



NORDIC BOIS D'INGÉNIERIE GUIDE POUR LA CONSTRUCTION NON RÉSIDENTIELLE

NORDIC X-LAM^{MD}



RETROUVEZ LA RICHESSE DE LA NATURE À LA MAISON

Nordic Bois d'ingénierie a été fondée en 2000 afin de développer et de promouvoir des produits de bois d'ingénierie de haute qualité pour la construction résidentielle et non résidentielle. Notre vision s'appuie sur les principes fondateurs que sont un service fiable, une qualité constante et des pratiques forestières responsables. Chantiers Chibougamau Ltée (CCL) a obtenu la certification FSC, le système international de certification des forêts, afin d'assurer une viabilité à long terme de nos précieuses ressources naturelles.

La fabrication du bois lamellé-croisé, avec une capacité de production annuelle de 80 000 mètres cube, est une addition naturelle à la gamme de produits Nordic, en particulier le bois lamellé-collé.

L'objectif de Nordic Bois d'ingénierie est de fournir les produits finis les plus uniformes et de haute qualité qui soit sur le marché. La gamme de produits Nordic X-Lam démontre bien notre désir incessant de poursuivre la tradition.



TABLE DES MATIÈRES

Les avantages du bois	4
Une alternative durable	5
Caractéristiques visuelles	6
Devis type	7
Conception	8
Propriétés, dalles	9
Dalles de plancher/toit	10
Diaphragmes	18
Propriétés, murs	19
Murs	20
Murs de refend	22
Données techniques	23
Physique du bâtiment	24
Compositions typiques	28
Détails d'assemblage	32
Attaches et connecteurs	37
Services d'ingénierie et d'architecture	38
Logiciel Nordic Sizer	39
Transport et manutention	40
Portfolio	41
Spécifications LEED	42
Certification FSC	43

LES AVANTAGES DU BOIS



DURABLE

Le bois est le seul matériau de construction naturel, renouvelable et recyclable à 100%. Le bois contribue à la lutte contre le changement climatique par la séquestration du carbone et par la substitution de matériaux plus énergivores et polluants, tels que l'acier et le béton. De plus, le bois lamellé-croisé Nordic provient de forêts gérées sous la certification FSC, assurant la préservation des ressources forestières.



La marque de la gestion
forestière responsable

FSC® C011517

ARCHITECTURAL

Des éléments en plan à la fois porteurs et définissant l'enveloppe spatiale permettent de nouvelles applications pour les murs, les planchers et les toits. La nature monolithique des panneaux en bois massif et ses propriétés portantes supérieures conviennent à l'inclusion d'éléments architecturaux, spécialement les coins ouverts, les éléments en porte-à-faux, et les ouvertures de forme libre. En outre, le bois lamellé-croisé est idéal pour les projets d'efficacité énergétique et respectueux des ressources. Ici, l'architecture moderne rejoint un matériau de construction naturel.

FIABLE

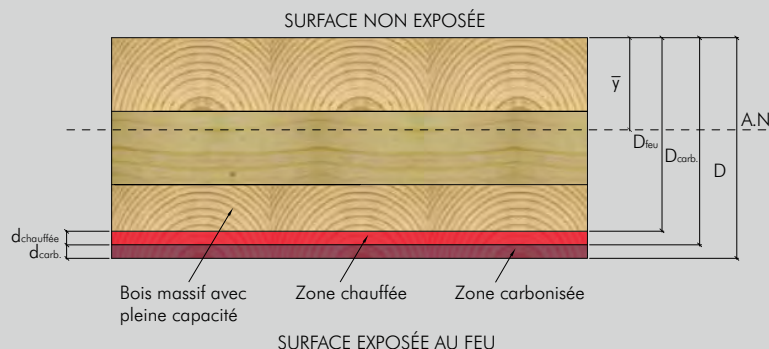
Grâce à leur grande résistance structurale, ces éléments peuvent être utilisés non seulement à la construction d'habitations unifamiliales et multifamiliales, ou de bâtiments publics, mais ils conviennent également pour les bureaux, les écoles, et les bâtiments industriels et commerciaux. De plus, les propriétés portantes considérables du bois lamellé-croisé assurent la popularité croissante de ce produit de haute qualité et en font le matériau de construction idéal pour les bâtiments multi-étagés, les systèmes composites en bois et de nombreuses autres structures.

