB) d'une épaisseur d'au moins 12,7 mm, la face de la plaque de plâtre contre la pénétration ;
 - b) qu'un réseau de canalisation d'incendie soit installé conformément aux articles 5.6.1.6. et 5.6.4.2. du CNPI et que ce réseau soit doté de robinets d'incendie que les occupants pourront utiliser et qui seront équipés de tuyaux d'incendie qui auront :
 - i. un diamètre de 25 ou de 38 mm,
 - ii. une longueur suffisante pour couvrir toutes les parties de l'étage avec un jet de lance d'incendie d'au plus 5 m ;
 - c) qu'une surveillance constante des risques d'incendie soit assurée sur tous les étages :
 - i. à un intervalle d'au plus 1 heure lorsque des travailleurs sont présents dans le bâtiment,
 - ii. se terminant au moins 1 heure après que les travailleurs ont quitté le bâtiment.

- 1.11.5 Sous réserve de la condition 1.11.6, dans un bâtiment ou une partie de bâtiment conforme aux conditions 1.11.3 et 1.11.4, les murs extérieurs doivent être installés et tous les joints situés sur un plan horizontal entre le plancher et un mur extérieur de tout étage doivent être :
- a) protégés au joint par un coupe-feu conforme au paragraphe 3.1.8.3. 4) du Code ; ou
 - b) remplis par un isolant incombustible maintenu en place.
- 1.11.6 Il n'est pas obligatoire pour les 4 derniers étages de se conformer aux exigences de la condition 1.11.2 pendant la construction.
- 1.11.7 Pendant la construction des 4 premiers étages, il n'est pas obligatoire de se conformer aux exigences de la condition 1.11.2 a) jusqu'à ce que le plafond du 5^e étage soit construit.
- 1.11.8 L'utilisation d'une seule plaque de plâtre de type X d'au moins 12,7 mm est réputée offrir le *degré d'encapsulation* exigé à la condition 1.11.2 lorsque la plaque est installée conformément aux conditions 1.4.13 a) et c).

Des compléments d'information technique et des précisions peuvent être obtenus à la section 2.11 du présent document.

Partie 2 : Guide explicatif

La partie 2 – Guide explicatif apporte des précisions techniques et des explications supplémentaires pour chaque section de la partie 1 – Conditions à respecter du présent document. Ces renseignements et ces conseils utiles guideront les concepteurs et les constructeurs de bâtiments en bois de grande hauteur.

Le Code national du bâtiment – Canada (CNB) 2020 a adopté des exigences visant la *construction en bois d’œuvre massif encapsulé (CBOME)*, qui constitue un nouveau type de construction distinct de la construction combustible et de la construction incombustible.

Le rapport *Transferability of 2021 International Building Code* [17] expose de façon détaillée les arguments appuyant l’inclusion des dispositions sur les nouveaux types de construction IV-A, IV-B et IV-C portant sur la *CBOME* du IBC au CNB. Ce rapport, appuyé par une étude comparative des différences entre le IBC et le CNB intitulée *Technical Peer Review of Transferability Report* et incluse dans la référence [17] portant sur la protection contre l’incendie et les dommages structuraux, arrive à la conclusion que le CNB peut effectivement adopter les dispositions sur les nouveaux types de construction IV-A, IV-B et IV-C de *CBOME* du IBC en les assortissant de modifications prudentes. De plus, les travaux de recherche entrepris depuis la première adoption des exigences sur la *CBOME* [18–21] ainsi que la nouvelle norme applicable au *bois lamellé-croisé* [7] sont favorables à une application sécuritaire plus étendue.

De plus amples renseignements techniques peuvent également être obtenus dans la version 2022 du [Guide technique pour la conception et la construction de bâtiments en bois de grande hauteur au Canada](#) (GBBGH), publié par FPInnovations. Un guide a également été publié en 2022 par le Conseil canadien du bois lorsque la *CBOME* a été introduite en Ontario [22]. Il fournit davantage de clarifications et d’illustrations.

2.1 Conditions générales

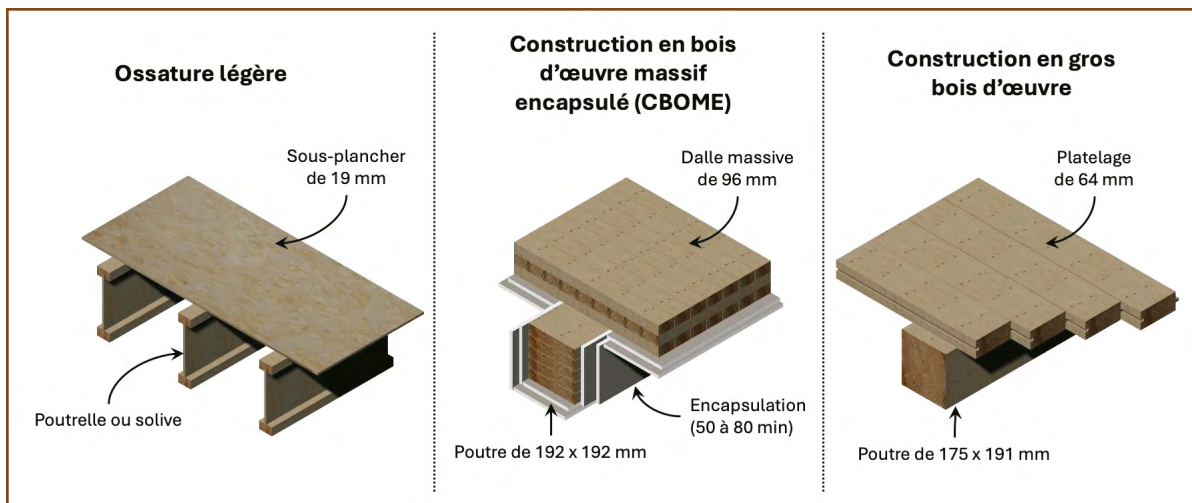
Le bâtiment visé par le présent guide peut être entièrement de *CBOME* ou de *construction hybride*, où on utilise un mélange de bois, de béton et/ou d'acier. Le *bois lamellé-croisé* (*cross-laminated timber*, *CLT*), le *bois lamellé-collé* (*glue-laminated timber*), le *bois lamellé mécaniquement* (*mechanically-laminated timber*, *MLT*) et les *bois de charpente composite* (*structural composite lumber*, *SCL*) peuvent être employés. Il est cependant interdit d'utiliser des éléments porteurs construits à partir d'une ossature légère de bois dans ce type de construction. L'utilisation de cloisons en ossature légère de bois est toutefois permise ailleurs dans l'aire de plancher, sauf indications contraires.

Le niveau de sécurité incendie offert par une *CBOME* fait appel à des dimensions minimales à respecter pour les éléments structuraux, un peu de façon semblable à la construction en gros bois d'œuvre au sens du Code. Dans une *CBOME*, les éléments structuraux doivent fournir un degré de résistance au feu d'au moins 2 heures, dont un *degré d'encapsulation* variant de 0 à 70 minutes est fourni par un matériau ou un assemblage de matériaux. Afin qu'un élément de bois continue d'agir comme un élément thermiquement épais (c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'augmentation de température à la surface non exposée au feu), des dimensions minimales à respecter sont fournies au tableau 3.1.6.3. du Code selon le type d'élément structural (mur, plancher, toit, poutres, poteaux et arcs) et son exposition au feu (1, 2, 3 ou 4 faces exposées). Il est à noter que les dimensions minimales ne traduisent pas un degré de résistance au feu donné. Selon les calculs de l'ingénieur en structure, des dimensions supérieures peuvent être requises pour atteindre le degré de résistance au feu exigé ou encore pour soutenir les charges et les attaches.

Les exigences de dimensions minimales du tableau 3.1.6.3. du Code ne doivent pas être confondues avec celles liées au degré de résistance au feu. Bien que les deux concepts soient complémentaires, ils ne sont pas les mêmes et ne visent pas les mêmes objectifs du Code. Le degré de résistance au feu doit en tout temps être validé par un ingénieur en structure puisque de plus grandes dimensions peuvent être requises.

De plus, il est important de bien comprendre les différences fondamentales entre les divers types de construction en bois reconnus dans le Code, dont l'ossature de bois, la construction en gros bois d'œuvre (au sens du Code) et la *construction en bois d'œuvre massif encapsulé* (figure 1). Bien que la construction en gros bois d'œuvre exige des dimensions minimales à respecter dans le Code, celles de la *construction en bois d'œuvre massif encapsulé* sont supérieures. Ce dernier type de construction fait également appel à la notion d'encapsulation, ce qui n'est pas le cas pour la construction en gros bois d'œuvre. De plus, la résistance au feu des éléments d'une construction massive en bois doit être calculée, alors que celle de la construction en gros bois d'œuvre ne l'est pas. Ce dernier type de construction est présumé acceptable pour les bâtiments où une construction combustible d'au plus 45 minutes est permise, mais sans y assigner explicitement un degré de résistance au feu.

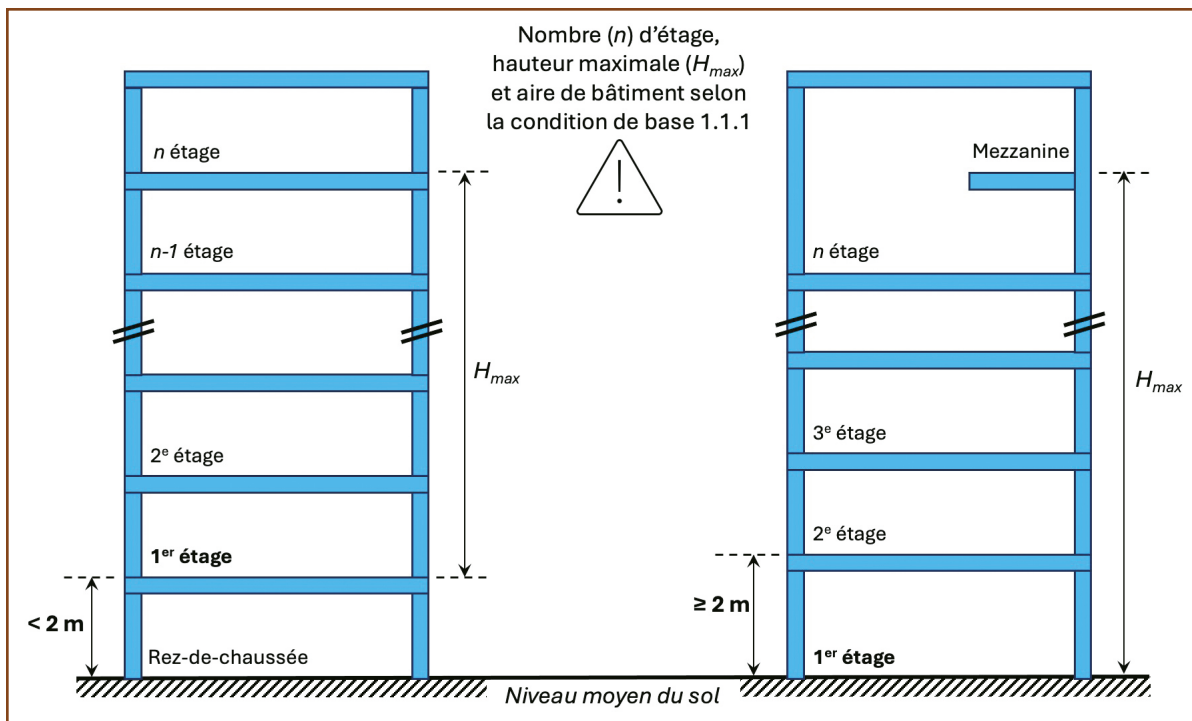
Figure 1 – Systèmes de construction en bois



Ces nouvelles conditions visent à élargir les possibilités d'utilisation d'une *CBOME* à un plus grand nombre d'usages principaux autres que les groupes C et D permis dans le Code. Bien qu'un plus grand nombre d'usages principaux soient maintenant permis, il demeure interdit d'abriter un établissement de traitements (groupe B, division 2). Les usages incluent cependant les bâtiments de soins (groupe B, division 3) et les résidences privées pour aînés soumises à la Loi sur les services de santé et les services sociaux (chapitre S-4.2) appliquée par le ministère de la Santé et des Services sociaux.

Les hauteurs et les aires de bâtiment prévues aux conditions à respecter sont les mêmes que celles proposées à la Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies et récemment adoptées en Colombie-Britannique et en Ontario. Le CNB a historiquement utilisé une méthode au prorata entre l'aire de bâtiment et le nombre d'étages, conservant ainsi l'aire de bâtiment totale constante. Pour les bâtiments visés par la mesure, l'aire de bâtiment demeure constante en fonction de la hauteur. Dans ces bâtiments, les éléments porteurs et les planchers doivent fournir un degré de résistance au feu d'au moins 2 heures afin d'offrir un niveau de compartimentation jugé acceptable, peu importe l'aire de bâtiment et la hauteur. De plus, ces bâtiments doivent être entièrement protégés par gicleurs. Une limite de hauteur entre le plancher du premier étage et celui du dernier étage a cependant été ajoutée (figure 2).

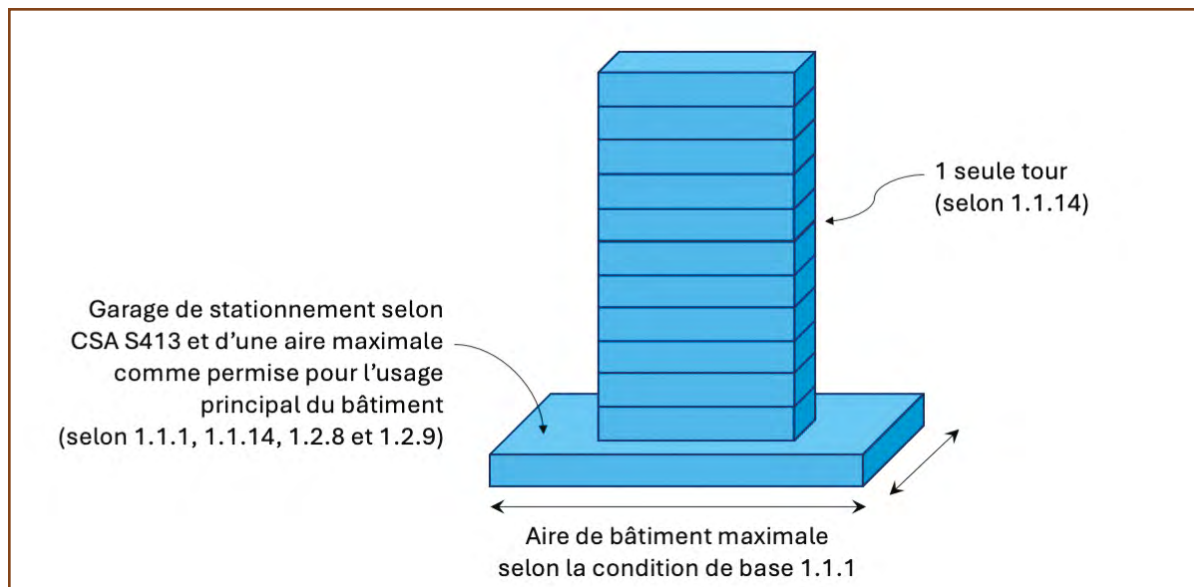
Figure 2 – Calcul de la hauteur du bâtiment pour une CBOME (selon la condition 1.1.1)



Les exigences visant les aires de bâtiment et la limite de hauteur pour une CBOME, combinées aux autres exigences de protection contre l'incendie détaillées dans les présentes conditions à respecter, et basées sur le CNB 2020, sont adéquates pour assurer un niveau de risque acceptable (objectifs de sécurité et de protection du bâtiment contre l'incendie et les dommages structuraux du CNB). Ces limites ont été établies à partir de bâtiments de plus de 6 étages préalablement construits ou en construction dans le monde, des hauteurs et aires de bâtiment contenues dans le IBC 2021 des États-Unis et des hauteurs inter-étages couramment utilisées dans les constructions métalliques et en béton. Au moment de la rédaction des présentes conditions à respecter, une [carte interactive des bâtiments de construction massive en bois](#) avait été publiée par le ministère des Ressources naturelles du Canada.

Les complexes immobiliers comprenant plus d'une tour ne sont pas permis selon les exigences contenues dans ce document, et ce, même sur un garage de stationnement distinct, sur un basilaire ou sur une construction incombustible aux étages inférieurs, conformément à la condition 1.1.14 (figure 3).

Figure 3 – Construction d’une seule tour de *CBOME* au-dessus d’un garage de stationnement



Dans un bâtiment conçu selon les conditions à respecter de ce document, les exigences de protection incendie d’une construction incombustible s’appliquent, à l’exception des exigences particulières à la *CBOME* détaillées dans ce document et dans le Code. Toutes les autres parties du Code qui ne sont pas explicitement mentionnées dans ce guide s’appliquent également, par exemple et sans s’y limiter, la couverture des toits de classe A ou les espacements pour les boîtes électriques.

Par ailleurs, le Code permet une quantité d’éléments combustibles dans un bâtiment qui doit être de construction incombustible, et ce, sur la base de l’hypothèse que ces éléments auront une contribution peu importante sur la dynamique incendie. Ainsi, la majorité des éléments combustibles permis dans une construction incombustible sont aussi permis dans une construction massive en bois encapsulé.

L’utilisation d’un traitement de surface peut s’avérer une option intéressante pour les concepteurs désirant laisser le bois apparent et pour répondre aux exigences les plus strictes du Code en matière d’indice de propagation de la flamme. Bien que les fournisseurs de ces traitements de surface aient effectué des essais normalisés conformément à la norme CAN/ULC-S102 pour démontrer l’efficacité de leur produit (IPF d’au plus 25), plusieurs essais ont été réalisés uniquement avec des planches de sapin Douglas. Par conséquent, il est primordial de consulter les fournisseurs pour s’assurer d’obtenir une confirmation que le produit est compatible avec le type de bois à traiter (p. ex. : essence de bois, masse volumique, etc.) et connaître les méthodes d’entretien visant la durabilité à long terme (p. ex. : dégradation aux UV, lessivage, etc.).

Par ailleurs, il est stipulé dans le Code que certaines exigences d’indice de propagation de la flamme (IPF) s’appliquent à toute surface exposée ou qui pourrait l’être si l’on coupe le matériau dans n’importe quel sens. Cette exigence vise essentiellement à limiter l’utilisation de traitements de surface pour répondre aux exigences d’IPF. Lorsque la démonstration de la performance de l’IPF dans n’importe quel sens n’est pas exigée, l’utilisation d’un traitement de surface pour conserver des surfaces apparentes est permise, y compris sur les éléments structuraux et les bois de finition intérieure.

Il faut savoir que plusieurs produits sont testés conformément à la norme américaine ASTM E84, qui n'est pas tout à fait équivalente à la norme canadienne CAN/ULC-S102. Une attention particulière doit être portée à l'évaluation de la transférabilité et de la validité de résultats d'essais américains en contexte canadien. Il faut aussi obtenir l'approbation de la RBQ par le biais d'une mesure équivalente.

Un bois ayant un traitement de surface pour réduire son indice de propagation de la flamme ne satisfait pas aux exigences d'un bois ignifugé, au sens du Code.

Toutes les exigences visant les bâtiments de grande hauteur énoncées à la sous-section 3.2.6. du Code doivent également être respectées dans le cas d'un bâtiment de *CBOME* dont la hauteur du dernier plancher est à plus de 18 m du niveau moyen du sol, et ce, peu importe l'usage principal du bâtiment. Cette exigence vise à réduire les risques de propagation de la fumée et de contamination par la fumée pour ses occupants et les intervenants du service de sécurité incendie. Il est à noter que les autres exigences du Code concernant les bâtiments de grande hauteur, dont la protection des câbles électriques, s'appliquent.

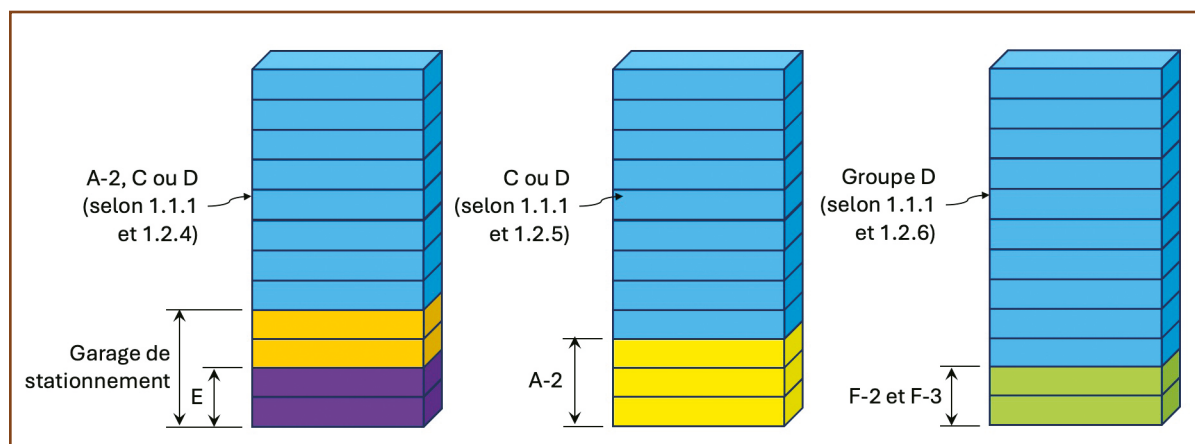
Le niveau de performance jugé admissible selon les solutions acceptables de la division B du Code est basé sur diverses hypothèses, parfois implicites, dont la nécessité d'une alimentation en eau adéquate et la capacité d'intervention du service d'incendie dans un délai raisonnable. De plus amples détails peuvent être obtenus à l'annexe A-3 du Code.

Enfin, bien que la RBQ énonce ces conditions à respecter, il est de la responsabilité des concepteurs et/ou constructeurs de consulter le service municipal de protection incendie ainsi que la municipalité dès la planification du projet, ceux-ci pouvant appliquer des exigences de construction supplémentaires sur leur territoire ainsi que des exigences particulières dans le plan de sécurité et de protection incendie durant la construction.

2.2 Usages mixtes

L'utilisation d'usages mixtes dans un bâtiment est une pratique courante, notamment en milieu urbain. Elle vise à maximiser l'espace du terrain et la volumétrie du bâtiment ainsi qu'à offrir de plus amples services de proximité. Certains usages principaux sont donc permis aux étages inférieurs seulement pour un bâtiment d'au plus 18 étages en *COMBE*, comme illustré à la figure 4.

Figure 4 – Usages mixtes permis pour une *CBOME* d'au plus 18 étages



La construction d'un garage de stationnement doit être conforme à la norme CSA S413. Cette dernière vise essentiellement les constructions en béton et en acier. Ainsi, une demande de mesures équivalentes doit être présentée à la RBQ si un garage de stationnement comporte un autre type de construction que ceux prévus dans la norme.

2.3 Degré de résistance au feu

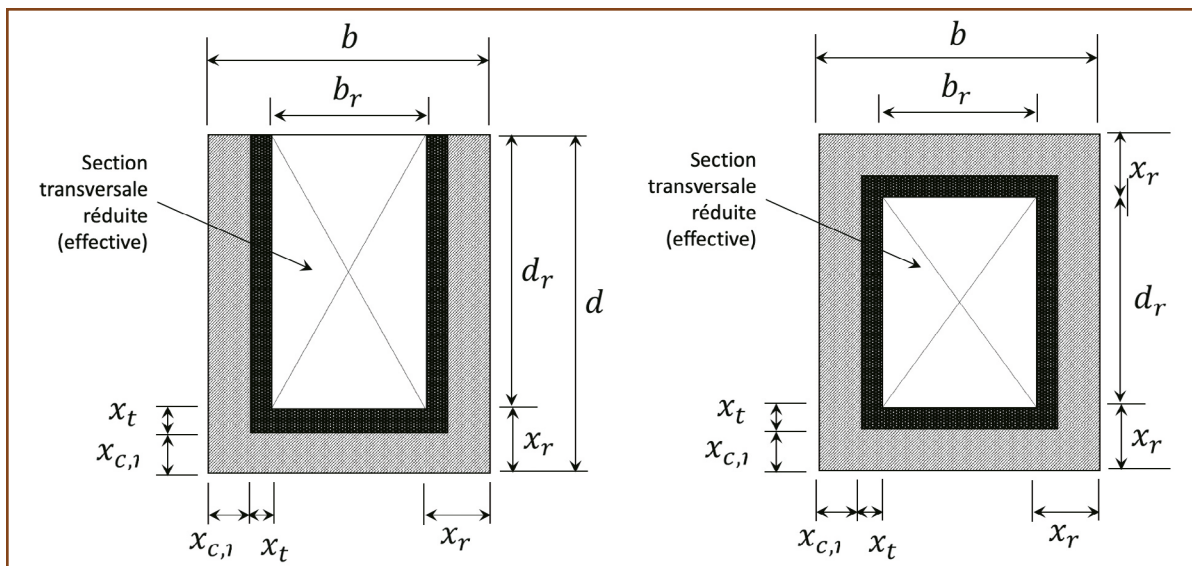
Tous les planchers et les éléments porteurs des bâtiments de *CBOME* conformes à la condition 1.1.1 doivent avoir un degré de résistance au feu (DRF) d'au moins 2 heures afin de répondre aux objectifs et énoncés fonctionnels du Code [F03-OS1.2, OP1.2] et [F04-OS1.2, OS1.3, OP1.2, OP1.3]. Ces énoncés visent à limiter la probabilité que les éléments structuraux et de séparation subissent une défaillance prématurée ou s'effondrent avant que les occupants aient été déplacés vers un endroit sûr et que les intervenants d'urgence aient accompli leurs tâches, et la probabilité que ces éléments causent ainsi des blessures à des personnes et des dommages au bâtiment. Les énoncés fonctionnels F03 et F04 sont directement liés aux notions de compartimentation des bâtiments. Les notions de résistance au feu et d'intégrité des séparations coupe-feu sont donc fondamentales dans l'atteinte du niveau de performance défini par les objectifs.

Selon l'article 3.1.7.1. de la division B du Code, le degré de résistance au feu d'un matériau, d'un assemblage ou d'un élément structural doit être déterminé en fonction des résultats d'essais effectués selon la norme CAN/ULC-S101 et les conditions d'exposition au feu décrites à l'article 3.1.7.3., ou d'après l'annexe D de la division B. Pour un bâtiment conçu selon ces conditions à respecter, le degré de résistance au feu d'un élément en bois d'œuvre massif peut être déterminé selon la méthode B de l'annexe D-2.11.4, celle-ci faisant référence aux méthodes de calculs fournies à l'annexe B de la norme CSA O86-24.

La résistance au feu d'éléments structuraux d'une *CBOME* requiert de calculer la section réduite effective selon le temps d'exposition au feu et la vitesse de carbonisation, puis de vérifier la résistance résiduelle de cette section réduite effective (figure 5). Si les surfaces de bois d'œuvre massif sont protégées contre l'exposition au feu par des plaques de plâtre résistantes au feu de type X, il est possible de bonifier la durée assignée de résistance au feu, calculée conformément à l'annexe B de la norme CSA O86-24, par les durées suivantes :

- a) 30 minutes par plaque de plâtre de 12,7 mm ($\frac{1}{2}$ po) ;
- b) 40 minutes par plaque de plâtre de 15,9 mm ($\frac{3}{4}$ po).

Figure 5 – Méthode de la section réduite effective (adaptée de la norme CSA O86-24)



De plus, lorsque la résistance au feu est calculée selon la méthode B du Code (c'est-à-dire selon la norme CSA O86-24), la fonction séparative (intégrité et isolation) des éléments de murs, planchers et plafonds devra être fournie en suivant les exigences décrites à l'annexe D-2.11.4. 3) et 4) du Code, et décrites ci-après.

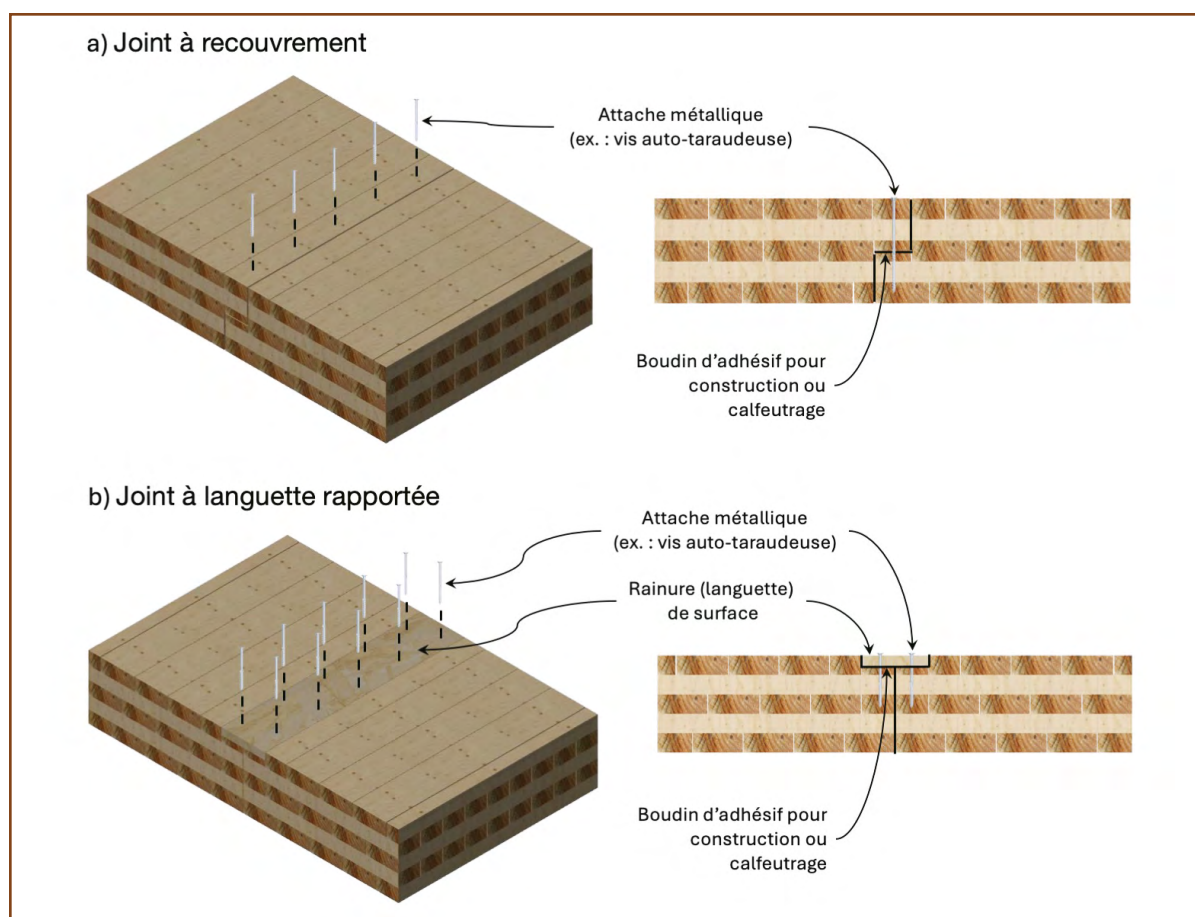
À l'exception d'éléments de *CBOME* en *CLT*, les côtés non exposés au feu des planchers et des toits doivent être recouverts d'un panneau OSB ou de contreplaqué d'au moins 12,5 mm d'épaisseur dont les joints sont décalés par rapport à ceux des éléments en bois d'œuvre massif, d'une chape de béton d'au moins 38 mm ou d'une chape de béton de plâtre d'au moins 25 mm. Pour les assemblages construits à partir de platelage de bois (p. ex. : *MLT*), le côté non exposé au feu doit être recouvert par l'une des méthodes fournies à l'article B.10.4 de la norme CSA O86-24. Les murs intérieurs doivent être protégés sur au moins un côté par l'utilisation d'un panneau OSB ou de contreplaqué d'au moins 12,5 mm ou d'une plaque de plâtre de type X d'au moins 12,7 mm, dont les joints sont décalés par rapport à ceux des éléments massifs en bois. De plus, les murs extérieurs doivent être protégés sur au moins un côté par l'utilisation d'un panneau OSB ou de contreplaqué d'au moins 12,5 mm, d'une plaque de plâtre de type X d'au moins 12,7 mm, d'un revêtement en plaque de plâtre d'au moins 12,7 mm appliqué au côté extérieur, ou d'au moins 50 mm d'isolant en fibres de roche ou de laitier appliqué au côté extérieur. Dans tous les cas, les joints doivent être décalés par rapport à ceux des éléments massifs en bois.

Il n'est toutefois pas requis de protéger les éléments de *CBOME* en *CLT* selon les diverses méthodes décrites au paragraphe ci-dessus, à condition que les joints de panneaux *CLT* soient à mi-bois ou à rainure de surface, comme illustré à la figure 6 et conformément à l'annexe D-2.11.4. 4) du Code. Si la fonction séparative des éléments en *CLT* est fournie en suivant les méthodes de protection décrites au paragraphe ci-dessus (p. ex. : utilisation d'une chape de béton de 38 mm), toute autre configuration des joints de panneaux *CLT* est permise.

Il est cependant à noter que le joint de panneaux de type « joint à languette rapportée » illustré ci-dessous devrait être utilisé pour des éléments où l'exposition au feu provient uniquement du côté opposé à cette languette tels qu'un plancher ou un toit où l'exposition au feu provient du dessous. Dans le cas d'un mur où l'exposition au feu peut être d'un côté ou de l'autre, un joint symétrique comme celui à recouvrement est à privilégier. Autrement, la performance au feu d'un joint asymétrique doit être démontrée pour une exposition au feu des deux côtés.

Les joints de panneaux avec un mince espace (au plus 1 mm) ne requièrent habituellement pas de précaution additionnelle, surtout lorsque le côté non exposé au feu est protégé par l'une des méthodes détaillées précédemment. Une attention particulière doit cependant être portée lorsque l'espace devient plus important, y compris les joints entre les poutres et les colonnes. Ces joints devront être scellés à l'aide d'un dispositif ou d'un scellant coupe-feu adéquat, sauf lorsqu'il est démontré que ces espaces ne sont pas une faiblesse pour l'intégrité de l'élément et de l'assemblage.

Figure 6 – Configuration de joints entre panneaux CLT, conformément au CNB 2020



Il faut également noter que les assemblages et les attaches utilisés pour résister aux charges gravitaires agissant sur la structure doivent avoir au moins le même degré de résistance au feu que les éléments qu'ils supportent. La méthode la plus simple pour augmenter la résistance au feu des attaches métalliques consiste à les dissimuler (figure 7) ou à les protéger contre une exposition au feu par l'emploi d'une épaisseur suffisante de bois (figure 8) ou de tout autre matériau de recouvrement préalablement approuvé pour le degré de résistance recherché.

Le chapitre 6 de la version 2022 du GBBGH [2] fournit de plus amples renseignements sur le calcul de la résistance au feu d'éléments structuraux ainsi que sur les critères d'intégrité et d'isolation d'éléments de séparation tels que les murs, les planchers, les toits et les cloisons.

Figure 7 – Assemblages et attaches métalliques entièrement dissimulés avant encapsulation

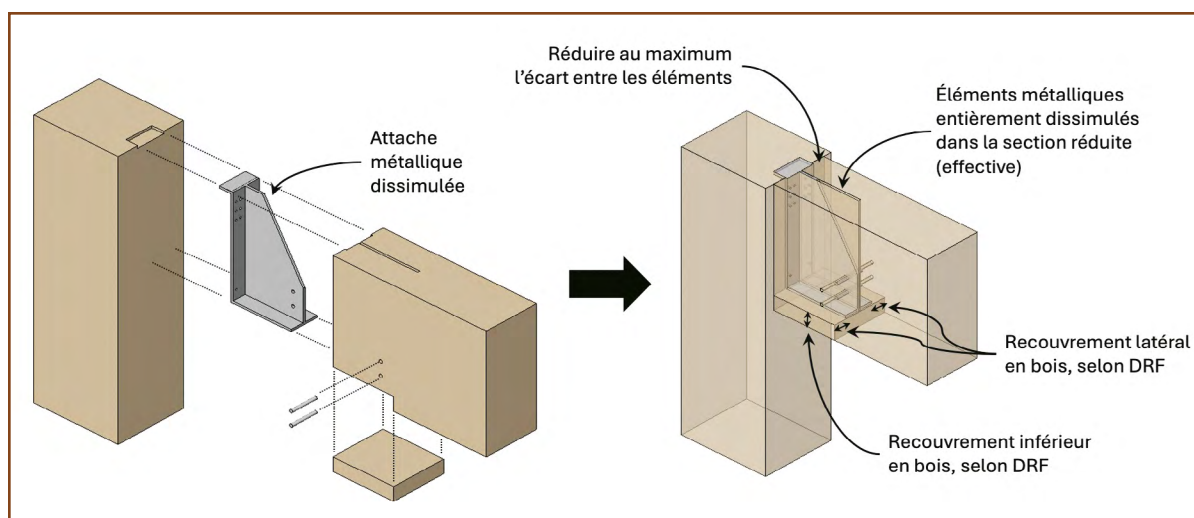


Figure 8 – Assemblages et attaches métalliques recouverts de bois avant encapsulation



Si les pièces métalliques d'un assemblage se situent entièrement à l'intérieur de la section réduite effective d'un élément structural en bois d'œuvre massif, il est considéré dans la norme CSA O86-24 que les assemblages sont adéquatement protégés puisque le bois formant la section réduite protégera les éléments métalliques contre les effets du feu. La figure 9 illustre un exemple où les attaches sont entièrement situées à l'intérieur de la section réduite effective après le temps d'exposition au feu. Il est important de noter que les têtes des attaches doivent être protégées par l'utilisation, par exemple, de bouchons de bois d'une épaisseur suffisante pour prévenir leur exposition au feu pendant la durée requise (habituellement égale à l'épaisseur calculée de carbonisation).

Figure 9 – Protection jugée acceptable selon la norme CSA O86-24



Le degré de résistance au feu de 2 heures requis par les conditions à respecter implique que la protection des attaches fasse l'objet d'une étude attentive et détaillée selon le type de construction retenu pour le projet.

Dans une *CBOME* de type plate-forme, les attaches servant à relier les éléments porteurs aident habituellement à fournir un cheminement des charges latérales (vent et séisme) et ne requièrent généralement pas de fournir un degré de résistance au feu puisque la défaillance (peu probable) des attaches n'entraînera pas la défaillance structurale du système de résistance aux charges gravitaires. La figure 10 illustre des situations où il n'est pas nécessaire de protéger les attaches contre l'incendie (en présumant qu'aucune encapsulation n'est exigée).

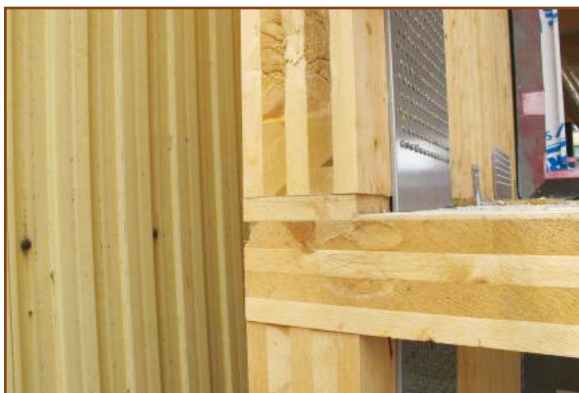
Selon la conception du système de résistance aux charges latérales, il se peut que les systèmes de résistance aux charges latérales offrent une partie de la stabilité structurale au système de résistance aux charges gravitaires. Dans cette éventualité, les exigences de résistance au feu s'appliquent également à ces systèmes latéraux.

Cependant, dans le cas des assemblages qui résistent aux charges gravitaires, comme ceux illustrés à la figure 11, les attaches doivent être protégées contre les effets d'un incendie afin de fournir le degré de résistance au feu requis. Dans une *CBOME* où un *degré d'encapsulation* d'au moins 50 minutes est exigé, les attaches doivent être protégées puisque les éléments structuraux doivent être protégés par des matériaux offrant au moins le même *degré d'encapsulation* que les éléments supportés. Par ailleurs, les attaches d'une construction autre que de type plate-forme doivent être dissimulées ou recouvertes afin de fournir un degré de résistance au feu suffisant pour que l'assemblage complet offre un degré de résistance au feu

total d'au moins 2 heures. Dans les situations où il est permis de laisser des éléments massifs en bois apparents (se référer à la condition 1.1.1), les assemblages et les attaches doivent pouvoir offrir au moins 2 heures de résistance au feu.

Figure 10 – Exemples d'assemblages et d'attaches utilisés dans une CBOME où il n'est pas requis que les assemblages fournissent une résistance au feu (encapsulation non illustrée)

- a) Plaques métalliques servant au transfert des charges latérales



- b) Cornières métalliques servant au transfert des charges latérales



Figure 11 – Exemples d'assemblages et d'attaches utilisés dans une CBOME où il peut être requis que les assemblages fournissent une résistance au feu (encapsulation non illustrée)

- a) Planchers en CLT supportés par des cornières métalliques (protégées par gypse de type X par la suite)



- b) Plancher en CLT supporté par une lambourde en bois lamellé-collé dimensionnée afin de fournir une section résiduelle adéquate



L'utilisation d'assemblages et d'attaches innovants est permise à condition que, lorsqu'ils sont exposés à la courbe de température spécifiée à la norme CAN/ULC-S101, il soit possible de démontrer que ces assemblages permettent de supporter les charges appliquées pendant la durée requise. Obtenir un rapport d'évaluation du CCMC est fortement recommandé afin de consigner l'information sur la performance de ces attaches, notamment pour que les valeurs de résistances structurales soient conformes à la norme CSA O86-24.

2.4 Degré d'encapsulation

Tous les matériaux de construction subissent des effets thermomécaniques lorsqu'ils sont exposés à un flux de chaleur (dégradation des résistances mécaniques et/ou physiques en fonction de la température). Ainsi, selon le matériau utilisé, il existe plusieurs méthodes pour améliorer leur performance au feu, dont l'encapsulation. Cette méthode est une approche fondamentale dans la protection contre les incendies de tous les matériaux de construction. Elle permet de retarder les effets thermomécaniques d'un incendie sur les éléments structuraux, comme c'est le cas pour la construction incombustible traditionnelle, en plus de retarder la contribution des éléments structuraux en bois à l'incendie.

Afin d'évaluer le *degré d'encapsulation* des matériaux ou assemblages de matériaux aux éléments massifs en bois, une nouvelle norme CAN/ULC-S146 a été développée conjointement avec le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), FPInnovations et le Conseil canadien du bois. En résumé, cette norme exige qu'un assemblage horizontal d'au moins 13,4 m², dont aucune dimension est inférieure à 3 600 mm, soit exposé par le dessous au feu normalisé de la norme CAN/ULC-S101. La performance de l'encapsulation est mesurée à partir de neuf thermocouples placés stratégiquement à l'interface entre le substrat en bois d'œuvre massif et les matériaux d'encapsulation. La période d'encapsulation est déterminée au moment où l'un des thermocouples atteint une augmentation de température de plus 270 °C au-dessus de la température initiale ou lorsque la température moyenne atteint une augmentation de température de plus 250 °C au-dessus de la température moyenne initiale. Si l'on présume une température initiale de 20 °C, l'encapsulation est donc limitée à une température ponctuelle de 290 °C, ce qui est inférieur à la température de carbonisation du bois de 300 °C.

À partir d'essais de feux réalisés conformément à la norme CAN/ULC-S101 et de feux de compartiments réalisés au cours des dernières années, il est facile de démontrer que l'utilisation de plaques de plâtre de type X permet de respecter les critères de température de la norme CAN/ULC-S146 pendant au moins les durées indiquées à la condition 1.4.12. L'utilisation d'une chape de béton de plâtre d'au moins 38 mm est également jugée satisfaisante pour offrir le *degré d'encapsulation* requis à la face supérieure des éléments de plancher. Comme discuté à la section 2.3, l'utilisation d'une chape de béton d'au moins 38 mm permet également de respecter la fonction séparative des planchers et des toits.

L'encapsulation est requise pour tous les éléments structuraux d'une *CBOME*, selon le *degré d'encapsulation* exigé. Lorsqu'elle est requise, deux méthodes d'encapsulation sont permises, soit l'encapsulation complète ou l'encapsulation à membrane suspendue. L'encapsulation complète consiste à fixer la quantité requise de matériaux d'encapsulation directement sur les éléments de bois (figure 12 et figure 13), comme deux plaques de plâtre de type X de 12,7 mm d'épaisseur pour une durée de 50 minutes, par exemple.

Il est fondamental de bien comprendre et de distinguer les concepts de résistance au feu et d'encapsulation. Bien qu'ils soient complémentaires, les temps assignés à l'un ne correspondent pas nécessairement aux mêmes temps assignés à l'autre. Par exemple, un *degré d'encapsulation* de 50 minutes est attribué à l'utilisation de deux plaques de plâtre de type X de 12,7 mm d'épaisseur, alors que leur contribution à la résistance au feu d'un élément en bois d'œuvre massif selon la norme CSA 086-24 est de 60 minutes.

Figure 12 – Encapsulation complète directement fixée sur les éléments en bois

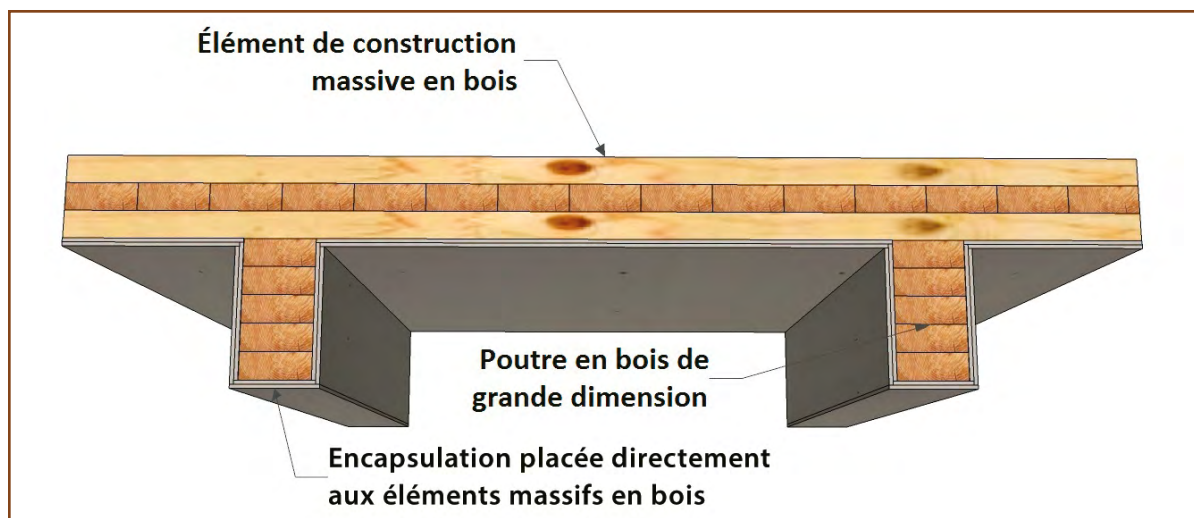


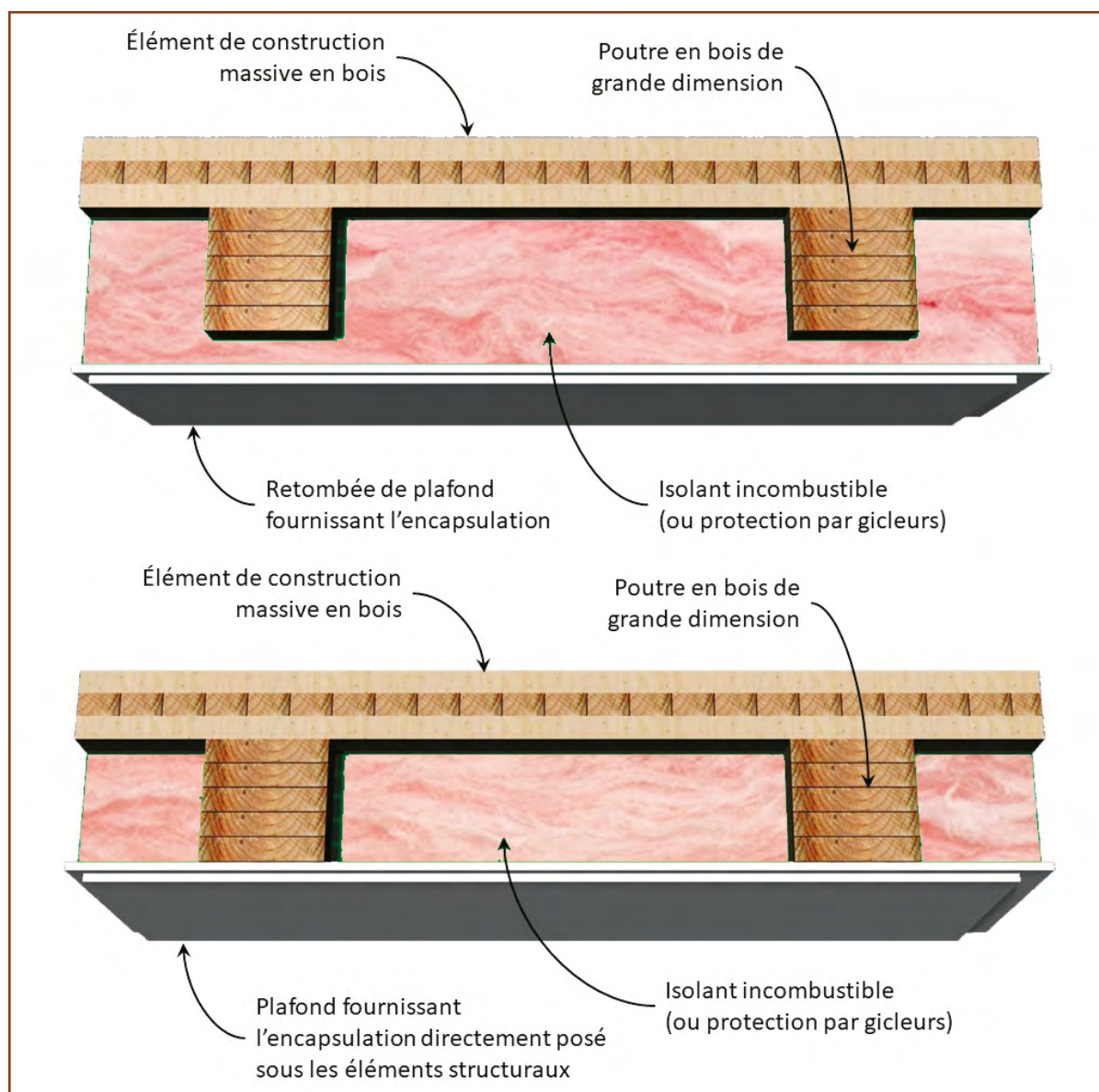
Figure 13 – Installation de la première couche d'encapsulation (photo : J.-F. Grandmont, 2017)