RÉSISTANT AU FEU

La résistance au feu est la capacité d'un matériau à maintenir sa fonction de séparation au feu et de résistance structurale, afin d'améliorer la sécurité du bâtiment et d'en permettre l'évacuation. Lorsque le bois massif brûle, une couche de carbone se forme à la surface protégeant ainsi la partie non brûlée qui conserve ses propriétés mécaniques. Contrairement aux matériaux courants considérés 'incombustibles', la résistance mécanique du bois est très peu influencée par la chaleur.

Le bois massif dispose d'un avantage : son comportement est prévisible, et donc maîtrisable dès la conception. La vitesse de combustion du bois lamellé-croisé est connue (nominale de 0,65 mm par minute), ce qui permet aux concepteurs de spécifier les dimensions minimales au maintien des performances mécaniques des éléments selon le degré de résistance au feu exigé.

SECTION D'UN ÉLÉMENT EN BOIS LAMELLÉ-CROISÉ SOUMIS AU FEU





UNE ALTERNATIVE DURABLE

CONSTRUCTION INNOVANTE

Le bois lamellé-croisé offre une alternative durable à la construction en acier et en béton. La légèreté, la facilité d'utilisation et l'empreinte environnementale réduite de Nordic X-Lam en font le matériau idéal pour les projets de construction durable et écoresponsable. Les propriétés de conception de Nordic X-Lam offrent une résistance au feu, une résistance au cisaillement et une capacité portante exceptionnelles.

SANTÉ ET BIEN-ÊTRE

Deux aspects essentiels à la compréhension et l'amélioration de l'environnement bâti doivent être envisagés. D'abord, la qualité de l'air, un aspect d'importance croissante qui n'a pas encore obtenu la reconnaissance qu'il mérite. Deuxièmement, la question de l'acoustique, qui doit influencer nos choix de matériaux pour certains détails de construction. L'importance de la «culture de la quiétude» est soulignée ici.

CONSTRUIRE L'AVENIR

Le bois lamellé-croisé transforme l'industrie de la construction par l'introduction d'un processus de construction plus efficace et plus respectueux de l'environnement. L'émission de carbone est réduite par rapport aux impacts environnementaux de matériaux traditionnels, tels que le béton et l'acier, en raison de l'utilisation significative du matériau bois.

Inaugurant une nouvelle ère de conception et de construction – le bois lamellé-croisé est une tendance de l'industrie écoresponsable, durable et n'ayant pas encore atteint son plein potentiel.

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a longtemps défini la santé comme : *"un état de complet bien-être physique, mental et social et ne consiste pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité."*

La santé est considérée à plusieurs niveaux et liée à la qualité de vie globale. Elle englobe divers aspects, allant de la santé physique à l'état mental, à la façon dont une personne interagit avec son environnement. De ce point de vue, l'importance d'améliorer la qualité de l'environnement bâti et de développer des stratégies visant à créer un environnement confortable pour les personnes vivant dans ces nouveaux espaces devient très claire.



Pour la certification FSC de la chaîne de traçabilité :
<http://nordic.ca/fr/documentation/documents-techniques/ra-coc-004084>

Pour la déclaration environnementale de produit :
<http://nordic.ca/fr/documentation/documents-techniques/epd-xl>

CARACTÉRISTIQUES VISUELLES

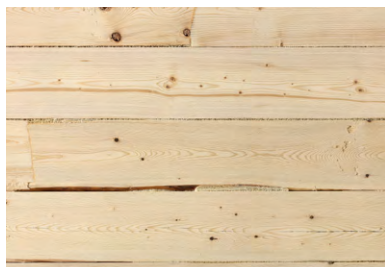
CLASSES D'ASPECT

Les exemples suivants de classes d'aspect du bois lamellé-croisé sont fournis à titre indicatif. Ces exigences sont basées sur l'apparence au moment de la fabrication. Il est recommandé de convenir entre l'acheteur et le vendeur des exigences d'aspect réel des panneaux en bois lamellé-croisé.