L'encapsulation suspendue consiste, quant à elle, à utiliser des matériaux ou des assemblages qui ne sont pas fixés directement sur les éléments de bois, mais qui permettent de respecter les critères de performance de la norme CAN/ULC-S146 pendant au moins le *degré d'encapsulation* exigé (figure 14). On pourrait envisager ici l'utilisation d'une plaque de plâtre posée sur des fourrures ou à un plafond suspendu. Cependant, il est à noter que, pour cette méthode d'encapsulation suspendue, l'assemblage doit avoir été soumis à l'essai normalisé CAN/ULC-S146. Il est également obligatoire que le vide de construction horizontal situé entre

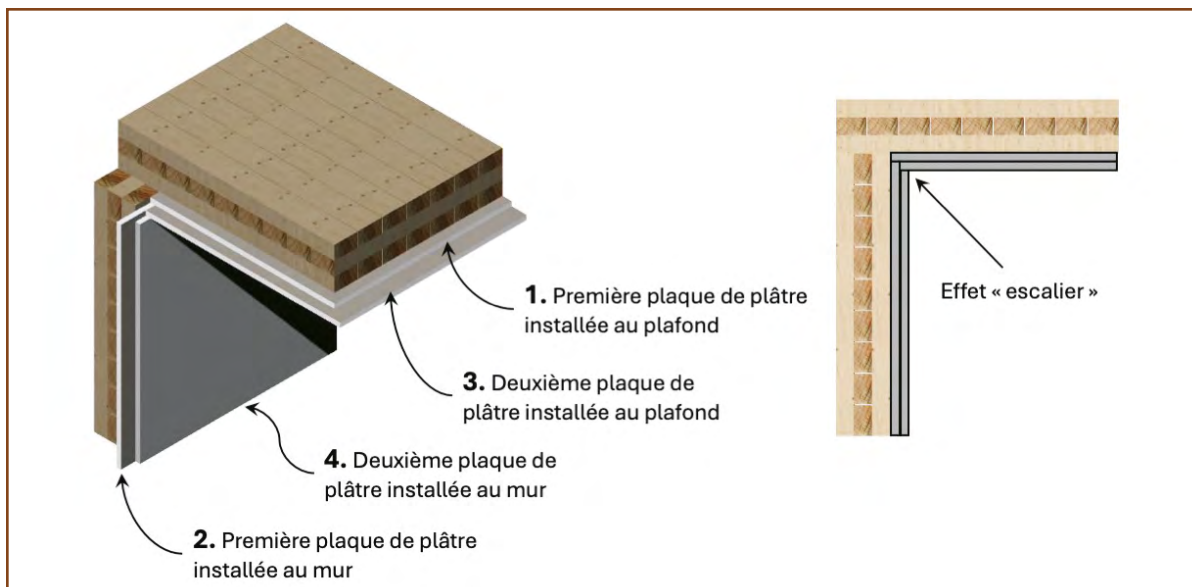
la plaque de plâtre servant d'encapsulation et l'élément en bois d'œuvre massif soit entièrement rempli d'isolant incombustible ou protégé par gicleurs. Il est à noter que des plaques de plâtre installées sur des fourrures créant un espace d'air d'au plus 25 mm sont permises dans une CBOME. Il n'est donc pas requis de tester cette configuration selon la norme CAN/ULC-S146.

Figure 14 – Encapsulation à membrane suspendue



Par ailleurs, lorsque plusieurs plaques de plâtre de type X sont utilisées, seuls les joints de la couche de surface et les têtes de vis doivent être recouverts de ruban et composés à joints. Lorsque c'est possible, les extrémités des plaques doivent être décalées d'au moins 400 mm par rapport à celles des couches sous-jacentes. Les attaches doivent être décalées d'au moins 100 mm dans les deux directions orthogonales par rapport aux attaches des couches sous-jacentes. À la jonction d'un mur et d'un plafond, les plaques de plâtre doivent être installées séquentiellement de manière que les plaques du plafond soient installées en premier, suivies de celles du mur et ainsi de suite. Cet agencement en « escalier » permet aux extrémités des plaques du plafond d'être supportées par les plaques du mur (figure 15). À la jonction entre deux murs, toutes les plaques à appliquer sur le mur devant offrir le plus grand degré de résistance au feu doivent être installées en premier, suivies de celles installées sur l'autre mur.

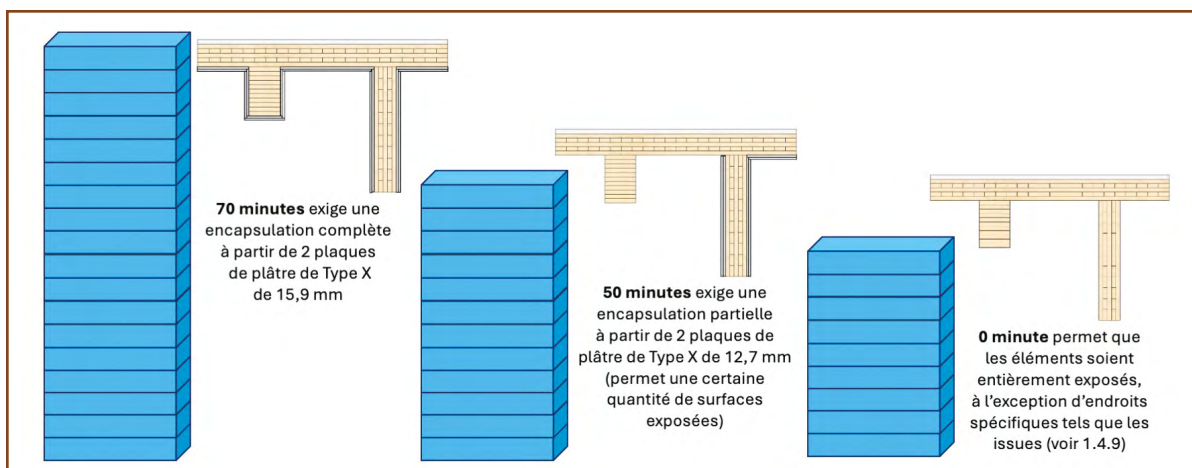
Figure 15 – Installation des plaques de plâtre de type X en « escalier »



Dans tous les cas, l'installation de plaques de plâtre doit être conforme à la norme ASTM C840, comme prescrit à l'alinéa 3.1.6.6. 2) c) du Code. Cette norme stipule, notamment, les conditions ambiantes à l'installation, les types d'attaches à utiliser, leur positionnement par rapport aux bords des plaques et les espacements. La condition 1.4.13 résume les exigences applicables à l'encapsulation par plaques de plâtre de type X dans une *CBOME*.

La condition 1.1.1 exige divers degrés d'encapsulation en fonction de l'usage principal et de la hauteur de bâtiment. Ces degrés d'encapsulation varient de 0, 50 à 70 minutes, et même jusqu'à 80 minutes selon certaines conditions (se référer à la condition 1.4.8). La figure 16 illustre les exigences d'encapsulation en lien avec la hauteur de bâtiment et son effet sur la permission de surfaces exposées de bois d'œuvre massif. Un bâtiment qui doit être encapsulé pour 70 minutes n'aura pas de surfaces exposées en bois d'œuvre massif, alors que celui encapsulé pour 50 minutes pourra comporter certaines surfaces de bois exposées. Toutes les surfaces en bois d'un bâtiment pour lequel il n'y a pas de *degré d'encapsulation* exigé (0 minute) peuvent être exposées, à l'exception d'endroits spécifiques tels que les issues de secours et les corridors communs (se référer à la condition 1.4.9).

Figure 16 – Illustration du degré d'encapsulation et des surfaces exposées



Si les poutres, les colonnes, les murs et/ou les plafonds demeurent exposés, certaines proportions doivent être respectées conformément aux conditions 1.4.4 à 1.4.8 et comme illustré des figures 17 à 19. De plus, dans le but de limiter le rayonnement thermique émis par la combustion des surfaces exposées, les murs exposés dans une suite doivent être positionnés de façon que les faces exposées soient orientées dans la même direction ou qu'elles soient séparées d'au moins 4,5 m (figure 18). Selon cette dernière option, des murs peuvent être orientés face à face, à condition qu'ils soient distancés d'au moins 4,5 m. Une combinaison des deux options est aussi possible, mais la limite de 35 % de la surface totale exposée demeure toujours applicable (condition 1.4.6). La condition 1.4.8 précise quant à elle que le plafond peut demeurer entièrement exposé, à condition que la surface totale exposée des poutres, poteaux, arches et murs à l'intérieur de la suite soit d'au plus 35 % de la surface totale des murs périphériques et que tous les autres murs soient encapsulés pour au moins 80 minutes. Une demande de mesures équivalentes doit être présentée à la RBQ si plus de surfaces exposées ou d'autres configurations sont souhaitées.

Figure 17 – Poutres, colonnes et arches exposées à l'intérieur d'une suite ou d'un compartiment résistant au feu (condition 1.4.4)

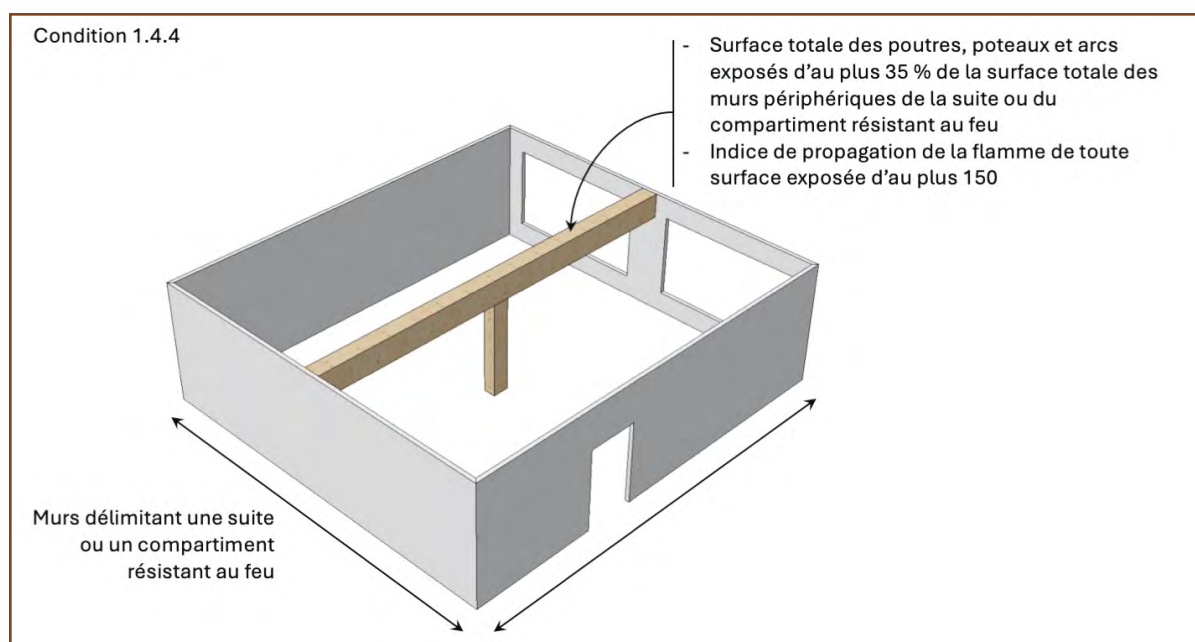


Figure 18 – Combinaison de murs en bois exposés à l'intérieur d'une suite (conditions 1.4.5 et 1.4.6)

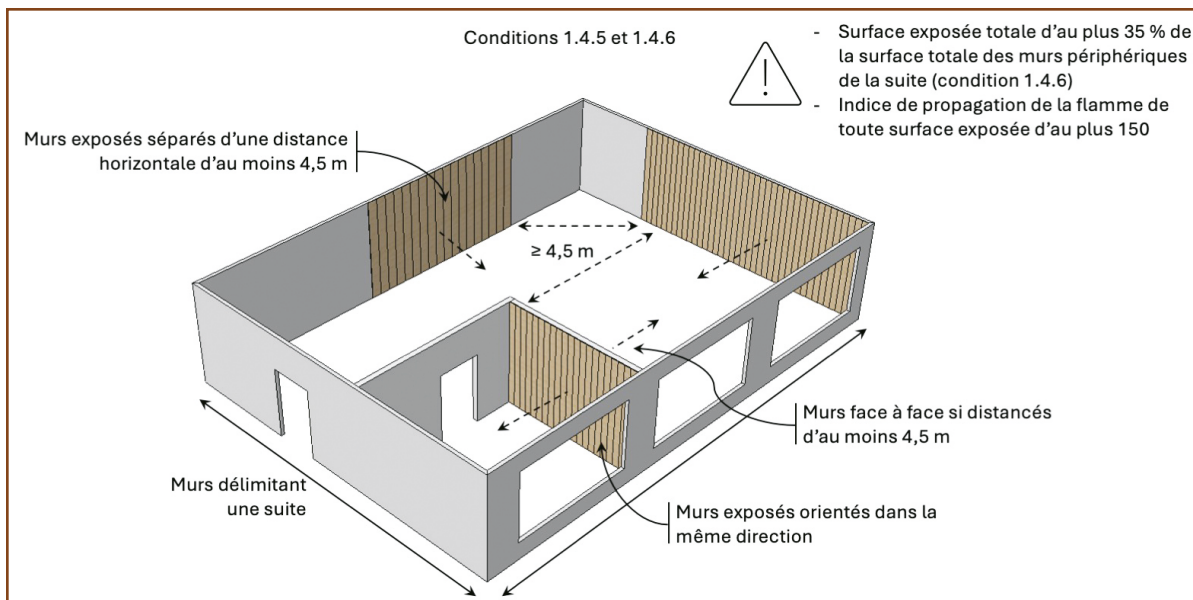
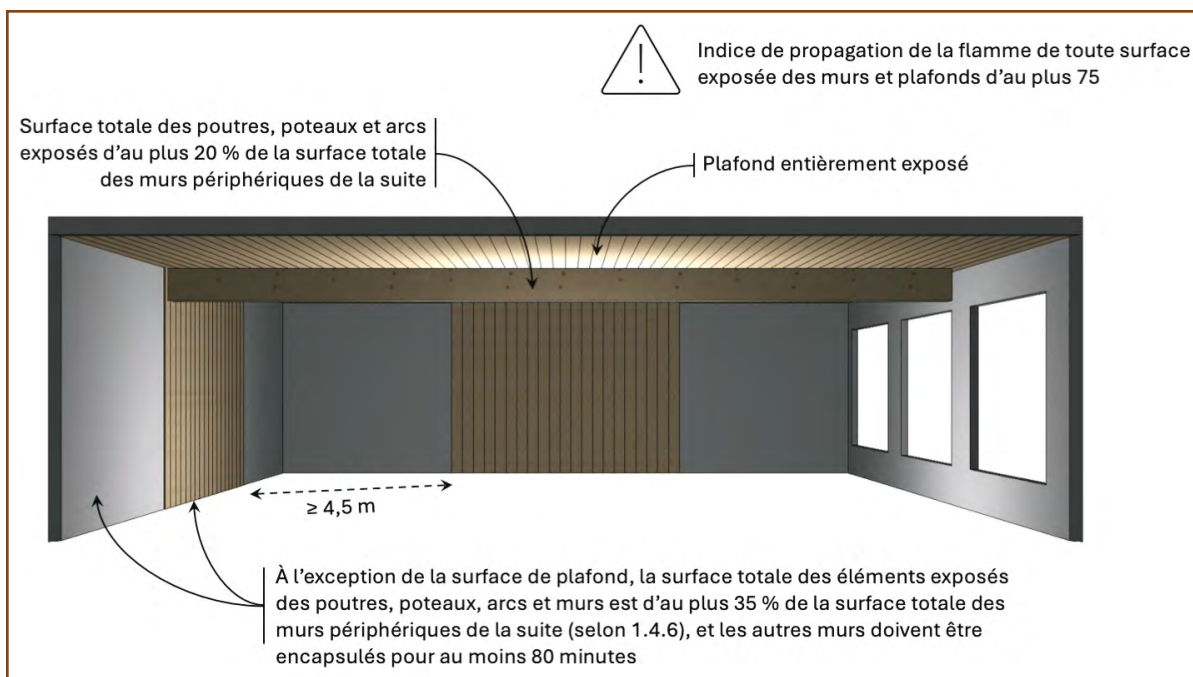


Figure 19 – Plafond exposé à l'intérieur d'une suite (condition 1.4.8)



Enfin, il existe des produits offerts sur le marché qui peuvent, à première vue, être équivalents aux matériaux d'encapsulation incombustibles et reconnus dans le Code, tels que le béton de plâtre, le béton et les panneaux de plâtre de type X. Or, considérant l'objectif visé par l'encapsulation et les niveaux exigés de performance thermique et de tenue en situation d'incendie par rapport à ces matériaux ou assemblages de matériaux, la condition 1.4.1 qui demande de réaliser un essai conformément à la norme CAN/ULC-S146 s'avère la seule option pour démontrer la conformité de ces produits. Par conséquent, il est de la responsabilité des concepteurs d'exiger les rapports d'essais aux différents fournisseurs de produits afin de démontrer la conformité de leurs produits aux exigences de la norme CAN/ULC-S146 et du Code.

Il est de la responsabilité des concepteurs d'exiger les rapports d'essais aux différents fournisseurs de produits afin de démontrer la conformité de leurs produits aux exigences de la norme CAN/ULC-S146 et du Code.

2.5 Pénétrations techniques dans les séparations coupe-feu

Afin de préserver l'intégrité et la continuité d'une séparation coupe-feu, il convient de s'assurer que toute pénétration traversant une séparation coupe-feu ou une paroi faisant partie d'un ensemble de construction pour lequel un degré de résistance au feu est exigé est obturée par un coupe-feu qui, lorsqu'il est soumis à l'essai selon la norme CAN/ULC-S115 (figure 20), obtient une cote F au moins égale au degré de résistance au feu exigé pour les dispositifs d'obturation dans une séparation coupe-feu conformément au tableau 3.1.8.4. du Code. Il est également fondamental que les séparations coupe-feu soient construites de façon à constituer des éléments continus offrant le degré de résistance au feu requis. Les articles 3.1.8.4. et 3.1.8.19. ainsi que les sous-sections 3.1.9. et 3.2.8. du Code fournissent davantage d'information et d'exigences.

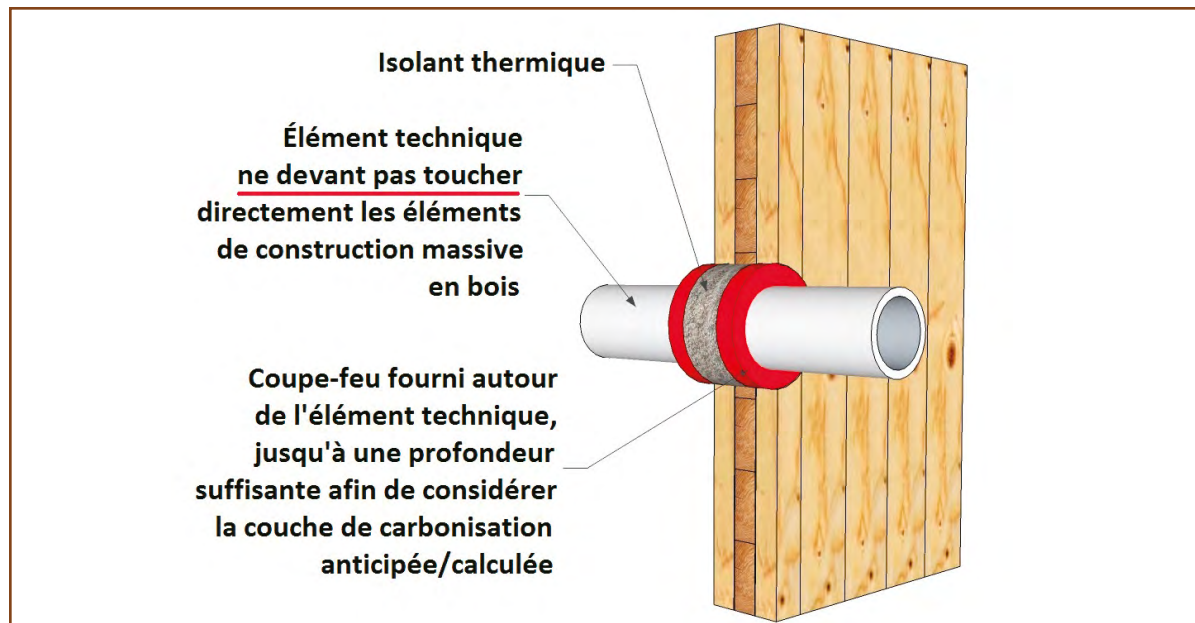
Figure 20 – Dispositifs coupe-feu pénétrant du CLT et évalués selon la norme CAN/ULC-S115 (source : Intertek)



Bien que le concept de protection soit identique pour tous les types de construction, il est important de porter une attention particulière aux détails d'installation des éléments traversant la séparation coupe-feu, afin d'empêcher que la chaleur induite entraîne une carbonisation prématurée du bois et facilite le passage de flammes. Cet aspect est tout particulièrement important pour les éléments verticaux où il est pratique courante de laisser les éléments pénétrants s'appuyer sur l'élément structural ou non structural avant de sceller l'ouverture.

La figure 21 illustre une méthode d'installation où un isolant thermique incombustible est installé tout autour de l'élément pénétrant afin de limiter la conduction thermique à l'élément en bois.

Figure 21 – Protection d'une pénétration technique dans un élément vertical



Certaines compositions de mur ou de cloison de *CBOME* comportent un espace d'air entre le panneau de bois et les montants non seulement pour des raisons d'isolation sonore, mais également pour permettre un meilleur ajustement des matériaux. À la jonction de tels murs avec un plafond comportant une retombée en plaques de plâtre, l'espace d'air à l'intérieur du mur ne doit pas communiquer avec le vide technique horizontal, puisque le mur doit se prolonger jusque sous la dalle de plancher.

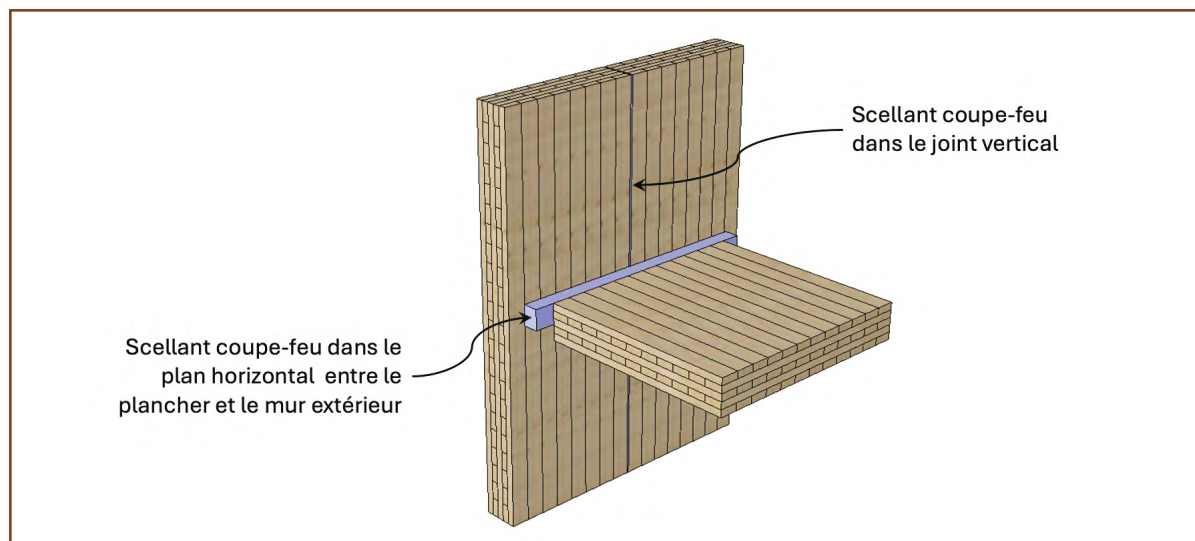
Toute porte utilisée pour fermer une ouverture dans une séparation coupe-feu est considérée comme un dispositif d'obturation, au sens du Code, et doit être installée conformément à la norme NFPA 80, « Fire Doors and Other Opening Protectives », et être évaluée à partir de la norme CAN/ULC-S104, « Standard Method for Fire Tests of Door Assemblies ». Une attention particulière doit cependant être apportée aux détails du périmètre de ces portes afin de limiter le transfert de chaleur et la carbonisation aux éléments en bois d'œuvre massif. L'utilisation de laine incombustible (de roche) et d'un scellant coupe-feu peut s'avérer nécessaire en vue de remplir les cavités pouvant induire de la chaleur ou faciliter le passage de gaz chauds ou de flammes. De plus amples informations sont fournies au chapitre 8 du *Manuel canadien sur le CLT* de 2019 [23].

Une surveillance des travaux est nécessaire lors de la construction, notamment afin que la protection aux pénétrations techniques et aux dispositifs d'obturation soit assurée de façon adéquate et minutieuse.

Depuis l'adoption de l'édition 2020 du Code, une nouvelle exigence est apparue en lien avec les joints situés dans un plan horizontal entre un plancher et un mur extérieur (se référer au paragraphe 3.1.8.3. 4) du Code). Cette exigence requiert qu'un dispositif coupe-feu jointif situé entre un plancher devant offrir un degré de résistance au feu et un mur extérieur n'ayant pas nécessairement de degré de résistance au feu soit évalué conformément à la norme ASTM E2307, « Standard Test Method for Determining Fire Resistance of Perimeter Fire Barriers Using Intermediate-Scale, Multi-Storey Test Apparatus », et obtienne une cote F au moins égale au degré de résistance au feu de la séparation coupe-feu horizontale (figure 22).

Cependant, comme permis au paragraphe 3.1.8.3. 5) du Code, il n'est pas requis que les joints entre les plafonds et les murs, entre les planchers et les murs, et entre les murs dans les coins aient à démontrer une cote FT au moins égale au degré de résistance au feu de la séparation coupe-feu ni qu'ils soient évalués selon ASTM E2307, s'ils sont constitués de plaques de plâtre fixées aux éléments d'ossature et assemblées de façon à restreindre la propagation des flammes et de la fumée par les joints. L'encapsulation des éléments de *CBOME* à partir de deux épaisseurs de plaques de plâtre installées en « escalier » comme illustrée à la figure 15 permet donc de satisfaire à cette exigence.

Figure 22 – Exemple d'un joint de mur extérieur à plancher à évaluer selon la norme ASTM E2307



2.6 Vides techniques, vides de construction et cages d'escalier

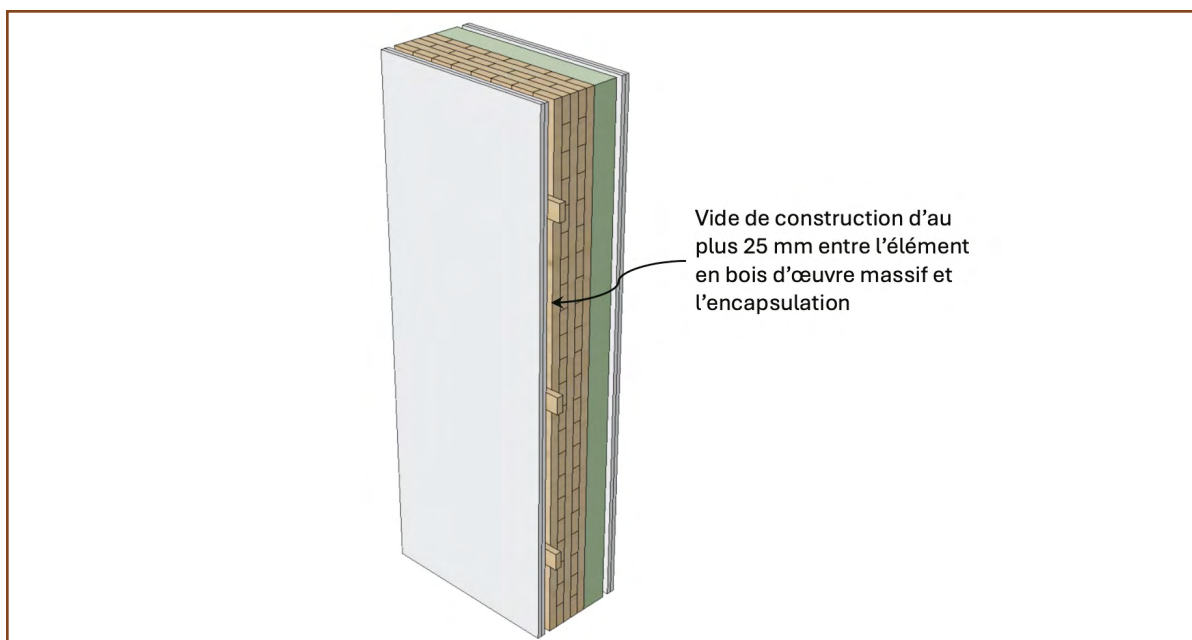
Il existe une variété de méthodes de construction pour réaliser les vides techniques verticaux et pour atteindre le niveau de performance requis. Dans certains cas, une construction de type plate-forme est utilisée, et les éléments constituant les parois du vide technique sont alors discontinus à tous les planchers. Dans une construction à « claire-voie », les parois du vide technique sont continues en hauteur et les planchers sont reliés sur le côté de ces parois à partir d'assemblages métalliques, de lambourdes ou de murs porteurs situés le long des parois. Dans tous les cas, l'étanchéité des jonctions entre les planchers et les murs formant la paroi du vide technique doit être assurée par l'emploi d'un matériau scellant préalablement évalué selon la norme CAN/ULC-S115.

De plus, il faut concevoir les éléments, y compris les assemblages, les attaches et leurs supports, de manière que leur défaillance en cas d'incendie ne menace pas l'intégrité du vide technique vertical (intégrité structurale et étanchéité contre les flammes et la fumée). Le commentaire C du *Guide de l'utilisateur – Commentaires sur le calcul des structures* [24] fournit des renseignements utiles sur l'intégrité structurale des murs coupe-feu, dont la logique s'applique entièrement aux vides techniques verticaux comme les gaines d'ascenseur et les escaliers d'issue. Il est fortement recommandé aux concepteurs d'étudier ce commentaire afin de bien concevoir les assemblages et leurs attaches.

Les escaliers d'issue font partie des moyens d'évacuation du bâtiment et permettent aux occupants d'atteindre un endroit sécuritaire non exposé au feu provenant du bâtiment. Ces escaliers d'issue servent également de chemin d'accès pour les intervenants d'urgence. Bien que les escaliers en ciseaux puissent être plus attrayants d'un point de vue architectural, ils ne sont pas permis dans ces types de bâtiment, puisqu'ils peuvent compromettre l'étanchéité à la fumée en raison des percements possibles d'un escalier à l'autre. Advenant que l'un des escaliers en ciseaux ou l'intégrité des parois deviennent compromis, l'autre escalier deviendra fort probablement compromis lui aussi. L'utilisation de cages distinctes et séparées les unes des autres permet donc de fournir un moyen plus sécuritaire d'évacuation des occupants et un chemin d'accès sécuritaire aux intervenants.

Selon la condition 1.6.1, les vides de construction horizontaux d'un plancher ou d'un toit d'une *CBOME* doivent être divisés conformément au paragraphe 3.1.11.5. 4) du Code. Cette compartimentation n'est cependant pas requise si le vide de construction horizontal est entièrement rempli d'isolant incombustible. Par ailleurs, bien que la norme NFPA 13 permette l'omission de protection par gicleurs dans les vides de construction selon certaines conditions, un espace d'air de toute dimension doit être entièrement rempli par un isolant incombustible ou protégé par gicleurs en vertu de ce document. De plus, comme mentionné au paragraphe 3.1.6.16. 2) du Code, les surfaces exposées en bois d'une *CBOME* sont autorisées dans un vide de construction créé par la fixation d'un matériau ou d'un assemblage de matériaux conforme au paragraphe 3.1.6.4. 1), à condition que le vide de construction soit d'au plus 25 mm d'épaisseur (figure 23). Un tel vide de construction d'au plus 25 mm n'a pas à être entièrement rempli par un isolant incombustible.

Figure 23 – Vide de construction d'au plus 25 mm créé par la fixation de matériaux d'encapsulation

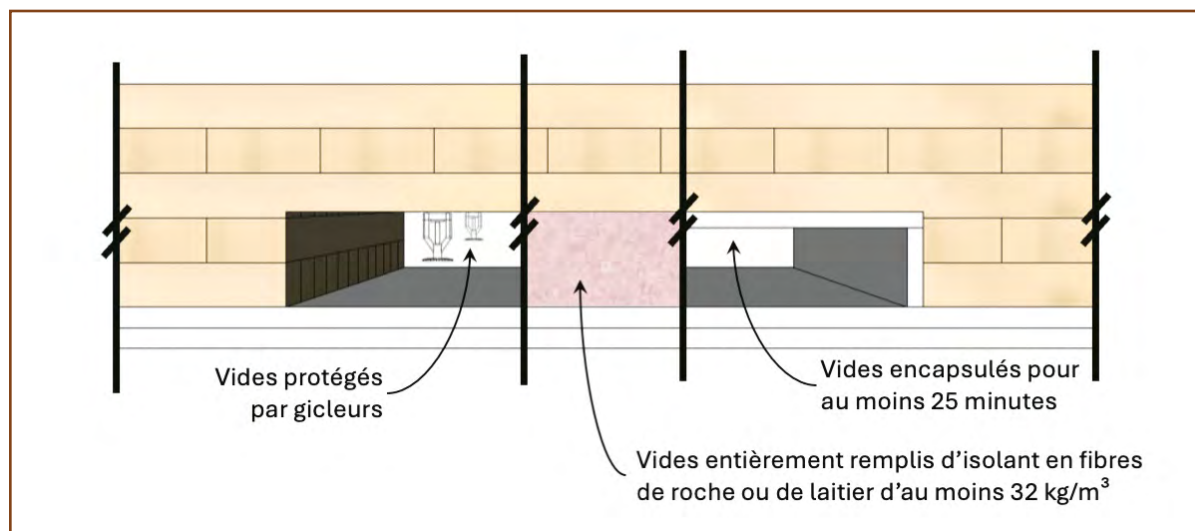


Le paragraphe 3.1.6.3. 4) permet également les vides de construction dans les éléments structuraux en bois d'œuvre massif, à condition qu'ils soient :

- a) protégés par gicleurs et compartimentés par des pare-feu conformément à la sous-section 3.1.11 du Code ;
- b) entièrement remplis d'isolant en fibres de roche ou de laitier d'une masse volumique d'au moins 32 kg/m^3 et conforme à la norme CAN/ULC-S702.1, « Norme sur l'isolant thermique de fibres minérales pour bâtiments, partie 1 : Spécifications relatives aux matériaux » ;
- c) s'ils sont horizontaux, encapsulés à l'aide d'au moins une plaque de plâtre de type X de 12,7 mm ou d'un matériau incombustible dont le *degré d'encapsulation* est d'au moins 25 minutes ; ou
- d) s'ils sont verticaux, encapsulés à l'aide d'au moins une plaque de plâtre de type X de 12,7 mm ou d'un matériau incombustible dont le *degré d'encapsulation* est d'au moins 25 minutes et compartimentés verticalement par des pare-feu conformément à la sous-section 3.1.11.

Des exemples de ces vides de construction sont illustrés à la figure 24.

Figure 24 – Vides de construction dans les éléments structuraux en bois d'œuvre massif



2.7 Systèmes de gicleurs

Tous les bâtiments de plus de 6 étages doivent être entièrement protégés par gicleurs, conformément à l'article 3.2.2.18. de la division B du Code. Par ailleurs, le système de gicleurs doit être conçu, construit, installé et mis à l'essai conformément à la norme NFPA 13 afin de respecter les objectifs et énoncés fonctionnels [F02, F04-OS1.2, OS1.3, OP1.2, OP1.3], et ce, pour tous les types de construction.

Conformément à la norme NFPA 13, lorsqu'une cage d'escalier d'issue est construite à partir d'une charpente en bois, au moins une tête de gicleur automatique doit être installée sous tous les paliers des escaliers d'issue, alors que seulement deux têtes au total sont requises lorsque la cage d'escalier est de construction incombustible. De ce fait, le niveau de protection active contre l'incendie est accru à l'intérieur de la cage d'escalier d'issue. La norme NFPA 13 (2019) fournit de plus amples informations quant aux exigences de protection par gicleurs dans les cages d'escalier.

L'ingénieur en structure doit également concevoir les attaches du système de gicleurs afin qu'elles résistent aux forces sismiques, conformément à l'article 4.1.8.18. de la division B du Code et aux exigences stipulées dans la norme NFPA 13. Des détails d'installation supplémentaires doivent ainsi être élaborés pour soutenir adéquatement la tuyauterie dans les sens gravitaire et latéral. De plus amples renseignements sur le calcul des effets attribuables aux séismes et sur les exigences de l'article 4.1.8.18. peuvent être obtenus dans le *Guide de l'utilisateur – Commentaires sur le calcul des structures*.

2.8 Séparation des milieux différents et façades de rayonnement

Murs extérieurs

Un mur extérieur de *CBOME* construit conformément à la condition 1.1.1 peut avoir un revêtement extérieur combustible, selon certaines conditions. Dans tous les cas, un revêtement incombustible ou un matériau qui satisfait aux critères stipulés à l'article 3.1.5.1. 2) du Code (c'est-à-dire lorsqu'évalué selon CAN/ULC-S135) peut être utilisé pour les bâtiments de toute hauteur. De plus, un mur extérieur qui satisfait aux critères stipulés au paragraphe 3.1.5.5. 1) du Code est aussi permis (c'est-à-dire lorsqu'évalué selon CAN/ULC-S134). À cet effet, l'annexe D-6 du Code 2020 fournit des coupes de murs extérieurs non porteurs qui sont réputées satisfaire aux critères de l'alinéa 3.1.5.5. 1) b) lorsqu'ils sont testés selon cette norme. La condition 1.8.7 fait mention de cette reconnaissance dans le Code. Puisque les bâtiments visés dans ce guide doivent être entièrement protégés par gicleurs, les conditions de l'alinéa 3.1.5.5. 1) a) sont automatiquement respectées. Autrement, les conditions 1.8.1 à 1.8.6 fournissent les critères à respecter pour qu'il soit possible d'utiliser un revêtement extérieur combustible sur un bâtiment de *CBOME*. Les figures 25 et 26 illustrent des exemples permettant de satisfaire aux conditions 1.8.2 a) et b) de ce guide.

De plus, la condition 1.8.5 stipule que, lorsque les plans de murs extérieurs sont parallèles ou forment un angle de moins de 135°, les différentes parties du revêtement combustible doivent être séparées par une distance horizontale d'au moins 3 m et ne doivent pas être contiguës sur plus de 2 étages. Cette exigence vise à limiter la propagation d'un feu de façade advenant le cas où deux murs extérieurs sont trop rapprochés l'un de l'autre.

Figure 25 – Exemple d'utilisation de revêtement combustible selon la condition 1.8.2 a) (adaptée de [22])



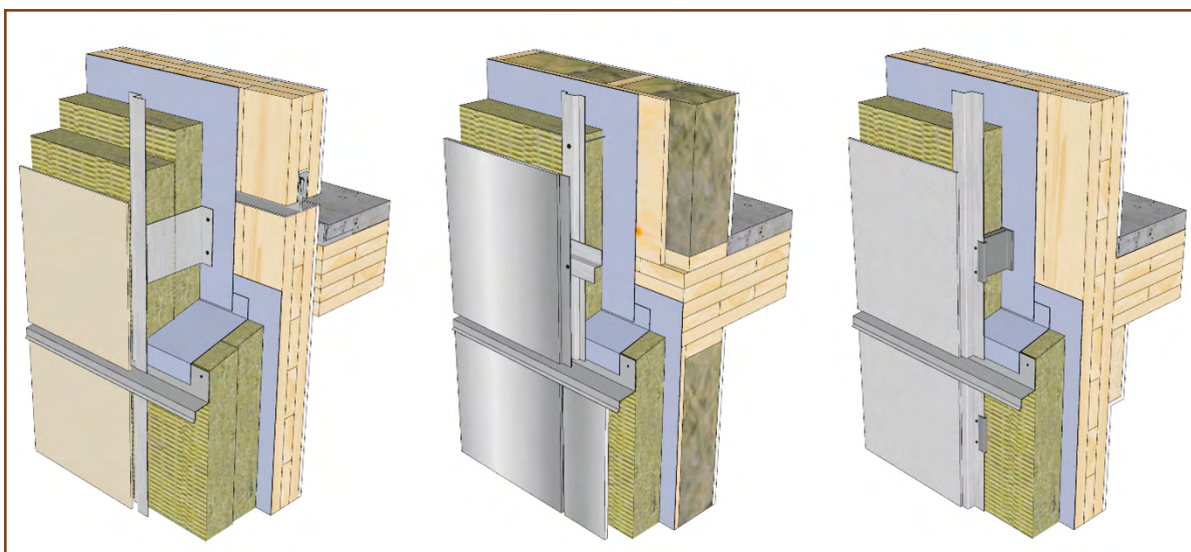
**Figure 26 – Exemple d'utilisation de revêtement combustible selon la condition 1.8.2 b)
(adaptée de [22])**



Conception de l'enveloppe

Les murs opaques appropriés pour un grand bâtiment en bois seront généralement constitués d'un revêtement pare-pluie, d'une isolation extérieure ou d'une conception à isolation fractionnée afin de se conformer aux exigences minimales de performance thermique et aux exigences minimales pour atteindre les objectifs de durabilité (pour garder la structure en bois au chaud et au sec). Des murs à ossature de bois à cavité avec isolation entre les colombages et avec des systèmes de revêtement drainés et ventilés peuvent être utilisés (voir les exigences de sécurité incendie dans ce document). La figure 27 montre différentes façons de fixer le revêtement extérieur et de minimiser les ponts thermiques lorsque l'isolation est posée à l'extérieur. Pour de plus amples détails, voir le chapitre 7 du GBBGH [2].

Figure 27 – Ossature à colombages de bois avec isolation fractionnée (centre) et mur en CLT isolé par l'extérieur (gauche et droite)



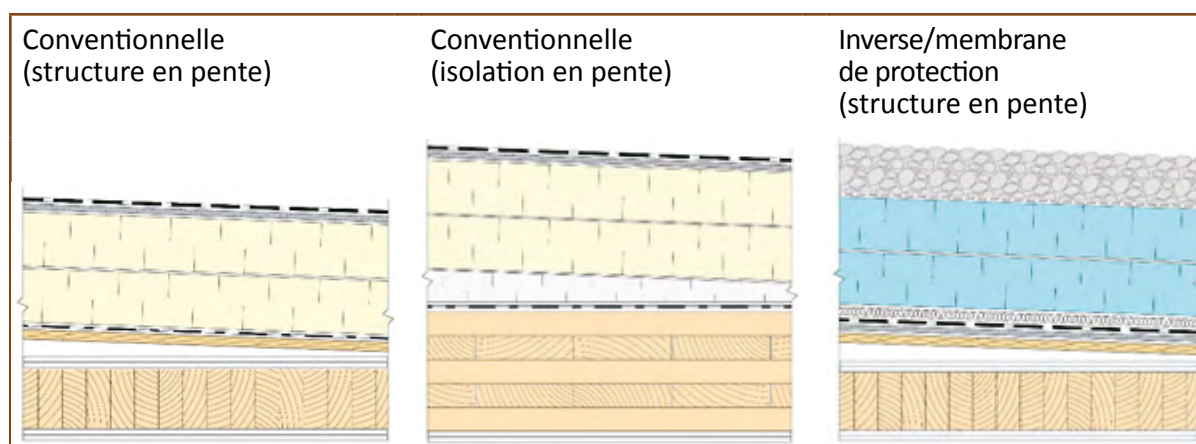
La conception et le choix des assemblages muraux appropriés nécessitent le contrôle de l'humidité extérieure (surface d'écoulement et écran résistant aux intempéries), une stratégie d'étanchéité à l'air appropriée, l'évaluation de l'emplacement et des propriétés de l'isolation, des attaches du revêtement et du type de support derrière l'isolation extérieure ainsi que le contrôle du flux de vapeur. Le flux de chaleur conductif sera régi par la quantité et l'emplacement des ponts thermiques dans l'assemblage. De plus, une attention particulière doit être portée aux points de pénétration dans la structure. Les documents de référence, le GBBGH [2], le *Guide for Designing Energy-Efficient Building Enclosures* [25] ainsi que le *Mass Timber Building Enclosure Best Practice Design Guide* [26] fournissent un aperçu des assemblages de murs à ossature de bois et structures de construction massive en bois. Lorsque les assemblages sont utilisés dans des bâtiments de grande hauteur, il est recommandé d'utiliser des membranes et des adhésifs plus robustes ainsi que des revêtements plus appropriés pour un bâtiment de grande hauteur.

Assemblages de toits

Les grands bâtiments utilisent habituellement des toits à faible pente. Les toits inclinés peuvent être incorporés comme distinction architecturale, mais ils sont moins communs. Dans la construction en bois d'œuvre massif, la structure de toiture se comportera comme un élément de diaphragme résistant à la charge latérale. Cette utilisation d'ossature plus lourde, plutôt que de solives et de contreplaqués utilisés dans la construction à ossature légère, dicte certaines approches pour ce type de bâtiment.

L'isolation est généralement placée à l'extérieur de la structure en bois d'œuvre massif et un assemblage de toiture à membrane traditionnelle ou protégée (aussi appelée inversée) est recommandé pour les toits et les terrasses de toit (figure 28). Les toits à membrane protégée offrent une meilleure protection de la membrane de toiture et sont recommandés pour les terrasses de toit ou les toits où la circulation est élevée. Les espaces vides des toits avec structure en pente doivent être encapsulés, lorsque cela s'applique, conformément aux conditions 1.4 et 1.6 du présent document.

Figure 28 – Stratégies d'isolation de toit en pente



Note : Les assemblages de gauche et de droite doivent répondre aux conditions 1.4 et 1.6 pour la protection incendie des vides de construction.

Les assemblages de toit traditionnel et inversé anticipent dans les deux cas le contrôle total de l'humidité à la membrane imperméable au-dessus de la structure et de l'isolation. À la différence d'un assemblage de mur, la surface de la membrane imperméable à l'eau et la surface primaire de drainage sont les mêmes. L'assemblage est sensible à l'humidité extérieure qui pénètre dans la structure lorsqu'il y a une fuite dans la membrane de toit puisque l'eau peut migrer dans la structure/isolation et saturer rapidement le toit si la fuite n'est pas détectée. Les toits plats des bâtiments de construction massive en bois requièrent des systèmes de toiture robustes de même que des détails minutieux et des pentes adéquates et uniformes pour faciliter le drainage. Typiquement, un système de membrane à deux plis de bitume est employé comme membrane de toit. Il peut s'agir de systèmes collés et/ou scellés à la chaleur. Lorsque les membranes de toit scellées à chaud sont employées sur le bois, une couche de protection d'asphalte fixée mécaniquement, une membrane ignifuge adhérente ou un panneau de plâtre est exigé pour protéger le bois contre la combustion. De plus, comme tous les matériaux de toiture à faible pente sont imperméables à la vapeur, ils ne doivent être appliqués que si le bois est sec (inférieur à 19 % de teneur en humidité [TH]) et que la capacité de sécher à l'intérieur est facilitée dans la conception du toit.

Pour des toits de *CBOME*, la pente vers les drains (pente minimale de 2 % recommandée) peut être obtenue soit par un ensemble d'isolation en angle, soit par un substrat de revêtement secondaire effilé au-dessus du tablier de bois respectant les normes de sécurité incendie en vigueur ou encore par une inclinaison de la structure. Afin de détecter et d'isoler les fuites avant qu'une détérioration majeure de la structure du bois ne se produise, il convient d'installer des systèmes de surveillance de l'humidité et de détection des fuites sous la membrane du toit ou dans la structure en bois.

Les documents de référence, le GBBGH [2], le *Guide for Designing Energy-Efficient Building Enclosures* [25], le *Mass Timber Building Enclosure Best Practice Design Guide* [26] et le *Joint Professional Practice Guidelines – Encapsulated Mass Timber Construction Up to 12 Storeys* [27] fournissent des examens approfondis des ensembles de toit appropriés et des matériaux recommandés ainsi que des valeurs R efficaces calculées et des détails typiques.

Réglementations énergétiques

Au Canada, deux codes modèles nationaux précisent les dispositions relatives à la conception des enveloppes du bâtiment et à l'efficacité énergétique des bâtiments : le CNB et le Code national de l'énergie pour les bâtiments. Ces codes nationaux sont adoptés avec ou sans modification par chacune des provinces et chacun des territoires ; ceux qui sont modifiés par chaque province sont identifiés comme des codes du bâtiment provinciaux. Au Québec, le chapitre I.1, Efficacité énergétique du bâtiment, du Code de construction du Québec renvoie au Code national de l'énergie pour les bâtiments – Canada 2020 auquel des modifications ont été apportées.

Code de construction du Québec, Chapitre I – Bâtiment, et Code national du bâtiment – Canada 2020 (modifié)

La conception de l'enveloppe d'un grand bâtiment relève de la partie 5 du Code, « Séparation des milieux différents ». La partie 5 de la division B du Code concerne principalement l'infiltration d'eau et le contrôle de la condensation dans les composants et les assemblages des enveloppes de bâtiment et les interfaces entre eux. Elle couvre également le transfert de chaleur, d'air et de son (bruit) ainsi que les charges structurales secondaires (charges de vent, accessoires de revêtement, etc.). L'application de la partie 5 de la division B du Code à un grand bâtiment en bois est semblable à celle d'autres immeubles de grande hauteur.

Code de construction du Québec, Chapitre I.1 – Efficacité énergétique du bâtiment, et Code national de l'énergie pour les bâtiments – Canada 2020 (modifié)

Ce chapitre porte sur les exigences minimales en matière d'efficacité énergétique. L'enveloppe du bâtiment ainsi que les systèmes mécaniques et électriques doivent travailler ensemble pour atteindre un objectif global minimal d'efficacité énergétique décrit à l'une ou l'autre des méthodes de conformité.

Pour se conformer aux dispositions du chapitre I.1 relativement aux enveloppes de bâtiment, il faut respecter l'une des trois méthodes de conformité des enveloppes de bâtiment. Par ordre de complexité de la plus faible à la plus élevée, les méthodes de conformité peuvent être classées ainsi : méthode prescriptive, méthode des solutions de rechange et méthode de performance.

Transfert de chaleur

La réduction de la consommation en énergie utile au chauffage des espaces intérieurs est une fonction principale de l'enveloppe du bâtiment. Bien que le flux de chaleur à travers l'enveloppe du bâtiment ne puisse jamais être entièrement éliminé, il peut être contrôlé de manière à réduire la consommation totale d'énergie et à améliorer le confort des occupants. Pour qu'un bâtiment soit efficace sur le plan écoénergétique, la combinaison d'une isolation thermique et d'une étanchéité à l'air constitue la meilleure stratégie.

Il y a trois aspects principaux dans le contrôle du flux de chaleur de l'enveloppe des bâtiments en bois :

- Réduire les gains solaires en été et recueillir des gains solaires utiles en hiver en considérant les propriétés de vitrage, l'utilisation du site et les caractéristiques du bâtiment et de son voisinage ;
- Minimiser le flux de chaleur conductif à travers les enveloppes opaques en utilisant des matériaux isolants et en évitant les ponts thermiques (comme les attaches de revêtement, les dalles de plancher et les colonnes structurales) afin de former une couche de contrôle thermique continue, y compris l'utilisation de cadres de fenêtres et de vitrages thermiquement efficaces ;
- Limiter le débit d'air involontaire à travers l'enveloppe du bâtiment en construisant des assemblages étanches à l'air (une couche de contrôle continu du débit d'air).

Afin d'assurer un contrôle efficace du débit thermique, il faut voir à la continuité de l'isolation thermique et concevoir des détails spécifiques pour réduire les ponts thermiques. En raison de la conductivité thermique modeste du bois (environ 400 fois moins que l'acier et 20 fois moins que le béton), les grands bâtiments en bois présentent des avantages en ce qui concerne le contrôle des ponts thermiques dans l'ossature structurale. Cela est également pertinent pour les murs et les toits de construction en bois d'œuvre massif, où la structure est souvent installée en plan continu, ce qui contribue à la résistance thermique globale de l'assemblage (environ R-1,2/pouce).

La mise en place de l'isolant joue un rôle clé dans l'efficacité thermique et la performance hygrothermique d'un assemblage d'enveloppe de bâtiment. À l'intérieur d'une structure à ossature de bois, l'isolation peut être placée entre les éléments structuraux, généralement des montants en bois (isolation intérieure), à l'extérieur de la structure (isolation extérieure) ou divisée entre l'espace du montant et l'extérieur de la structure (isolation fractionnée).

Plus la proportion de l'isolant total situé à l'extérieur de la structure est grande, plus la valeur R effective est élevée (car il y a moins de ponts thermiques à travers la charpente structurale). Cela signifie qu'en général, les ensembles isolés à l'extérieur seront plus durables que les ensembles isolés à l'intérieur, bien que ces derniers puissent également obtenir des performances satisfaisantes. L'approche à isolation fractionnée peut être un bon compromis en matière de coût (l'isolation des cavités est moins chère que l'isolation extérieure) et d'épaisseur de paroi ; toutefois, un tel assemblage exige une conception minutieuse. La performance hygrothermique d'un mur à isolation fractionnée dépendra de l'épaisseur et du type d'isolation extérieure, du climat et des conditions intérieures. La conception des murs à ossature de bois à isolation fractionnée devra répondre aux exigences de performance incendie mentionnées à la section D du CNB et est couverte dans de nombreux documents référencés, y compris le GBBGH [2], le *Guide for Designing Energy-Efficient Building Enclosures* [25], le *Mass Timber Building Enclosure Best Practice Design Guide* [26] ainsi que le *Joint Professional Practice Guidelines – Encapsulated Mass Timber Construction Up To 12 Storeys* [27].

Contrôle du bruit et transmission du son

L'enveloppe du bâtiment contrôle la transmission de la pollution sonore extérieure indésirable vers les espaces intérieurs. Les bruits urbains causés par la circulation automobile, les trains, les avions, les usines et les voisins, entre autres, sont indésirables à l'intérieur et ils nuisent à la concentration et à de nombreuses activités comme la conversation et le sommeil. Les composants de l'enveloppe du bâtiment, avec leurs propriétés en matière de masse d'insonorisation sonore, de propriétés d'amortissement et d'étanchéité à l'air, ont une incidence sur la transmission du bruit provenant de l'extérieur. Le choix d'assemblages appropriés de fenêtres, de murs et de toitures ainsi que certains détails d'interface de l'enveloppe du bâtiment doivent être pris en compte dans la conception de l'isolation sonore.

Toutefois, il n'existe actuellement aucune exigence de contrôle du bruit pour l'enveloppe extérieure du bâtiment dans les codes canadiens du bâtiment. Les seules exigences qui y sont incluses couvrent le contrôle du bruit à l'intérieur des bâtiments, plus particulièrement entre les unités d'habitation ou les espaces couverts. Comme cela est stipulé dans la partie 5 de la division B du Code, chaque logement doit être isolé, par une construction ayant un indice de transmission du son (ITS) d'au moins 50, de toute autre partie du bâtiment où du bruit peut se produire. Par ailleurs, la construction séparant un logement d'une gaine d'ascenseur ou d'un vide-ordures doit avoir un ITS d'au moins 55. Il n'y a pas d'exigence réglementaire pour les bâtiments des autres usages tels que ceux visés par la condition 1.1.1.

Un aspect important à considérer dans les constructions en bois est la transmission indirecte du son. Bien que la transmission directe du son au travers des parois (murs et planchers) semble obtenir de bons résultats en service, le phénomène de transmission indirecte peut influencer grandement sur le rendement « apparent » de l'ITS (*apparent sound transmission class, ASTC*). Les concepteurs doivent ainsi porter une attention particulière à la transmission indirecte aux jonctions des murs et des planchers. Il est à noter que, depuis l'édition 2015 du CNB, la transmission indirecte est traitée par l'exigence d'un ITS apparent d'au moins 47 pour l'isolation sonore des murs et des planchers.

De plus amples renseignements sur le contrôle de l'isolation sonore des bâtiments sont fournis au chapitre 5 du GBBGH.

Gestion de l'humidité

Une gestion appropriée de l'humidité est d'une grande importance afin d'obtenir une performance durable des bâtiments en bois. Les principales sources d'humidité dans les enveloppes des bâtiments sont la pluie, la neige et la glace, l'humidité du sol, l'humidité intrinsèque des matériaux de construction et la vapeur d'eau. La neige et la glace sont des sources potentielles d'eau et contribuent au risque de pénétration de l'eau et de dommages matériels (charges de neige ou glace sur le toit). L'humidité du sol est le facteur déterminant pour la conception des assemblages sous le niveau du sol, qui sont généralement construits en béton. Une grande attention doit être portée à la conception des composants structuraux en bois près du niveau du sol ou en contact avec le sol dans le cas des grands bâtiments en bois. Les occupants génèrent également une quantité importante d'humidité intérieure, qui devrait être prise en considération dans la conception.

La relation entre l'environnement intérieur et l'enveloppe du bâtiment est influencée par de nombreux facteurs, y compris les détails d'assemblage, l'étanchéité à l'air, la conception et le fonctionnement des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, l'aménagement de l'espace intérieur ainsi que le type d'utilisation et d'occupation de l'espace. En raison de la nature de l'occupation et des systèmes de ventilation habituellement utilisés, les bâtiments résidentiels ont tendance à avoir des niveaux d'humidité intérieurs plus élevés que les bâtiments commerciaux ou institutionnels. Par conséquent, les conceptions d'enveloppes de bâtiments résidentiels doivent généralement considérer un mouillage provenant de sources internes plus élevées.

Retrait du bois et incidence sur l'enveloppe

Le retrait du bois entrant dans la construction d'immeubles de grande hauteur est un phénomène de première importance. Il est attribuable aux changements des dimensions des pièces de bois en réponse à la variation de leur TH. Dans les bâtiments en bois de grande hauteur, il faut porter une attention particulière au retrait du bois en raison de l'effet cumulatif de la variation des dimensions d'éléments en bois.

Avec le temps, la TH atteint un équilibre par rapport à l'humidité relative de l'air entourant le bois. La TH du bois d'ingénierie qui est utilisé dans la construction en bois d'œuvre massif se situe dans une plage de 12 à 16 %, soit un taux bien inférieur au point de saturation de la fibre (environ 30 %), mais supérieur au degré d'humidité d'équilibre que l'on trouve à l'intérieur des bâtiments (de 5 à 15 % en fonction des saisons).

Par conséquent, il faut prévoir une période de retrait initial des éléments en bois des bâtiments de *CBOME*, puis une variation de leurs dimensions durant l'année compte tenu de la variation de l'humidité relative à l'intérieur de l'enveloppe du bâtiment. L'humidité relative moyenne de l'air intérieur est habituellement plus élevée durant l'été que durant l'hiver, en raison du chauffage en période froide. La TH du bois peut alors varier de 5 à 15 % (et peut varier davantage dans les murs extérieurs). Ainsi, le bois présent dans les éléments d'un bâtiment se dilate durant l'été et se rétracte durant l'hiver. Il est donc important de prévoir le mouvement potentiel dû au retrait dans l'ensemble des composants structuraux et non structuraux susceptibles d'être affectés.

La clause 5.4.5 de la norme CSA O86 fournit davantage d'information sur les mouvements anticipés du bâtiment attribuables aux changements de la TH du bois.

Transport de l'eau sous forme liquide et de vapeur

La conception et la construction d'une enveloppe de bâtiment, aux fins de la gestion de l'humidité, constituent un processus d'équilibre entre les mécanismes d'entrée d'humidité (mouillage) et les mécanismes d'élimination de l'humidité (séchage). Les mécanismes de mouillage comprennent l'humidité extérieure (pluie, eaux souterraines, neige, verglas, vapeur) et l'humidité intérieure pendant la durée en service du bâtiment, ainsi que l'humidité générée lors de la construction. Les mécanismes de séchage comprennent le drainage, le débit d'air et la diffusion de la vapeur. Le bois a une capacité intrinsèque de stocker l'humidité ou d'agir comme tampon d'humidité. Cette capacité de stockage de l'humidité permet, à des niveaux modérés, l'augmentation saisonnière ou soudaine de l'humidité jusqu'à ce que le séchage se produise.

Un déséquilibre dans le mouillage, le séchage et le stockage sécuritaire peut entraîner une accumulation d'humidité et une détérioration des matériaux sensibles à l'humidité. Le transfert de chaleur à travers l'enveloppe d'un bâtiment joue un rôle important dans la détermination de l'équilibre de ces mécanismes. Les enveloppes de bâtiment à haute performance énergétique sont potentiellement plus sensibles à l'accumulation d'humidité et ont sans doute une plus petite tolérance à l'humidité que les enveloppes moins isolées, en raison de la réduction du flux de chaleur à travers l'assemblage, des températures plus basses des composants extérieurs et du potentiel de séchage plus faible qui y est associé. Pour améliorer l'équilibre en faveur du séchage, des stratégies telles que placer l'isolation sur le côté extérieur de la structure en bois sont employées, car elles aident à maintenir le bois chaud et habituellement plus sec en raison d'un plus grand potentiel d'évaporation et de diffusion. Les larges éléments en bois comme le *CLT*, le *SCL*, le *MLT* et le *bois lamellé-collé* ont une section transversale beaucoup plus élevée que les éléments à ossature légère et les revêtements en contreplaqué, et ont donc une capacité de stockage d'humidité plus élevée. Il est établi que l'humidité absorbée dans un assemblage en bois d'œuvre massif séchera à un rythme beaucoup plus lent que dans une ossature légère et un revêtement en panneau mince.

Pour éviter la dégradation du bois, il est essentiel de bien concevoir les assemblages afin d'éloigner les éléments de l'eau liquide et de l'humidité élevée. Une enveloppe de bâtiment bien conçue protégera les éléments en bois une fois qu'elle sera entièrement construite. L'exposition à l'humidité et le mouillage du bois lorsqu'il est exposé pendant la construction peuvent être importants et avoir des incidences à long terme sur l'assemblage. Par conséquent, la protection contre l'humidité en phase de construction est à considérer.

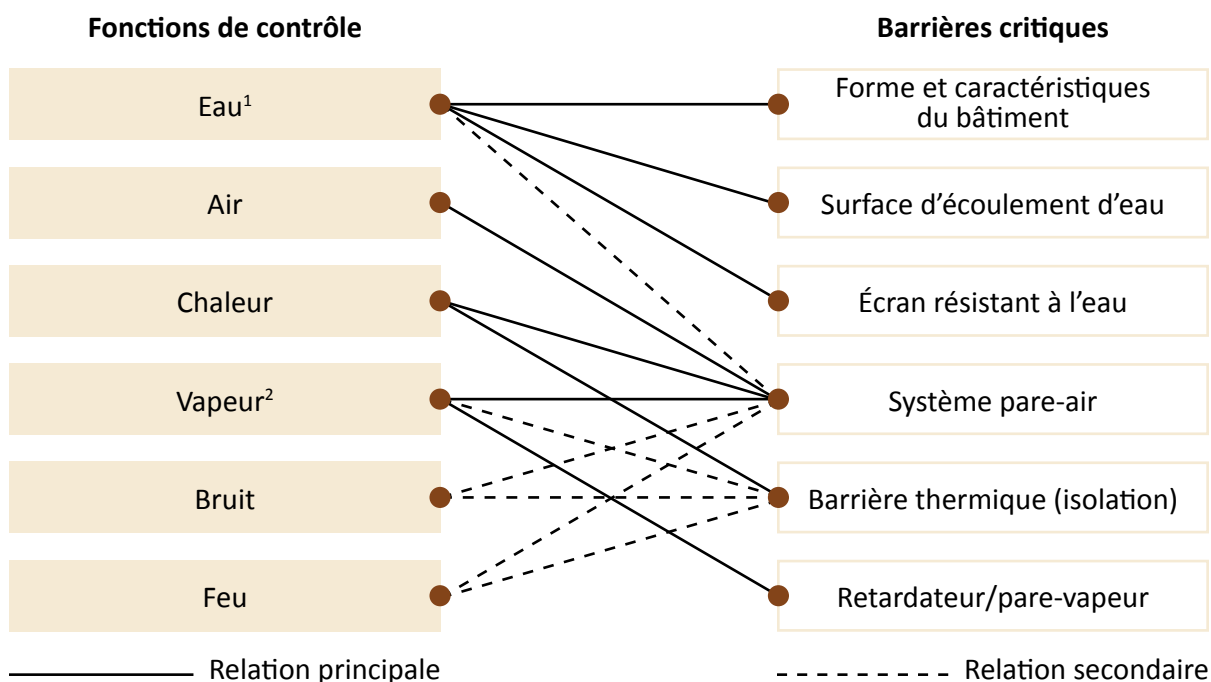
Plans de protection

Divers détails et matériaux sont utilisés dans les assemblages pour remplir des fonctions spécifiques de contrôle. Les propriétés des matériaux et la fonction voulue dicteront leur emplacement. La notion de fonctions de contrôle, et plus spécifiquement de plans de protection, peut être utilisée pour expliquer la fonction des différents matériaux et composants dans les enveloppes de bâtiment. Les fonctions de contrôle suivantes sont généralement considérées : l'eau (précipitations, sol), la vapeur d'eau, l'air, la chaleur, le son, le feu, la lumière et les contaminants. La finition intérieure et extérieure peut également être considérée comme une fonction de la couche de contrôle.

Le terme *barrière critique* est utilisé pour décrire les couches et les composants qui doivent être essentiellement continus pour que l'enveloppe remplisse ses fonctions de contrôle. Des barrières critiques spécifiques sont également définies à l'intérieur d'une enveloppe, comme un retardateur/pare-vapeur ou un pare-air. Une surface d'écoulement d'eau (premier plan de protection, selon la terminologie du Code) et une barrière résistante à l'eau (deuxième plan de protection) servent de stratégies de contrôle de la pénétration de l'eau. En plus du retardateur/pare-vapeur, du pare-air et des couches primaires de contrôle de l'humidité, l'isolation thermique, la forme et les caractéristiques du bâtiment peuvent être évaluées. Les couches de lutte contre le bruit et le feu pourraient également être évaluées de la même façon.

Pour établir le lien entre le concept de fonctions de contrôle et la barrière critique connexe, la figure 29 montre les relations primaires et secondaires connexes.

Figure 29 – Plans de protection de l'enveloppe du bâtiment et leurs fonctions barrières associées



1. Eau désigne ici les précipitations (pluie, neige, grêle, etc.) et l'eau de surface.

2. Vapeur désigne ici, de façon distincte, la vapeur d'eau dans l'air et la condensation d'humidité.

Dans les grands bâtiments en bois, de nombreux assemblages et détails seront nouveaux ou peu familiers aux équipes de conception et aux entrepreneurs. L'application du concept de barrière critique aidera toutes les parties à mieux comprendre le rôle et l'importance ou les fonctions de certains matériaux et détails.

Surface d'écoulement

En général, la surface d'écoulement de l'eau est la surface extérieure des assemblages, des interfaces et des détails qui dévieront et/ou draineront la grande majorité de l'eau extérieure de l'assemblage. Certaines surfaces d'écoulement jouent également le rôle de barrière résistante à l'eau. La surface d'écoulement réduit la charge de pluie sur les éléments sous-jacents de l'assemblage. Dans les assemblages muraux, la surface d'écoulement correspond à la surface de revêtement extérieur, pour les toits traditionnels, c'est la membrane de toiture qui joue ce rôle et, enfin, pour les toits à membrane protégée, c'est la surface supérieure de l'isolant. Les concepteurs doivent considérer le pouvoir d'écoulement et d'éloignement de l'eau des différents revêtements offerts sur le marché. Pour des raisons architecturales, certains revêtements présentent des joints ouverts ; des stratégies supplémentaires de protection peuvent alors être nécessaires pour assurer la fonction barrière de ce premier plan de contrôle de l'eau. La surface extérieure de l'enveloppe du bâtiment est également exposée au rayonnement solaire et aux rayons UV et sert de fonction de contrôle solaire.

Écran résistant aux intempéries

L'écran résistant aux intempéries (ÉRI) est aussi parfois appelé barrière contre l'humidité. L'humidité qui pénètre au-delà de la surface d'écoulement de l'eau ruissellera sur la face arrière du parement, soit les lattes, l'isolant extérieur ou la dernière ligne de protection, l'ÉRI. Celui-ci a une fonction intégrale de contrôle de l'eau et est souvent utilisé pour que les assemblages restent étanches.

Dans les murs isolés par l'extérieur, l'ÉRI peut être la surface de l'isolant si elle est collée et scellée. Il peut aussi s'agir d'une feuille ou d'une membrane de revêtement liquide installée derrière l'isolant sur le panneau de revêtement intermédiaire ou sur la structure en bois. Pour ce faire, il est essentiel que la continuité de l'ÉRI soit maintenue par du ruban et des adhésifs de qualité, et parfois par des projections telles que des solins pour dévier l'eau et assurer le drainage.

Dans de nombreux assemblages muraux standards, l'ÉRI sera la membrane de revêtement et le ruban d'étanchéité en combinaison avec le solin – le plan qui jette toute humidité fortuite hors de l'assemblage. Lorsque l'ÉRI fait également partie du système d'étanchéité à l'air, il sera étanche à l'air par des rubans adhésifs, des joints d'étanchéité et d'autres composants étanches à l'air.

Système d'étanchéité à l'air

Le pare-air est un système en trois dimensions de matériaux qui contrôle l'écoulement de l'air à travers l'enveloppe du bâtiment, que ce soit de l'extérieur vers l'intérieur ou vice versa. Le débit d'air a une incidence importante sur le flux de chaleur, la condensation interstitielle de vapeur et le contrôle de pénétration de la pluie. Un bon contrôle du débit d'air est particulièrement important pour les enveloppes de bâtiment à base de bois à efficacité thermique élevée. Le système pare-air doit être continu, avec chevauchement des matériaux imperméables à l'air ou scellement à tous les joints et pénétrations des conduits et tuyaux. La gestion efficace du flux d'air dans l'enveloppe aide également à minimiser les transferts du son, de la fumée, du feu, des particules aériennes et des contaminants.

Isolation thermique

La mise en place et la continuité de l'isolation thermique sont des facteurs importants de l'efficacité thermique d'une enveloppe de bâtiment. Bien qu'ils ne soient généralement pas considérés comme une barrière critique et davantage comme une fonction de contrôle, les matériaux d'isolation thermique et la continuité de la ligne d'isolation sont nécessaires dans l'apport au système d'enveloppe. L'identification de cette continuité permet d'établir où se trouvent les ponts thermiques ou les discontinuités thermiques qui devraient être traités dans la conception par un souci d'isolation supérieure. À l'intérieur d'un bâtiment en bois, la principale résistance au flux de chaleur est assurée par les matériaux traditionnels d'isolation thermique ; les éléments de bois de grande dimension, comme les panneaux *CLT*, fournissent toutefois une certaine valeur isolante et, par leur nature, sont souvent installés de façon continue. Une attention particulière doit être portée aux attaches métalliques qui présentent une conductivité thermique plus élevée et qui sont susceptibles de créer des ponts thermiques et de la condensation, ce qui entraînerait une dégradation à long terme.

Pare-vapeur

La couche de contrôle de la diffusion de la vapeur est constituée d'un matériau qui retarde ou arrête (fonction barrière) l'écoulement de la vapeur d'eau en raison des différences de pression de vapeur entre les couches de l'enveloppe. Dans les climats froids, comme au Canada, un retardateur de vapeur ou un pare-vapeur est habituellement placé à l'intérieur de la couche isolante (du côté chaud ou à haute pression de vapeur) pour contrôler la diffusion de la vapeur de l'intérieur (côté chaud) vers l'extérieur (côté froid) tout au long des saisons où le chauffage est prédominant. Il est à noter que la direction du débit de vapeur peut être inversée en été, surtout lorsqu'un climatiseur est utilisé. Selon la partie 5 du Code, les couches de contrôle de la diffusion de la vapeur ne sont pas requises dans l'enveloppe si la diffusion incontrôlée de la vapeur ne nuit pas à la santé ou à la sécurité des occupants du bâtiment, à l'utilisation prévue du bâtiment ou à l'exploitation des services du bâtiment. Dans la plupart des cas, la continuité de la couche de contrôle de la vapeur n'est pas requise pour contrôler adéquatement la diffusion de la vapeur. Le contrôle de la diffusion de la vapeur ne doit pas être confondu avec le contrôle du débit d'air (pare-air). La continuité et l'étanchéité des détails des pare-air sont très importantes. Par conséquent, si le même matériau est utilisé pour contrôler à la fois la diffusion de vapeur et le débit d'air, il doit être ensuite scellé comme le pare-air.

Caractéristiques architecturales

La forme et les caractéristiques du bâtiment, y compris les porte-à-faux, les balcons, les auvents et autres éléments en saillie, jouent également une fonction importante dans l'enveloppe. Ces éléments détournent la pluie, fournissent un ombrage du soleil et redirigent le vent. La protection offerte par ces éléments peut permettre l'utilisation d'autres stratégies de contrôle de l'eau dans les aires protégées. Pour cette raison, des éléments comme les auvents et les grands porte-à-faux peuvent être considérés comme faisant partie de l'analyse des barrières critiques. À l'inverse, les balcons et autres éléments architecturaux extérieurs peuvent s'avérer constituer des configurations propices aux infiltrations d'eau, à moins qu'ils soient soigneusement conçus pour l'empêcher. La criticité de la forme du bâtiment dépend également des caractéristiques climatiques, en particulier des précipitations. Dans les zones climatiques chaudes et sèches, la nécessité d'envisager la forme des bâtiments du point de vue de la gestion des eaux de pluie est moins grande. Le *Joint Professional Practice Guidelines* [27] présente des détails de conception et d'assemblages recommandés en présence de balcons dans une *CBOME*.

Les barrières critiques (pare-air, retardateurs de vapeur, barrières résistantes à l'eau, surface d'expulsion de l'eau et isolation) doivent être présentes non seulement dans chaque assemblage de l'enveloppe, mais aussi aux interfaces et à travers les détails entre les assemblages, ainsi qu'aux pénétrations à travers ces assemblages. C'est l'une des tâches les plus complexes auxquelles font face les concepteurs et les constructeurs.

Gestion de l'humidité en chantier

Les stratégies de gestion de l'humidité en chantier doivent avoir pour but de maintenir la TH du bois au-dessous du seuil de détérioration et de développement de moisissure. De plus, il faut éviter les variations soudaines de la TH afin de réduire au minimum les changements dimensionnels et les tensions à l'intérieur du bois.

Planification et conception

La stratégie de gestion de l'humidité doit être déterminée dès le début de la conception du projet. Selon la conception envisagée, certains risques de mouillage peuvent être amoindris. Le climat et le temps de l'année durant lequel la structure sera érigée peuvent dicter quel type de conception est à éviter ou, au contraire, à privilégier. Les assemblages doivent être conçus de manière à éliminer le potentiel d'accumulation d'eau sur les surfaces horizontales et à toujours permettre un écoulement de l'eau hors de la structure. Une attention doit être portée à la capacité d'assèchement des parois pour assurer une évacuation de l'humidité vers l'extérieur. La mise en œuvre de méthodes de gestion de l'humidité dans les constructions doit être poursuivie durant toutes les étapes de la réalisation du projet.

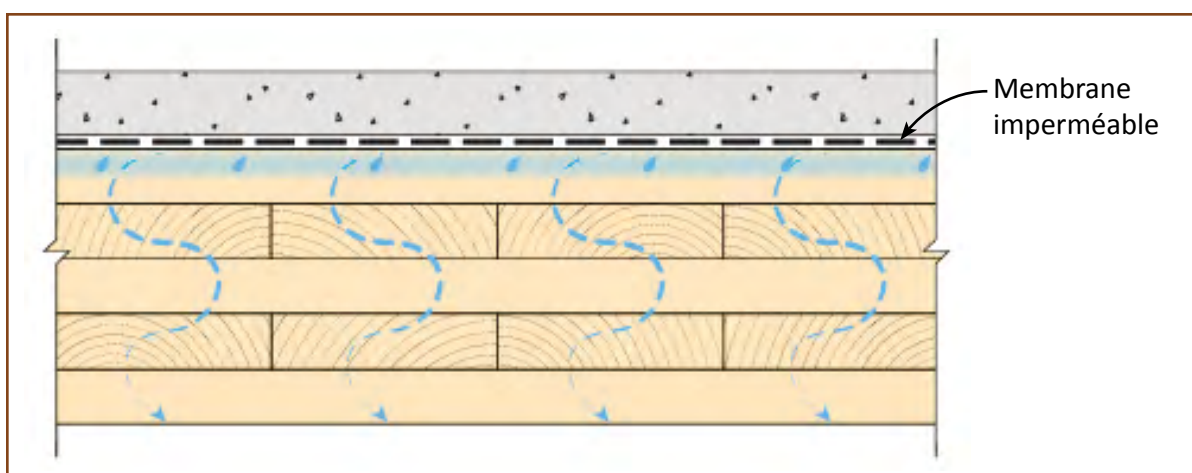
Au stade de conception, il est important de quantifier la période durant laquelle les éléments muraux, de plancher ou de toit de construction en bois d'œuvre massif seront exposés aux intempéries. Le climat, le temps de construction et le stockage sur site sont des facteurs qui permettent de déterminer cette variable. Plus le niveau de préfabrication des éléments structuraux est élevé, plus le temps d'érection de la structure peut être estimé à la baisse. La vitesse d'installation du toit au-dessus d'une structure en bois aura également une forte incidence sur le temps d'exposition à la pluie des éléments.

Lorsque le séchage du bois n'est pas limité par une membrane ou un environnement clos après l'installation, une exposition d'un élément de construction en bois d'œuvre massif à la pluie durant quelques semaines n'est pas problématique lorsque des techniques de gestion de l'eau en chantier sont appliquées. Toutefois, lorsque les surfaces horizontales sont exposées durant des mois aux intempéries, l'humidité aura pénétré profondément dans le bois et il sera peu probable d'effectuer un séchage convenable avant le recouvrement des éléments. Les éléments verticaux sont moins susceptibles au mouillage en raison de l'absence d'eau stagnante sur leur surface. Toutefois, les bouts devraient être protégés correctement puisque la perméabilité est largement supérieure dans le sens des fibres du bois. De plus, les extrémités près du sol, en contact avec les fondations, sont à risque d'un haut taux d'humidité.

Le séquençage de l'installation des sections du bâtiment est un élément clé d'une bonne gestion de l'humidité. Appliquer un revêtement sur le plancher ou la toiture une fois posé est fortement recommandé. Il peut être temporaire dans le cas d'une membrane de protection, pourvu que celle-ci soit conçue de manière à éviter les infiltrations, c'est-à-dire que cette membrane doit être robuste. Les risques de moisissure sont fort élevés si l'eau se retrouve prise entre le bois et la couche de protection lorsque l'échéancier ne permet pas un temps de séchage suffisant. Pour ce qui est des systèmes de planchers, le moment de pose des membranes acoustiques

et des dalles de béton sur les panneaux de bois est un critère à prendre en compte. Tant que les murs extérieurs et le plancher de l'étage supérieur ne sont pas installés, les surfaces horizontales sont exposées aux intempéries. Dans le cas des chapes de béton autonivelantes, un haut taux d'humidité assure une réactivité du béton ; des précautions sont donc nécessaires. Ainsi, en vue de protéger le bois de cet apport en eau non désiré, une membrane imperméable doit être installée à l'interface bois-béton (figure 30). Si le panneau de bois est recouvert par un fini de plancher imperméable lorsque sa TH est trop élevée, le séchage sera pratiquement inexistant et prendra des mois ou même des années à s'effectuer. Il ne faut jamais encapsuler les éléments de construction massive en bois lorsque la TH est supérieure à 19 %. Il est recommandé de prendre des lectures d'humidité avant d'installer le revêtement final.

Figure 30 – Application d'une membrane pour protéger le CLT contre l'humidité dégagée par la chape de béton

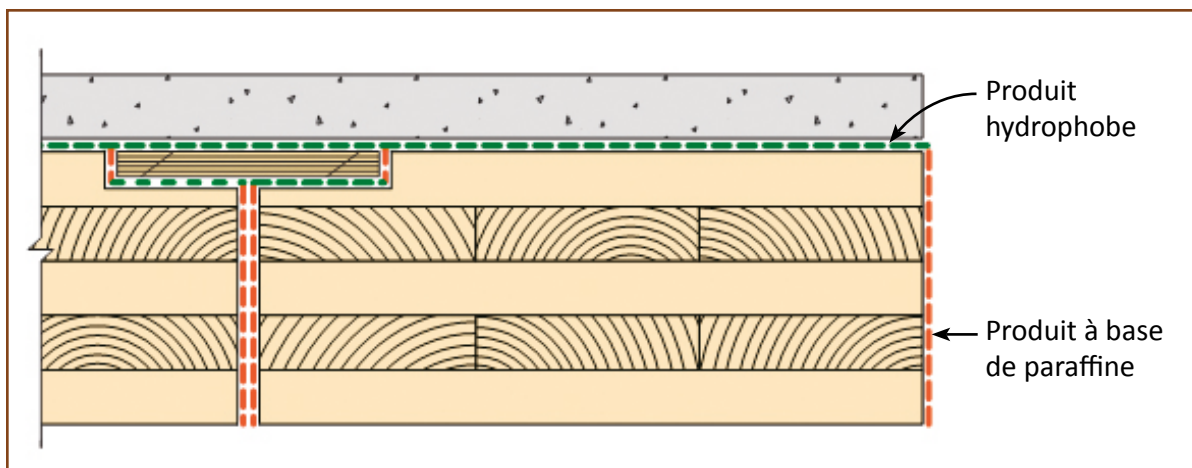


Méthodes passives

Parmi les méthodes de protections passives, l'ajout d'un enduit hydrophobe applicable directement à l'usine du fabricant ou rapidement après la livraison sur chantier est envisageable. Son utilisation s'avère utile dans les endroits qui sont les portes d'entrée d'une forte prise d'humidité. Le scellement des bouts des panneaux où le bois est exposé dans le plan transversal au fil du bois peut être effectué en usine à l'aide d'un produit à base de paraffine. Ce type d'enduit peut servir comme premier plan d'étanchéité non seulement dans les trous usinés pour les portes, les fenêtres, les systèmes mécaniques et la plomberie, mais également dans les gerces et fentes visibles des éléments en bois. Sur les surfaces supérieures exposées des panneaux de plancher et de toit, un enduit peut être étendu pour limiter la pénétration de l'eau. Le produit doit avoir les caractéristiques d'être hydrophobe, tout en adhérant au bois et en possédant aussi une certaine perméabilité à la vapeur d'eau pour garantir le séchage après mouillage ; il doit également permettre de respecter les exigences d'indice de propagation de la flamme, si elles s'appliquent. L'application en usine est préférable puisqu'elle ne ralentit pas le déroulement du chantier.

À cause de leur propension à absorber une plus grande quantité d'humidité, les insertions de languettes de contreplaqué utilisées dans les joints de panneaux doivent être protégées de façon plus soutenue (figure 31). Il est suggéré d'utiliser le contreplaqué en raison de sa meilleure stabilité dimensionnelle. Un contreplaqué traité peut même être envisagé.

Figure 31 – Enduit de revêtement entre la chape de béton et la surface du CLT ainsi que scellement des extrémités du CLT et des insertions en contreplaqué



Abris physiques

Toujours dans les méthodes de protection passives, l'installation d'abris sur chantier a été utilisée sur divers chantiers, de plus ou moins grande envergure et principalement en Europe. Ces solutions non permanentes sont offertes sous la forme de tentes, de bâches tendues, de toitures temporaires ou d'abris gonflables, et s'adaptent mieux aux bâtiments de petite et de moyenne hauteur. Certains systèmes permettent toutefois une adaptabilité sans contrainte de hauteur. Le choix d'installer ce type d'équipement permet d'éviter les risques de mouillage et les délais imprévus liés au temps de séchage des matériaux avant de finaliser l'enveloppe du bâtiment. Une analyse de risques est recommandée en début de projet selon le climat du chantier de construction, le temps d'exposition prévu des éléments aux intempéries et le séquençage du projet afin d'évaluer si l'ajout d'un abri physique est optimal. Un avantage de ce type de protection est d'offrir un environnement plus favorable aux travailleurs et des possibilités d'érection de structures à tout temps de l'année.

Solutions actives

Les solutions de gestion de l'humidité dites actives sont de type réactif et non préventif. En effet, lorsqu'il y a une accumulation d'humidité à l'intérieur des panneaux de CLT ou autre élément de construction en bois d'œuvre massif, celle-ci doit être évacuée passivement ou activement. Le séchage du bois à l'air sans intervention de l'homme est lent même lorsque le bois n'est pas recouvert par une membrane. Pour une exposition à la pluie de quelques semaines, les éléments de construction massive en bois peuvent prendre plusieurs semaines à s'assécher. Les conditions favorables au séchage nécessitent une humidité relative ambiante inférieure à 65 %.

Très simples et communes, les méthodes de balayer et d'essuyer les surfaces horizontales en réponse aux précipitations de pluie et de neige sont des solutions de gestion de l'humidité actives. L'installation de drains temporaires pour diriger l'eau accumulée à l'extérieur de la structure représente aussi une solution simple, mais moins fréquente. Lorsque la TH de l'air ambiant est trop élevée ou que la température est faible, l'utilisation d'un séchage forcé peut être envisagée. Des ventilateurs poussant de l'air chaud, l'installation de couvertures chauffantes ou celle d'un déshumidificateur sont d'autres solutions actives de gestion de l'humidité (figure 32).

Une fiche de bonnes pratiques [28] publiée en 2025 par FPInnovations en collaboration avec la RBQ fournit une série de considérations sur l'élaboration d'une stratégie de gestion de l'eau et de l'humidité sur les chantiers de construction en bois. Elle traite des considérations liées aux conditions environnementales, aux niveaux d'exposition et aux matériaux/assemblages utilisés. Des stratégies d'atténuation et de protection adaptées à chaque type de système de construction et d'assemblage sont également présentées.

Figure 32 – Utilisation de couvertures chauffantes pour favoriser le séchage des éléments de toiture lorsque les conditions ambiantes ne sont pas favorables (source : Wang [29])



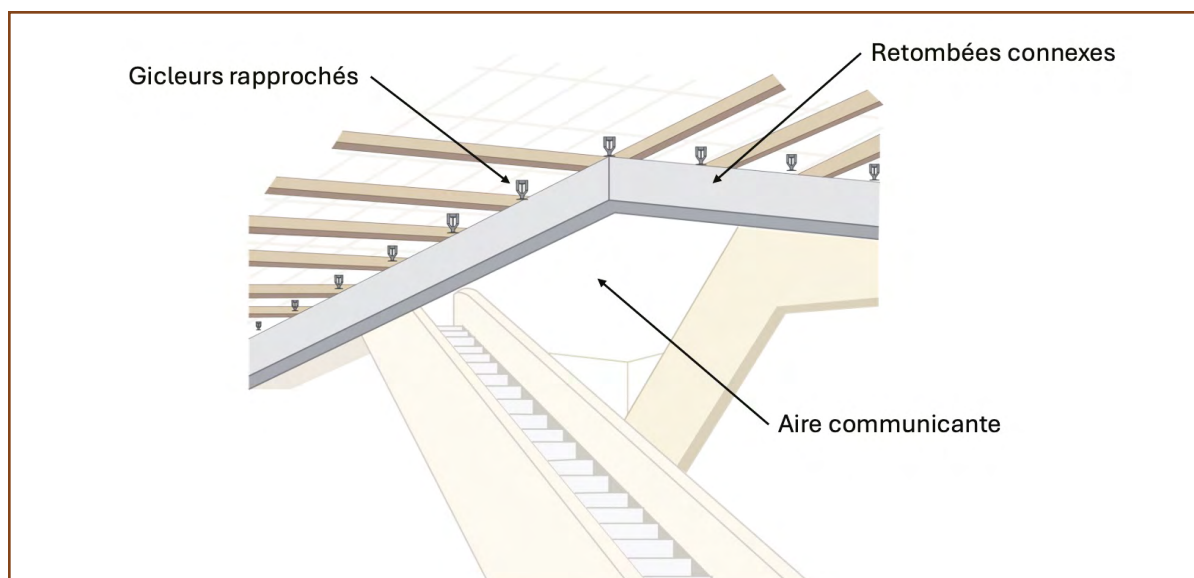
2.9 Mezzanines et ouvertures dans les planchers

Les bâtiments modernes comportent régulièrement des ouvertures dans les aires de planchers, aussi appelés atriums. Ces aires communicantes permettent de relier plusieurs étages, par exemple, le hall d'entrée d'un immeuble de bureaux ou d'une école. Ces aires communicantes ne possèdent pas de dispositifs d'obturation ni d'éléments de construction permettant de respecter les principes de compartimentation, ce qui crée un risque accru de propagation d'un incendie aux différents étages et de contamination simultanée par la fumée des étages communicants en raison de l'absence de barrières [30]. En vue de fournir un niveau de sécurité incendie acceptable, la sous-section 3.2.8 du Code fournit des mesures de sécurité pour les aires communicantes dans les bâtiments.

Par ailleurs, le Code exige que les bâtiments contenant des aires communicantes soient entièrement protégés par gicleurs, ce qui est également le cas pour tous les bâtiments visés à la condition 1.1.1. De plus, le Code de construction du Québec, Chapitre I – Bâtiment 2020 ajoute un nouveau paragraphe en 3.2.8.3. 3) stipulant que les bâtiments construits conformément aux articles 3.2.8.4. à 3.2.8.8. doivent être de construction incombustible ; toutefois, une construction en gros bois d'œuvre est permise si une construction combustible est autorisée à la sous-section 3.2.2. Ce nouvel article est reflété à la condition 1.9.2, en plus de permettre une *CBOME* comme une solution de rechange à l'exigence d'une construction incombustible.

Le paragraphe 3.2.8.3. 2) du Code mentionne également que, conformément à la norme NFPA 13, des gicleurs rapprochés et des retombées connexes doivent être installés au pourtour des ouvertures de plancher ayant une largeur d'au plus 6,1 m (20 pieds) et une superficie d'au plus 93 m² (1 000 pieds carrés) [30]. Au sens de la norme NFPA 13, les grandes ouvertures (soit celles au-delà des dimensions décrites précédemment) n'ont pas à être protégées comparativement aux petites ouvertures qui agissent comme une cheminée, facilitant le transport vertical des gaz chauds de combustion. Par conséquent, pour ces petites ouvertures, les gicleurs rapprochés doivent être distancés d'au plus 1,8 m (6 pieds) et positionnés entre 150 et 300 mm (de 6 à 12 pouces) des retombées connexes (figure 33). Quant aux retombées, l'article 3.2.8.6. mentionne qu'elles doivent être d'au moins 500 mm de hauteur mesurée à partir de la surface du plafond et la norme NFPA 13 exige qu'elles soient de matériaux incombustibles qui resteront en place avant et pendant l'activation des gicleurs. L'utilisation de retombées vise à restreindre la propagation des produits de combustion dans l'aire ouverte. En effet, les retombées les concentrent au plafond, ce qui permettra d'accumuler la chaleur et de provoquer une activation rapide des gicleurs.

Figure 33 – Gicleurs rapprochés et retombées connexes au pourtour d'une aire communicante (adapté de NFPA 13 [31])



2.10 Règles de calcul, structures et attaches

L'élaboration des plans et devis de la structure est une partie importante d'un projet impliquant une *CBOME* ou de *construction hybride* de plus de 6 étages. Une attention particulière doit être portée à l'analyse et au dimensionnement de la charpente lors de la réalisation des plans et devis de la structure de ce type de bâtiment. Jusqu'à tout récemment, le Code autorisait la construction de bâtiments en bois jusqu'à 6 étages seulement. Il est donc important de tenir compte de certaines particularités de la construction en bois.

Pour des recommandations techniques supplémentaires, y compris des conseils pour le développement de mesures équivalentes pour les bâtiments hors du champ d'application des présentes conditions à respecter, consulter l'édition 2022 du GBBGH [2].

Calcul des structures

Le champ d'application de la partie 4 du CNB est décrit à la sous-section 1.3.3. de la division A du Code. Les bâtiments visés par les présentes conditions à respecter présentent une hauteur supérieure à 3 étages et une superficie supérieure à 600 m². Par conséquent, les règles de conception établies dans la partie 4 de la division B du CNB doivent être appliquées. Il est à noter que, contrairement à la partie 3 de la division B du Code, où la plupart des dispositions techniques et des niveaux de performance sont prescriptifs et de nature qualitative, les dispositions techniques et les niveaux de performance de la partie 4 de la division B du Code sont essentiellement axés sur la performance et la fiabilité (une approche préconisée par la conception des états limites). Ils offrent une plus grande souplesse aux concepteurs pour atteindre les objectifs du Code.

Comme précisé à la sous-section 4.3.1. de la division B du CNB, les charpentes en bois et leurs assemblages (attaches) doivent être conçus conformément à la dernière édition de la norme CSA O86. Au moment de la rédaction des présentes conditions à respecter, l'édition 2024 de la norme CSA O86, « Règles de calcul des charpentes en bois », est disponible. Celle-ci contient de nouvelles dispositions importantes, notamment en lien avec le calcul de la flèche due au fluage, l'ajout de dispositions de calculs de planchers en *MLT*, les systèmes de résistance latérale en *CLT* de construction plate-forme, le calcul des résistances des vis auto-taraudeuses et les planchers composites bois-béton.

Les bâtiments en bois de grande hauteur et leurs attaches qui ne sont pas couvertes par le chapitre 12 de la norme CSA O86-24 peuvent être conçus conformément à l'article 4.3.2 de cette même norme. Cet article 4.3.2, intitulé « Méthodes nouvelles ou spéciales de conception et de construction », stipule que des systèmes nouveaux ou spéciaux de conception ou de construction de structures ou d'éléments structuraux en bois qui ne sont pas déjà visés par cette norme peuvent être utilisés lorsque ces systèmes sont fondés sur des principes d'analyse et d'ingénierie, des données d'essai fiables, ou les deux, qui démontrent la sécurité et l'aptitude au service de la structure résultante pour l'usage prévu. Ces systèmes d'attaches innovants doivent être évalués sur la base des données d'essai du manufacturier, et un rapport d'évaluation fournissant les valeurs de résistance et les méthodes de calcul s'y rattachant est publié par des organismes d'évaluation de produits, tels que le CCMC.

L'utilisation d'assemblages dont la résistance est contrôlée par la rupture du bois (rupture fragile, en particulier) doit être évitée et, si c'est possible, les modes de rupture ductiles doivent être ciblés. Lors de la conception des attaches, il est également important de tenir compte de l'humidité et des autres facteurs de service qui influencent la résistance du bois (ou d'autres matériaux).

Disposition des systèmes structuraux

La disposition des éléments du système structural et leur interaction doivent garantir la résistance à un effondrement généralisé en cas de défaillance localisée. Pour offrir une intégrité structurale adéquate, les assemblages entre les éléments de structure doivent être ductiles et avoir une capacité de déformation et d'absorption d'énergie relativement élevée dans des conditions de charge anormales. Un détail approprié pour résister aux surcharges dues au vent faible à modéré et surtout aux charges sismiques assure généralement une ductilité suffisante.

Dans les structures en bois, l'énergie introduite par le vent ou l'activité sismique est dissipée par plusieurs mécanismes, comme le frottement interne, le frottement entre les éléments structuraux et, pour la charge sismique uniquement, la déformation plastique. Lors d'événements sismiques extrêmes, une grande partie de cette dissipation d'énergie est obtenue par une déformation non linéaire des assemblages. Lorsque le bois est utilisé dans des structures longues, hautes et légères, la réponse dynamique à la charge de vent et aux vibrations artificielles peut être importante. De plus, les assemblages peuvent contribuer de manière importante à la réponse du bâtiment en matière d'amortissement et de rigidité.

Il existe plusieurs façons de concevoir la charpente pour garantir l'intégrité nécessaire en vue de supporter les charges à proximité des murs, des fermes, des poutres, des colonnes et des planchers gravement endommagés.

Il existe un certain nombre de logiciels d'analyse structurale linéaire élastique qui peuvent être utilisés pour modéliser le système structural, y compris les panneaux muraux et les planchers, afin d'obtenir des charges de conception pour le système gravitaire (des calculs manuels peuvent être utilisés pour vérifier ces charges de conception).

Les étapes de la construction doivent également être analysées pour s'assurer que la conception respecte la séquence de construction. La conception des éléments du système de résistance à la gravité doit être conforme aux exigences de la norme CSA O86-24.

Les systèmes de gicleurs doivent être conçus pour s'adapter aux fléchissements ou à la déformation induite par les charges sismiques et le retrait. Les systèmes de gicleurs doivent rester fonctionnels pour limiter les dommages causés par les incendies qui pourraient survenir après un séisme.

Le chemin de transmission des charges sismiques doit être défini tout au début de la conception des structures. Les systèmes de résistance aux forces sismiques (SRFS) doivent aussi être clairement définis dans les plans d'ingénierie (c'est-à-dire que les plans doivent préciser les types de SRFS ainsi que la voie de transfert des forces jusqu'aux fondations). Pour de plus amples informations, se référer à la norme CSA O86-24 et au chapitre 5 du GBBGH [2].

Propriétés des éléments

Les éléments d'un bâtiment en bois de grande hauteur sont fort probablement composés de produits en bois d'ingénierie, utilisés soit comme éléments de poutres ou de colonnes, soit comme panneaux muraux structuraux, soit les deux. Dans le cas de bâtiments hybrides, des éléments de structure en acier, en béton ou en maçonnerie peuvent être présents. À des fins d'analyse et de modélisation, la rigidité effective des produits ou des panneaux en bois d'ingénierie, avec ou sans l'effet des connecteurs, doit être déterminée. La limite inférieure, la limite supérieure et les meilleures estimations des propriétés de résistance et de rigidité (courbe principale, rigidité élastique initiale) doivent être déterminées. Cela peut se faire en examinant les données analytiques ou d'essais disponibles dans la documentation (y compris les fiches techniques des produits en bois d'ingénierie fournies par les manufacturiers et les développeurs d'attaches brevetées) ou obtenues au moyen d'essais expérimentaux supplémentaires sur des échantillons représentatifs pour des applications spécifiques. Le *Modelling Guide for Timber Structures* [32] fournit davantage d'information en lien avec la modélisation avancée des structures en bois.

Amortissement efficace

L'amortissement visqueux efficace des bâtiments en bois est généralement légèrement supérieur à celui des bâtiments en acier et en béton. Dans une perspective de conception sismique, les modèles numériques des structures en bois peuvent supposer un amortissement visqueux réel de l'ordre de 3 à 5 %, à moins que les données expérimentales ou de terrain disponibles ne justifient l'utilisation de valeurs plus élevées. Dans la perspective de la conception des surcharges dues au vent, lors de l'analyse dynamique, on peut supposer un amortissement visqueux réel de l'ordre de 1 à 3 %. Les résultats des essais de vibration ambiante suggèrent que les bâtiments avec des murs de cisaillement en béton ont un amortissement visqueux réel de l'ordre de 1 à 2 % et que les bâtiments avec des murs de cisaillement en bois d'œuvre massif (comme le CLT) ont un amortissement visqueux réel de 2 à 3 %.

Risque sismique et mouvements du sol à analyser

Les données sur le risque sismique pour les principaux endroits du pays figurent dans le Code et dans le commentaire J du *Guide de l'utilisateur – Commentaires sur le calcul des structures* [24]. L'analyse dynamique linéaire, aussi appelée analyse du spectre de réponses, devrait être utilisée comme analyse par défaut selon le Code. Dans certains cas spécifiques, l'utilisation d'analyses dynamiques non linéaires en fonction du temps peut être nécessaire pour des bâtiments plus complexes ou des bâtiments situés sur des sols plus mous. De telles analyses doivent être réalisées, et ce, conformément aux recommandations du commentaire J. Étant donné que ces analyses sont encore principalement réalisées dans un environnement de recherche, il est essentiel qu'elles soient examinées par des personnes compétentes et expérimentées afin de pouvoir prendre les décisions nécessaires. En outre, la conception qui en résulte doit être examinée par une équipe d'ingénieurs indépendants qualifiés.

Modèles d'hystérésis pour les joints et assemblages

Les relations non linéaires charge-déformation pour les parties plastifiantes du SRFS (joints et assemblages) doivent être obtenues lors de l'analyse dynamique non linéaire. À partir de ces courbes, la rigidité initiale et la rigidité après plastification, la résistance élastique et ultime ainsi que la résistance cyclique et le comportement/dégradation de la rigidité devront être obtenus. La limite inférieure, la limite supérieure et la meilleure estimation des propriétés de résistance et de rigidité devront être déterminées pour l'analyse de sensibilité. Si les informations de la documentation manquent pour une géométrie et une application spécifiques, des essais doivent être réalisés sur des échantillons représentatifs par des laboratoires accrédités afin d'établir les courbes d'hystérésis appropriées pour l'analyse (voir le chapitre 5 du GBBGH [2] pour plus de détails).

Méthodes d'analyse et de conception pour les charges sismiques

Pour l'analyse sismique des bâtiments en bois de grande hauteur, l'analyse statique équivalente fonctionne bien pour certains bâtiments en bois de grande hauteur qui satisfont aux critères d'utilisation d'une telle analyse tels qu'énoncés au paragraphe 4.1.8.7. 1) du Code. De plus, ces structures ne doivent pas présenter de couplage important des modes latérales et de torsion ni aucune des irrégularités définies dans le Code. Pour les bâtiments où l'on s'attend à ce que les modes supérieurs et les effets de torsion soient importants, une analyse dynamique devrait être utilisée pour spécifier et répartir les forces de conception sismique. Des méthodes de conception sismique connues et acceptables sont présentées dans le GBBGH [2] : calcul basé sur les forces, calcul basé sur les déplacements et calcul basé sur la performance. Il est à noter que le Code ne spécifie pas de niveaux de performance exacts pour la conception basée sur la performance des bâtiments soumis à diverses conditions de charge. Lorsque des solutions de conception basées sur la performance sont utilisées, les concepteurs devraient appliquer des critères de performance appropriés basés sur la documentation disponible.

Le concept de calcul fondé sur la capacité est d'une importance majeure dans la conception sismique de bâtiments en bois de grande hauteur. Utilisé dans la conception sismique des structures en béton, en acier et en maçonnerie, ce calcul doit l'être également dans la conception sismique des bâtiments en bois de grande hauteur. Cette approche de conception est fondée sur la simple compréhension de la façon dont une structure est capable de supporter des déformations importantes lorsqu'elle est soumise à d'importants tremblements de terre. Par la sélection de certains modes de déformation du système de résistance aux charges latérales, certaines parties de la structure seront choisies, et ainsi correctement conçues et détaillées pour plastifier et dissiper l'énergie lorsque soumises à des déformations sévères. Ces modes critiques du système de résistance aux charges latérales, souvent qualifiées de rotules plastiques ou de zones dissipatives, agissent comme dissipateurs d'énergie pour contrôler le niveau de résistance dans la structure. Tous les autres éléments structuraux peuvent être conçus comme non ductiles et sont protégés contre les actions qui pourraient provoquer une défaillance, car ils reçoivent une force supérieure à celle correspondant au développement de la force maximale réalisable dans les régions potentielles de rotules plastiques. En d'autres termes, les éléments non ductiles, résistants à des actions provenant des rotules plastiques, doivent être conçus pour résister sur la base de la surrésistance plutôt que sur celle de la résistance pondérée indiquée par le CNB, cette dernière étant utilisée pour déterminer les forces requises dans les zones des rotules. Cette procédure de calcul de la « capacité » permet de s'assurer que les moyens de dissipation d'énergie choisis peuvent être maintenus.

Il convient de noter que le calcul de la capacité n'est pas une technique d'analyse, mais un outil de conception. Il permet au concepteur de « dire à la structure quoi faire » et de la désensibiliser aux caractéristiques du tremblement de terre, qui sont, après tout, inconnues. Un détail judicieux de toutes les zones plastiques potentielles permettra à la structure de répondre aux intentions du concepteur. Une approche de calcul de la capacité permettra d'assurer une réponse inélastique plus prévisible et satisfaisante dans les conditions pour lesquelles même les techniques d'analyse dynamique sophistiquées ne pourront produire davantage que des estimations grossières. Cela est lié au fait qu'une structure conçue selon un design fondé sur la capacité ne devrait pas développer de déformation inélastique à un endroit indésirable et ne serait donc pas sensible aux caractéristiques du séisme liées à l'ampleur des déformations inélastiques. Le calcul de la capacité, lorsqu'il est combiné à un détail approprié de ductilité, permettra d'obtenir une dissipation maximale de l'énergie par l'intermédiaire de mécanismes plastiques sélectionnés de façon rationnelle. En outre, comme déjà indiqué, les structures ainsi conçues seront extrêmement tolérantes à l'ampleur des exigences de ductilité que les futurs grands tremblements de terre pourraient imposer.

De plus amples renseignements sur les essais et les données analytiques liés à divers assemblages de bois utiles dans l'implantation d'une procédure de calcul de la capacité pour les bâtiments en bois de grande hauteur sont donnés à la section 5.2 du GBBGH, alors que de l'information sur la conception sismique est donnée à la section 5.3 du GBBGH [2].

Analyse et conception pour les surcharges dues au vent

Il est généralement admis qu'à mesure que la hauteur du bâtiment augmente, les forces du vent deviennent les charges latérales de conception critique pour les états limites ultimes et de service. En raison de l'utilisation de produits en bois d'ingénierie, par rapport aux bâtiments en béton et en acier, les bâtiments en bois massif sont caractérisés par leur légèreté. Ces propriétés, dans les bâtiments en bois massif de grande hauteur, pourraient entraîner des oscillations dynamiques excessives lorsqu'ils sont soumis à des vents violents. À cet égard, une question récurrente parmi les concepteurs est de savoir à quelle hauteur un bâtiment en bois de grande hauteur peut être construit sans problèmes d'aptitude au service dû au vent. Par exemple, les concepteurs de deux bâtiments de grande hauteur (voir les bâtiments Treet et Mjøstårnet, en Norvège, dans la section 5.1 du GBBGH [2]) ont utilisé des dalles en béton pour mieux contrôler les vibrations induites par le vent.

La réponse dynamique des bâtiments de grande hauteur sollicités par le vent dépend de la vitesse et de la direction du vent, de l'environnement immédiat, des conditions du terrain en amont, de l'aérodynamique du bâtiment et des propriétés structurales dynamiques. Une évaluation et une conception satisfaisantes de la performance des bâtiments en bois d'œuvre massif de grande hauteur sollicités par le vent peuvent être réalisées en utilisant des procédures simples mentionnées dans le Code ou une procédure plus élaborée d'essais en soufflerie. La sous-section 5.3.4 du GBBGH [2] détaille ces procédures avec des exemples d'études de cas, notamment le bâtiment Brock Commons de 18 étages à Vancouver, en Colombie-Britannique, au Canada, qui met en évidence les défis et présente des approches d'ingénierie éolienne basées sur les performances. Des stratégies d'atténuation telles que l'optimisation de la réponse dynamique au vent et les modifications aérodynamiques pour les mouvements excessifs induits par le vent dans les bâtiments en bois de grande taille sont également décrites.

Contrôle des vibrations structurales et faibles dommages sismiques

Les propriétaires de bâtiments et le grand public pensent généralement que, si un bâtiment satisfait aux dispositions du Code relativement à la conception sismique, aucun dommage n'est à prévoir lors d'un phénomène sismique. Les leçons tirées des tremblements de terre passés au cours des dernières décennies ont forcé à reconnaître que des dommages, parfois graves, peuvent se produire dans les bâtiments conçus conformément au Code, et ce, même si l'objectif de sécurité des personnes est satisfait. Ces facteurs ont conduit à l'élaboration de nouvelles solutions et technologies pour la conception sismique des bâtiments qui se concentrent sur la réduction des dommages subis pendant et après des séismes majeurs. Ces solutions garantissent que les dommages infligés lors d'un séisme grave sont relativement faibles et peuvent être réparés facilement à moindre coût avec un minimum de perturbations et de temps d'arrêt pour les utilisateurs des bâtiments. Des informations relatives aux systèmes à réglage ultérieur de la précontrainte par basculement et autocentrage et aux systèmes avec amortisseurs à friction qui peuvent être utilisés pour atteindre les objectifs de faibles dommages sismiques sont fournies à la section 5.3 du GBBGH [2].

Plans et spécifications

En plus des exigences énumérées dans le Code concernant les dessins d'atelier et techniques (voir la sous-section 2.2.4. de la division C du Code), les documents de conception structurale d'un bâtiment en bois de plus de 6 étages doivent comprendre les renseignements indiqués ci-dessous.

Concernant les systèmes de résistance aux charges gravitaires, les éléments suivants doivent minimalement apparaître sur les dessins de structure :

- a) Les paramètres généraux : l'illustration complète de la répartition des charges de gravité, c'est-à-dire les surcharges dues à l'usage (réparties uniformément et concentrées) et les charges permanentes. Des plans repères montrant les charges en présence pour décrire adéquatement la répartition des charges sur les planchers peuvent s'avérer utiles. En ce qui a trait aux toits, il faut inclure les diagrammes de charges de neige illustrant, notamment, l'accumulation, le glissement et les noues ;
- b) Les spécifications et les normes utilisées concernant les éléments de construction massive en bois : le *bois lamellé-collé*, le *bois lamellé-croisé*, le *bois lamellé mécaniquement*, les produits de bois d'ingénierie (normalisés ou exclusifs), les produits de traitement des matériaux, les matériaux de renfort, les fixations en acier, les boulons d'ancrage et les autres éléments de quincaillerie ou autres matériaux entrant dans la construction du bâtiment ;
- c) Les dimensions des poutres et dalles ainsi que les caractéristiques des assemblages et des éléments de support connexes, comme les modèles de clouage/vissage (types, longueurs, pénétration minimale, espacement, etc.) ;
- d) Les flux de cisaillement autour des ouvertures et à la jonction des systèmes de résistance aux forces sismiques ;
- e) Les éléments des murs et les poteaux, y compris les détails de leur support ;
- f) Les détails des assemblages plancher-plancher relatifs aux charges de gravité ;
- g) Les détails des assemblages des éléments porteurs aux fondations en béton.

Concernant les systèmes de résistance aux forces latérales (vent et séisme), les éléments suivants doivent minimalement apparaître sur les dessins de structure :

- a) Les paramètres généraux : l'illustration complète de la répartition des charges latérales, c'est-à-dire les données pour le vent (y compris les diagrammes), les données sismiques, les caractéristiques de l'emplacement, la catégorie de risque, le type de SRFS, le coefficient de modification de force lié à la ductilité du SRFS (R_d) et le coefficient de modification de force de surrésistance (R_o) ;
- b) Les caractéristiques intrinsèques du bâtiment : la période de conception du bâtiment dans chaque direction pour les charges sismiques et les calculs de déformation ;
- c) La force de calcul sismique latérale agissant à la base de la structure et aux étages dans les deux directions ;
- d) Les prévisions de la flèche horizontale du bâtiment due aux charges de vent et aux charges sismiques ;
- e) Les détails des systèmes de résistance aux forces latérales sans égard au calcul des charges de gravité ;
- f) Les élévations des systèmes de résistance latérale, les détails du transfert de cisaillement, les modèles de clouage/vissage (types, longueurs, pénétration minimale, espacement, etc.) ainsi que les ouvertures ;

- g) Les spécifications et les normes utilisées concernant les éléments de construction massive en bois : le *bois lamellé-collé*, le *bois lamellé-croisé*, le *bois lamellé mécaniquement*, les produits de bois d'ingénierie (normalisés ou exclusifs), les produits de traitement des matériaux, les matériaux de renfort, les fixations en acier, les boulons d'ancrage et les autres éléments de quincaillerie ou autres matériaux entrant dans la construction du bâtiment ;
- h) La disposition générale et les détails des dispositifs d'ancrage (y compris les dispositifs de compensation du retrait, s'il y a lieu) ainsi que leur emplacement sur le plan ;
- i) L'emplacement des dispositifs d'ancrage sur les plans de structure des fondations de béton, y compris tout renfort additionnel ;
- j) Les détails des diaphragmes, les éléments de transfert et les détails des membrures ;
- k) Les modèles de clouage/vissage (types, longueurs, pénétration minimale, espacement, etc.) et le blocage (fourrures) des diaphragmes de plancher et de toit ;
- l) Le cheminement des efforts dans les diaphragmes, dans les ouvertures et à la jonction des murs de refend ;
- m) Les détails du cisaillement latéral à travers les planchers.

Concernant les détails supplémentaires à inclure dans les dessins, les éléments suivants doivent également être examinés lors de la conception et apparaître sur les dessins de structure :

- a) Les tolérances de construction ;
- b) Le retrait global prévu, à la suite du retrait de chaque étage ;
- c) Les valeurs de retrait de tous les matériaux structuraux prévus et de tous les autres matériaux en bois susceptibles d'influer sur une déformation verticale du bâtiment découlant du retrait des éléments en bois. Il faut inclure une estimation de la déformation verticale potentielle afin d'assurer la construction d'éléments non porteurs selon des méthodes appropriées ; ces éléments sont, par exemple, des joints d'expansion dans les colonnes de plomberie (les matériaux doivent permettre un certain mouvement) ;
- d) Le système de détermination du retrait normalisé pour le bois entrant dans la construction du projet (hypothèses de calcul : coefficient de retrait, TH initiale et finale) ;
- e) Toute entaille réalisée ou réalisable sur les éléments structuraux de plancher, de toiture et de mur.

2.11 Sécurité et protection incendie durant la construction

Les exigences de sécurité et de protection incendie des bâtiments dictées dans le Code et dans ce document font référence à des exigences de protection passive et de protection active entièrement fonctionnelles. La protection passive comprend essentiellement les concepts de résistance au feu (compartimentation et capacité structurale), alors que la protection active consiste à procurer une protection incendie à partir d'un système de détection automatique d'incendie ou de suppression de l'incendie (comme des gicleurs).

Durant la construction de bâtiments, ces mesures de protection active et passive ne sont pas nécessairement en place ni opérationnelles. Ainsi, advenant un incendie durant la construction, celui-ci peut croître et se propager beaucoup plus rapidement que dans un bâtiment adéquatement compartimenté par l'utilisation de séparations ainsi que de murs coupe-feu et de gicleurs opérationnels.

Dès la planification du projet, il est essentiel de consulter les services de protection incendie au sujet de la réglementation applicable sur le territoire pendant la construction d'un tel bâtiment. Des dispositions additionnelles, concernant notamment l'élaboration d'un plan de sécurité incendie, le nombre d'extincteurs portatifs requis sur le chantier et les accès pour les véhicules d'urgence, pourraient être exigées. Par ailleurs, il est également possible que le service d'incendie applique la section 5.6 du Code de sécurité du Québec, Chapitre VIII – Bâtiment et le Code national de prévention des incendies – Canada 2020 (modifié) qui comporte des exigences de sécurité incendie pour tous les types de bâtiment.

Outre les dispositions des conditions à respecter du présent document, il s'avère primordial de prévoir un programme de gestion et de contrôle des risques sur le chantier, programme implanté par un directeur des travaux bien informé des exigences du service d'incendie et des assureurs. Un tel programme devrait notamment aborder les aspects suivants, sans nécessairement s'y limiter :

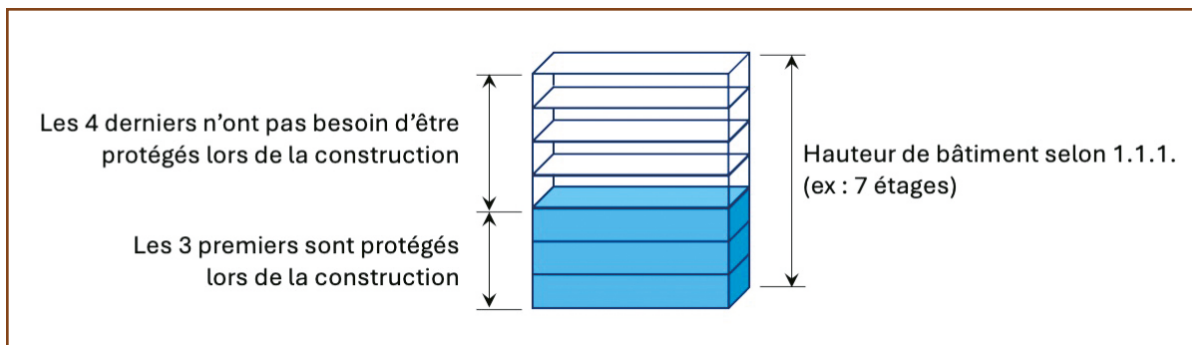
- Les réchauds portatifs ;
- L'interdiction du chauffage au propane en cours de chantier, ou son balisage pour s'assurer qu'il ne représentera pas un risque d'incendie ;
- La sécurité du chantier (gardien de sécurité, service de patrouille, caméras de surveillance, etc.) ;
- Le travail à chaud (soudure, découpage, pose de toiture à chaud, goudronnage, etc.) ;
- L'entreposage sécuritaire des matériaux combustibles et des carburants ;
- La gestion des déchets et des débris (cueillette journalière, aucun brûlage au chantier, etc.) ;
- L'installation et l'inspection des travaux électriques ;
- La sécurité incendie envers les bâtiments adjacents.

Il est à noter que la sous-section 5.6.4. du CNPI 2020 comporte des dispositions techniques pour réduire les risques d'incendie durant la construction d'un bâtiment de *CBOME*. Ces dispositions sont résumées aux conditions 1.11.2 à 1.11.8 de ce guide. Notamment, il est requis d'installer et de mettre en service un réseau de canalisation d'incendie, selon certaines conditions, dès l'arrivée de matériaux combustibles sur le chantier. De plus, une encapsulation temporaire d'au moins 25 minutes est exigée afin qu'au moins 80 % de la superficie des plafonds de chaque étage et qu'au moins 65 % de la surface des murs soient encapsulés. Cette encapsulation temporaire est requise à tous les étages, au fur et à mesure qu'ils sont construits, à l'exception des 4 étages adjacents supérieurs qui peuvent demeurer apparents pendant la construction. La figure 34 illustre la protection des étages inférieurs lors de la construction, où les 4 derniers étages n'ont pas besoin d'être protégés par une encapsulation temporaire (condition 1.11.6). L'utilisation d'une plaque de plâtre de type X de 12,7 mm est reconnue comme un matériau acceptable pour fournir ce niveau d'encapsulation temporaire.

De plus, comme permis à la condition 1.11.3 pour les bâtiments autorisés à avoir un *degré d'encapsulation* de 0 min, l'encapsulation durant la construction n'est pas requise à l'exception :

- du côté intérieur des escaliers et des vides techniques verticaux (1.11.2 b)) ;
- de chaque face des cloisons en bois d'œuvre plein ou en bois d'œuvre massif d'au moins 38 mm d'épaisseur ;
- de chaque face des cloisons à ossature légère de bois (1.11.2 c)).

Figure 34 – Protection des étages lors de la construction (condition 1.11.6)



Des exigences d'encapsulation temporaire utilisant des plaques de plâtre se sont avérées problématiques lors de la construction de certains bâtiments de construction massive en bois encapsulé, notamment en raison du potentiel d'accumulation d'humidité excessive entre les éléments en bois et cette encapsulation temporaire. Une approche par performance est donc préférable.

Conformément à la condition 1.11.1, une approche par performance inspirée du CNPI et la consultation du document du Service de sécurité incendie de Montréal sont souhaitables pour élaborer un programme de gestion et de contrôle des risques sur le chantier.

À cet effet, le Service de sécurité incendie de Montréal a publié en 2016 un document de planification de la sécurité incendie sur les chantiers de construction en bois d'œuvre massif d'un bâtiment d'au plus 12 étages. Ce document fournit un bon nombre d'aspects particuliers à considérer lors de la construction de ces types de bâtiment. Il est fortement recommandé de le consulter et, au minimum, de répondre à tous les aspects qui y sont demandés.

Par ailleurs, lors de la construction, les ouvertures pratiquées dans les éléments horizontaux devraient être temporairement protégées afin de limiter l'infiltration d'eau aux étages inférieurs et la propagation d'un feu aux étages supérieurs. Cette protection temporaire sera enlevée lorsque les dispositifs coupe-feu seront installés convenablement (se référer à la section 2.5 du présent document). La figure 35 illustre des ouvertures protégées à partir d'un contreplaqué et d'une membrane étanche autocollante. Des plaques de plâtre ou de fibrociment sont aussi des matériaux acceptables pour protéger temporairement ces ouvertures, à condition que ces matériaux soient convenablement scellés à leur périmètre.

Figure 35 – Protection des ouvertures lors de la construction (source : GHL Consultants Ltd.)



Enfin, la préfabrication des assemblages de murs et de planchers devrait être privilégiée dès le début du projet. En effet, la préfabrication des éléments diminue grandement les délais de construction, réduit la quantité de déchets de construction sur le chantier et, par conséquent, réduit le risque d'incendie durant la construction. De plus, lorsque les plaques de plâtre sont installées en usine, la probabilité d'incendie au chantier est réduite. De plus amples renseignements sur les mesures de sécurité et de protection incendie durant la construction peuvent être obtenus dans le chapitre du GBBGH, le CNPI, la norme NFPA 241 et plusieurs manuels de référence du Conseil canadien du bois.

2.12 Recommandations

Il est important que les futurs propriétaires ou copropriétaires soient bien informés des particularités du bâtiment de construction en bois d'œuvre massif, entre autres en ce qui concerne l'importance de conserver les plaques de plâtre assurant l'encapsulation des éléments structuraux en bois. C'est pour cette raison qu'un programme d'entretien devrait être transmis aux futurs propriétaires.

Le propriétaire ou le copropriétaire devrait également obtenir, de l'architecte ou de l'ingénieur ayant conçu le projet et ayant la responsabilité de la surveillance des travaux, une attestation indiquant que les conditions prévues à l'arrêté ministériel AM 2025-001 ont été respectées.

Comme cette attestation sera liée au bâtiment tout au long de sa durée de vie utile, il est important qu'elle soit conservée sur les lieux aux fins de consultation.

Partie 3 : Équipe de travail et coordination des travaux

La coordination de tous les aspects de la conception et de la construction susceptibles d'avoir une répercussion sur l'intégrité du bâtiment est d'une importance capitale. La tenue d'une réunion de démarrage entre les professionnels et l'entrepreneur est nécessaire afin de clarifier certains éléments concernant la réalisation des dessins d'atelier et techniques. Les interactions entre les différents corps de métier, le sujet des percements et des entailles dans les éléments structuraux, lorsqu'ils sont permis, ainsi que les questions pertinentes relatives au retrait dimensionnel doivent notamment être abordés. Les intervenants des métiers de mécanique du bâtiment (dont l'électricité et la plomberie) doivent aussi assister à cette réunion. Il faut entre autres indiquer clairement à l'équipe que le découpage des éléments structuraux pour faciliter le passage des installations et équipements techniques ainsi que des services est formellement interdit sans l'approbation de l'ingénieur en structure responsable du projet.

La tenue d'une réunion de démarrage entre les professionnels et l'entrepreneur est essentielle.

Il est important que la question du retrait du matériau bois qui compose la charpente du bâtiment fasse l'objet d'une coordination avec tous les membres de l'équipe de conception, étant donné que le retrait influe non seulement sur la structure et l'enveloppe du bâtiment, mais aussi, par exemple, sur les services verticaux, les systèmes de gicleurs et l'enveloppe du bâtiment.

Pour atténuer les risques de retrait, de gonflement ou de tassement et leurs effets néfastes sur la conception des bâtiments en bois de grande hauteur, l'équipe de travail doit privilégier les pratiques suivantes :

Il est très important de protéger le plus possible le bois et les produits du bois des sources d'eau pendant la construction et la vie utile du bâtiment.

- a) Réduire la TH initiale du bois et des produits du bois permettra de diminuer considérablement la quantité de mouvements verticaux pouvant se produire ;
- b) Il est très important de protéger le plus possible le bois et les produits du bois des sources d'eau pendant la construction et la vie utile du bâtiment. L'entreposage extérieur des produits du bois sur le chantier de construction devrait être réduit. Les matériaux devraient être livrés juste à temps pour l'installation afin d'éviter le mouillage potentiel. Tous les produits devraient être emballés lors de la livraison. Des mesures devraient être prises à l'avance pour minimiser le mouillage sur le chantier. Les produits composites à base de bois et de bois d'ingénierie requièrent généralement plus d'attention pendant l'entreposage et la manipulation, la plupart étant fabriqués dans des conditions de très faible TH avec une plus grande exposition des fibres d'extrémité et des autres surfaces

et plus d'espaces créés lors de la fabrication. Par conséquent, ces produits peuvent être plus sensibles que le bois de sciage traditionnel à l'absorption d'humidité lors d'incidents de mouillage. Un chantier de construction protégé contre les intempéries est recommandé ;

- c) Une séquence de construction appropriée joue également un rôle important dans la réduction du mouillage, du retrait et des autres problèmes liés à l'humidité qui en résultent. Le gonflement causé par l'humidité créée par les activités de construction comme la coulée d'une chape de béton devrait être pris en considération ; ce type d'activité devrait être achevé aux premières étapes de la construction. L'utilisation d'éléments préfabriqués et séchés à base de bois ou d'éléments en béton est recommandée. Le chapitre 8 du GBBGH [2] fournit des renseignements supplémentaires sur la préfabrication ;
- d) Les produits du bois dans des conditions protégées peuvent sécher naturellement lorsqu'ils sont bien aérés et que le niveau d'humidité de l'air n'est pas trop élevé. Un délai suffisant doit être prévu pour le séchage. Dans le cas où les éléments en bois sont exposés à la pluie pendant le transport ou la construction, les murs et les toits ne doivent pas être refermés avant que les matériaux de la structure n'aient eu le temps de sécher pour atteindre un niveau acceptable d'humidité. Dans des conditions froides et humides, l'utilisation de chauffage peut efficacement sécher le bois et améliorer l'efficacité de la construction. Les composants rigides (équipement technique, tuyaux, cages d'ascenseur, parement) devraient être installés aussi tard que la construction le permet de manière à minimiser les dommages liés au tassement ultérieur de la structure en bois ;
- e) Outre le retrait, les autres causes de mouvement vertical dans les structures de bois qui devraient être prises en considération par l'équipe de travail lors de la conception incluent les effets des charges verticales (déformation causée par les charges de compression, y compris la déformation élastique instantanée et le fluage) et les effets de la fermeture des espaces entre les éléments (tassement) ;
- f) Le retrait différentiel entre les différents types de produits du bois et entre le bois et les autres matériaux comme l'acier et le béton doit également être pris en compte. Ce type de retrait se produit par exemple là où les éléments en bois de la structure sont reliés à des composants rigides d'autres matériaux, comme la maçonnerie (parement), le béton (cages d'ascenseur), les éléments mécaniques et la plomberie, et là où les produits du bois comme le bois d'œuvre, le bois massif et les produits de bois d'ingénierie sont utilisés. Dans les composants en acier des assemblages, l'utilisation de trous oblongs qui permettent le mouvement des goujons ainsi que l'élimination du contact direct entre le béton, la maçonnerie et les éléments à base de bois sont parmi les détails de conception les plus favorables.

Le retrait différentiel entre les différents types de produits du bois et entre le bois et les autres matériaux comme l'acier et le béton doit être pris en compte.

Partie 4 : Entretien du bâtiment

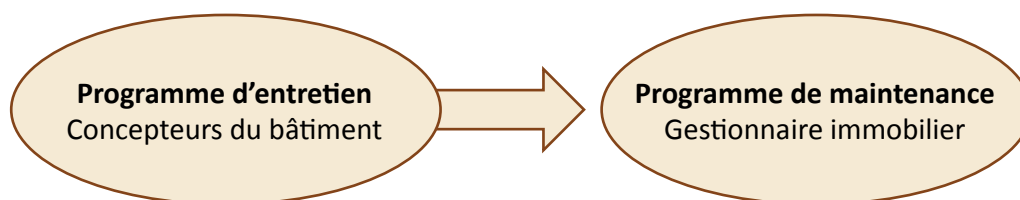
En vertu du Code de sécurité du Québec, un propriétaire a l'obligation de maintenir son bâtiment « en bon état de fonctionnement et sécuritaire » (Code de sécurité du Québec, Chapitre VIII – Bâtiment, et Code national de prévention des incendies – Canada 2020 [modifié]).

Le Code national de prévention des incendies – Canada 2020 [16], à la sous-section 2.2.3. de la division B, précise ceci : si les matériaux ou assemblages de matériaux d'encapsulation servant à protéger les éléments en bois d'œuvre massif dans une *CBOME* sont endommagés ou enlevés et que leur intégrité est compromise, ils doivent être réparés ou remplacés conformément à ce guide de façon à rétablir le *degré d'encapsulation* exigé.

Définitions

Il vaut la peine d'établir la distinction entre le programme d'entretien recommandé par les concepteurs et le programme de maintenance qui est mis en place par le propriétaire du bâtiment. Plus précisément, le programme d'entretien est une série de tâches à exécuter à des intervalles précis qui favoriseront la durée de vie du bâtiment et de ses composants à long terme. Le développement d'un programme de maintenance est, quant à lui, un programme élaboré en fonction de choix stratégiques du propriétaire. Le programme de maintenance pourra faire coïncider certaines tâches d'entretien, omettre certaines tâches ou en augmenter la fréquence. Ces décisions pourront entraîner des répercussions importantes sur la durée de vie des équipements, les coûts engendrés par les pannes et/ou arrêts de services, les investissements en capitaux, etc. Le programme de maintenance devrait en principe être établi à partir du programme d'entretien fourni par les concepteurs (figure 36).

Figure 36 – Relation entre programme d'entretien et programme de maintenance



Les tâches d'entretien peuvent être de trois natures, comme définies ci-dessous :

- **Entretien préventif** : inspection de routine pour évaluer l'état des composants, éléments et systèmes ;
- **Entretien correctif** : réparation des composants, éléments et systèmes ;
- **Rénovation et réparation** : remplacement des composants, éléments et systèmes à la fin de leur durée de vie.

Inventaire des équipements et des installations à entretenir

La première étape du développement d'un programme d'entretien est de réaliser un inventaire des équipements et des installations. Il est suggéré de suivre la classification Uniformat II, niveau 3 éléments individuels, afin de s'assurer du caractère systématique de l'inventaire. À titre de référence, la classification Uniformat II comprend sept sections : l'infrastructure, la superstructure et l'enveloppe, l'aménagement intérieur, les services, équipements et ameublements, les constructions spéciales, la démolition et l'aménagement d'emplacement.

Pour chaque élément, il est suggéré de détailler comme suit :

- La localisation (photographies au besoin) ;
- Le fournisseur/fabricant ;
- La fonction ;
- Le numéro de modèle/série ;
- Le numéro de section Uniformat II (le niveau 3 suffit) ;
- Les spécifications techniques ;
- La date d'achat et la période de garantie ;
- Le coût d'achat ;
- Le matériel de maintenance de base (type de filtre, joints d'étanchéité, etc.) ;
- Les manuels et autres documents pertinents.

Dans le contexte d'un bâtiment de *CBOME* de grande hauteur nouvellement construit, il est possible de s'appuyer sur les plans et devis, les fiches techniques des manufacturiers et un inventaire visuel des lieux avant la livraison pour répertorier les équipements et les installations. L'inventaire évoluera dans le temps ; il devra être mis à jour par le propriétaire/opérateur du bâtiment lorsque des changements sont apportés.

Développement du programme d'entretien

Le programme d'entretien devrait contenir des informations de base sur le bâtiment et les critères de conception. Parmi ces informations, on devrait trouver les suivantes :

- Nom des concepteurs de l'immeuble (architecte, ingénieurs, etc.) et leur affiliation professionnelle ;
- Nom des entrepreneurs impliqués dans la réalisation des travaux ;
- Propriétaire de l'immeuble ;
- Dates de construction et de livraison ;
- Plans et devis de l'immeuble (comme construit) scellés par les concepteurs ;
- Description des paramètres de conception (usages, hauteur, protection par gicleurs, degrés d'encapsulation et de résistance au feu, séparation coupe-feu, édition du Code applicable, etc.) ;
- Description des conditions environnementales pour lesquelles l'édifice a été conçu (ex. : températures, précipitations, séismes, vents, conditions de sol).

Un programme d'entretien devrait également porter sur les composants, éléments et systèmes suivants :

- Mécanique du bâtiment (production et distribution)
 - Chauffage
 - Climatisation
- Plomberie et électricité
- Système incendie et sécurité incendie
 - Gicleurs automatiques
 - Maintien du *degré d'encapsulation* à long terme
 - Scellants et gaines
- Ascenseurs, escaliers mécaniques
- Structure du bâtiment
 - Retrait du bois et systèmes de résistance aux charges latérales
 - Structure du bâtiment exposée à l'environnement extérieur (finition et scellants)
 - Intégrité de la structure (pas un fond de clouage)
- Balcons et projections horizontales
- Enveloppe du bâtiment
 - Toiture
 - Portes et fenêtres (vitrages)
 - Scellants et solins
 - Adhésion de la membrane (relâchement de sève)
 - Détails des façades, parements, supports et ancrages du revêtement extérieur
 - Gestion de l'humidité relative dans le bâtiment
- Garages et stationnements
- Présence d'insectes ou autres rongeurs (p. ex. : fourmis)
- Systèmes de sécurité (caméras, poignées, serrures et électricité)
- Aménagement paysager (maintien des pentes pour l'évacuation de l'eau)

Un programme d'entretien devrait prévoir des tâches d'entretien préventif et des tâches d'entretien correctif, y compris le remplacement des éléments de bâtiment lorsque leur durée de vie est excédée ou lorsqu'ils sont usés ou détériorés. Il est donc pertinent de répertorier les durées de vie estimées des éléments du bâtiment. Il relève du concepteur de déterminer quelles sont les durées de vie utiles qui devraient s'appliquer aux différents éléments d'un bâtiment en fonction de ses connaissances. La norme CSA S478-2019, « Durabilité des bâtiments » [33], donne de plus amples informations relativement à l'évaluation de la durée de vie des bâtiments et de ses constituants.

Dans l'éventualité où les matériaux ou l'assemblage de matériaux servant à encapsuler les éléments en bois d'œuvre massif sont endommagés ou enlevés, ils devront être réparés ou remplacés afin que le *degré d'encapsulation* requis soit maintenu. La réparation ou le remplacement des matériaux ou assemblage de matériaux devra s'effectuer dans les plus brefs délais.

Une inspection annuelle générale devrait être prévue afin de recenser le plus tôt possible les détériorations apparues dans l'année. Le programme d'entretien devrait mettre l'accent sur la prévention de manière à s'assurer que le programme ne constitue pas une gestion de fin de vie des éléments, ce qui pourrait entraîner des dommages plus importants (propagation des dommages).

Le programme d'entretien comprendra donc les éléments suivants :

- Section des généralités ;
- Inventaire des éléments, équipements et composants à entretenir ;
- Description des principales tâches d'entretien préventif, d'entretien correctif et de remplacement des équipements ;
- Estimation des durées de vie et intervalles de réalisation des différentes tâches ;
- Description des conditions environnementales et des agents de dégradation (mécaniques, électromagnétiques, thermiques, chimiques et/ou biologiques) affectant les composants, éléments et systèmes ;
- Références aux normes, bonnes pratiques et réglementations applicables ;
- Coûts de réalisation des travaux (à titre indicatif).

Implantation et suivi du programme d'entretien

Une attention particulière doit être portée à l'implantation du programme d'entretien par le propriétaire (ou les copropriétaires) de l'immeuble. Une fois le bâtiment livré, le propriétaire (ou les copropriétaires) de l'immeuble est responsable de la réalisation des tâches qui devront être effectuées en fonction du programme de maintenance à long terme. Dans le cas des condominiums, la charte de copropriété est un bon véhicule pour l'implantation d'un programme de maintenance. Dans de tels cas, il serait pertinent, voire pratique, d'arrimer l'inspection et l'entretien des éléments et composants qui ne sont pas couverts par des normes précises (ou dont l'accès est restreint) avec des éléments dont l'entretien est réglementé et normalisé (p. ex. : inspection annuelle des gicleurs et intégrité des plaques de plâtre). Advenant la vente de l'immeuble, il est impératif que le propriétaire informe l'acquéreur des caractéristiques et des exigences particulières de manière que les programmes d'entretien et de maintenance soient maintenus pour la durée de vie du bâtiment et de l'ensemble de ses composants.

Pour de plus amples renseignements, consulter le chapitre 9 du GBBGH [2], Surveillance et entretien.



Partie 5 : Autres lois et règlements applicables au projet

Conformément à l'arrêté ministériel AM 2025-001, si toutes les conditions prévues à la section II de cet arrêté sont respectées, il n'est pas requis d'acheminer une demande de mesures équivalentes à la RBQ. Toutefois, cela ne dispense pas les professionnels et les constructeurs de leur obligation de conformité à toutes les dispositions réglementaires applicables. Le demandeur demeure également tenu d'obtenir, le cas échéant, toute autre autorisation requise par toute loi ou tout règlement.

Conclusion

Le présent document, destiné aux concepteurs et constructeurs, vise à fournir des explications sur les conditions contenues dans l'arrêté ministériel AM 2025-001 pour permettre l'utilisation du bois en tant que matériau structural différent de ce qui est prévu au CNB 2020 modifié Québec.

Rappelons que les systèmes de construction dont il est question dans ce document sont de ces types :

- Poutres et colonnes en gros bois d'œuvre, en *bois de charpente composite (structural composite lumber)* et en *bois lamellé-collé (glue-laminated timber)* ;
- *Bois lamellé-croisé (cross-laminated timber, CLT)* ;
- *Bois lamellé mécaniquement (mechanically-laminated timber, MLT)* ;
- Hybride (bois, acier et/ou béton) ;
- Une combinaison des systèmes précédents.

La RBQ diffuse ce document élaboré en collaboration avec les experts du centre de recherche FPInnovations, qu'elle a mandatés. Ce document est basé sur les travaux conjointement pilotés par la RBQ et la Colombie-Britannique. Ceux-ci sont largement inspirés du IBC et sont entrés en vigueur en avril 2024 en Colombie-Britannique, puis en janvier 2025 en Ontario. La RBQ et FPInnovations désirent remercier l'ensemble des auteurs et réviseurs qui ont collaboré à la rédaction de ce guide.

Le présent document s'appuie également sur divers bâtiments de plus de 6 étages préalablement construits ou en construction dans le monde. Les conditions minimales énoncées dans ce document sont également basées sur les résultats d'essais effectués au Conseil national de recherches du Canada en collaboration avec FPInnovations et le Conseil canadien du bois, qui viennent confirmer les niveaux de performance de ce type de construction.

Finalement, le gouvernement du Québec a publié en 2020 une nouvelle [politique d'intégration du bois dans la construction](#) ayant pour objectif d'augmenter l'utilisation du bois dans la construction en vue de favoriser le développement durable de toutes les régions du Québec et de réduire l'empreinte carbone des bâtiments. La diffusion de ce document s'inscrit ainsi dans la volonté du gouvernement de permettre une utilisation équitable du bois dans la construction au Québec tout en atteignant le niveau de sécurité exigé par le Code.

Références

- [1] CNRC (2022). *Code national du bâtiment – Canada 2020*, première impression, modifié par le « Règlement modifiant le Code de construction » (décret 437-2025 du 19 mars 2025).
- [2] Karacabeyli, E. et C. Lum, *Guide technique pour la conception et la construction de bâtiments en bois de grande hauteur au Canada*, 2^e édition, Pointe-Claire (Québec) : FPInnovations, 2022.
- [3] CNRC, *Code national du bâtiment – Canada 2020*, Ottawa (Ontario) : Conseil national de recherches du Canada, 2022.
- [4] ASTM, *ASTM D5456 Standard Specification for Evaluation of Structural Composite Lumber Products*, West Conshohocken (Pennsylvanie) : ASTM International, 2019.
- [5] CSA, *CAN/CSA-O122 Structural Glued-Laminated Timber*, Mississauga (Ontario) : CSA Standards, 2016.
- [6] CSA, *CSA O177 Qualification Code for Manufacturers of Structural Glued-Laminated Timber*, Mississauga (Ontario) : CSA Standards, 2015.
- [7] ANSI, *ANSI/APA PRG 320 Standard for Performance-Rated Cross-Laminated Timber*, Tacoma (Washington) : APA – The Engineered Wood Association, 2018.
- [8] CSA, *CSA O125 Mechanically Laminated Timber – Production and Qualification Specifications*, Mississauga (Ontario) : CSA Standards, 2023.
- [9] CSA, *CSA S413 Ouvrages de stationnement*, Mississauga (Ontario) : CSA Standards, 2014.
- [10] ULC, *CAN/ULC-S146 Méthode d'essai normalisée pour l'évaluation des matériaux d'encapsulation et les assemblages de matériaux aux fins de la protection des éléments de bois de charpente*, Toronto (Ontario) : Underwriters Laboratories of Canada, 2019.
- [11] ASTM, *ASTM C1396 Standard Specification for Gypsum Board*, West Conshohocken (Pennsylvanie) : ASTM International, 2017.
- [12] CSA, *CAN/CSA-A82.27-M : Plaques de plâtre*, Mississauga (Ontario) : CSA Standards, 1991.
- [13] ASTM, *ASTM C840 Standard Specification for Application and Finishing of Gypsum Board*, West Conshohocken (Pennsylvanie) : ASTM International, 2020.
- [14] ASTM, *ASTM D2898 Standard Practice for Accelerated Weathering of Fire-Retardant-Treated Wood for Fire Testing*, West Conshohocken (Pennsylvanie) : ASTM International, 2010.
- [15] CSA, *CSA O86 Règles de calcul des charpentes en bois*, Mississauga (Ontario) : CSA Standards, 2024.
- [16] CNRC, *Code national de prévention des incendies – Canada*, Ottawa (Ontario) : Conseil national de recherches du Canada, 2022.
- [17] GHL Consultants Ltd. et Fast + Epp, *Transferability of 2021 International Building Code Tall Wood Building Provisions to the National Building Code of Canada*, GHL 7958.00-R1, Forestry Innovation Investment, 2023.

- [18] Su, J., E. Gibbs, M. Weinfurter, P.-S. Lafrance, K. Gratton, A. Frade et P. Leroux, *Large-Scale Fire Tests of a Mass Timber Building Structure for MTDFTP (Report No. A1-018329.1/A1-018487.1)*, Ottawa (Ontario) : Conseil national de recherches du Canada, 2023.
- [19] Brandon, D., J. Sjöström, A. Temple, E. Hallberg, et F. Kahl, *Fire Safe Implementation of Visible Mass Timber in Tall Buildings – Compartment Fire Testing (RISE Report 2021:40)*, Stockholm (Suède) : RISE Research Institute of Sweden, 2021.
- [20] Garis, L., J. Clare et C. Biantoro, *Structure Fires in British Columbia: Exploring Variations in Outcomes as a Function of Building Height and Life Safety Systems*, Abbotsford (Colombie-Britannique) : Centre for Public Safety and Criminal Justice Research, 2019.
- [21] Zheng, A., L. Garis et I. Pike, *Fire Severity Outcome Comparison of Apartment Buildings Constructed from Combustible and Non-Combustible Materials*, Abbotsford (Colombie-Britannique) : Centre for Criminal Justice Research, School of Criminology and Criminal Justice, University of the Fraser Valley, 2022.
- [22] CWC, *Guide to Encapsulated Mass Timber Construction in the Ontario Building Code*, Canadian Wood Council, 2022.
- [23] Karacabeyli, E. et S. Gagnon, *Manuel canadien sur le CLT*, Pointe-Claire (Québec) : FPInnovations, 2019.
- [24] CNRC, *Commentaires sur le calcul des structures (Guide de l'utilisateur – CNB 2015 : Partie 4 de la division B)*, Ottawa (Ontario) : Conseil national de recherches du Canada, 2017.
- [25] Finch, G., J. Wang et D. Ricketts, *Guide for Designing Energy-Efficient Building Enclosures for Wood-Frame Multi-Unit Residential Buildings in Marine to Cold Climate Zones in North America (Special Publication SP-53)*, Vancouver (Colombie-Britannique) : FPInnovations, 2013.
- [26] Finch, G. et B. Brown, *Mass Timber Building Enclosure Best Practice Guide*, RDH Building Science, 2020.
- [27] AIBC et EGBC, *Joint Professional Practice Guidelines – Encapsulated Mass Timber Construction Up to 12 Storeys (Version 1.0)*, Vancouver (Colombie-Britannique) : Architectural Institute of British Columbia and Engineers and Geoscientists British Columbia, 2021.
- [28] FPInnovations et RBQ, *Fiche de bonnes pratiques – Gestion de l'eau et de l'humidité – Chantiers de construction en bois*, Pointe-Claire (Québec) : FPInnovations, 2025.
- [29] Wang, J., *Construction Moisture Management – Cross Laminated Timber (Report No. 301013618)*, Vancouver (Colombie-Britannique) : FPInnovations, 2020.
- [30] CNRC, *Guide de l'utilisateur – CNB 1995 : Protection contre l'incendie, sécurité des occupants et accessibilité (Partie 3)*, Ottawa (Ontario) : Conseil national de recherches du Canada, 1997.
- [31] NFPA, *NFPA 13: Standard for the Installation of Sprinkler Systems*, Quincy (Massachusetts) : National Fire Protection Association, 2019.
- [32] Chen, Z., D. Tung et E. Karacabeyli, *Modelling Guide for Timber Structures – First Edition (Special Publication SP-544)*, Vancouver (Colombie-Britannique) : FPInnovations, 2022.
- [33] CSA, *CSA S478 Durabilité des bâtiments*, Mississauga (Ontario) : CSA Standards, 2024.



2405(2025-07)

Régie
du bâtiment

Québec



FPIinnovations 