Aspect industriel

Une classification normalement appropriée pour une utilisation dans les applications où le bois est recouvert et où l'apparence n'est pas la principale préoccupation. Les caractéristiques spécifiques de cette classe sont les suivantes :

- Les vides apparaissant sur les bords des lamelles ne sont pas remplis.
- Les nœuds et les trous apparaissant sur les faces extérieures exposées à la vue ne sont pas remplis.
- Les éléments sont planés sur les faces extérieures seulement et les exigences d'aspect s'appliquent seulement à ces faces.
- Des manques occasionnels, des lamelles basses et la flache (limitée à la classification du bois) sont autorisés sur les surfaces extérieures et ne sont pas limités en longueur.



Classe d'aspect industriel

Aspect architectural

Une classification normalement appropriée où l'apparence est un facteur important, mais non primordial. Les caractéristiques spécifiques de cette classe sont les suivantes :

- Dans les surfaces exposées, tous les trous et les vides mesurant plus de 19 mm sont remplis de mastic d'une couleur similaire au bois.
- Les faces extérieures exposées à la vue sont libres de nœuds excessifs et les trous ouverts sont remplis.
- Les trous ne dépassent pas 19 mm, lorsque mesurés dans le sens de la longueur des lamelles, à l'exception que le vide peut être plus long que 19 mm si son aire n'est pas supérieure à 323 mm².
- Les vides supérieurs à 1,6 mm en largeur créés par les joints latéraux et apparaissant sur les faces extérieures exposées à la vue sont remplis.
- Les surfaces exposées sont lisses sans manque autorisé.



Classe d'aspect architectural



DEVIS

TYPE

OUVRAGES EN LAMELLÉ-CROISÉ

SECTION 06 18 00

NOTE AU RÉDACTEUR : La présente section comprend uniquement les items spécifiques au bois lamellé-croisé Nordic (Nordic X-Lam).

1. GÉNÉRALITÉS

- **Références**
 - o Centre canadien des matériaux de construction (CCMC) : *Recueil d'évaluation de produits* du CCMC, version « en ligne » du 1^{er} octobre 2000 (mise à jour trimestriellement).
- **Documents à soumettre**
 - o Certificats : À l'achèvement de la fabrication, soumettre la fiche technique de produit listé dans le *Recueil d'évaluations de produits* publié par le CCMC.
- **Assurance de la qualité**
 - o Qualification de la main-d'œuvre:
 - Les éléments d'ossature doivent être réalisés par des fabricants dont les produits sont certifiés conformes par une agence de certification accréditée par le Conseil canadien des normes.
 - À l'achèvement de la fabrication, soumettre la fiche technique de produit listé dans le *Recueil d'évaluations de produits* publié par le CCMC.
 - Apposer, sur les éléments, le numéro de la fiche technique de produit listé dans le *Recueil d'évaluations de produits* publié par le CCMC indiquant que ces éléments ont été fabriqués dans une usine accréditée.

2. PRODUITS

- **Matériaux**
 - o Bois lamellé-croisé : épinette-pin-sapin certifié FSC, selon la fiche technique de produit listé dans le *Recueil d'évaluations de produits* publié par le CCMC.
- **Fabrication**
 - o Classe de contrainte : résistance à la flexion, compression et traction E1, selon la fiche technique de produit listé dans le *Recueil d'évaluations de produits* publié par le CCMC.
 - o Classe de service : intérieur
 - o Classe de finition : [industrielle] [architecturale]

3. EXÉCUTION

- **Montage**
 - o Monter les éléments en lamellé-croisé selon les dessins de montage émis pour construction.



Pour le devis type complet éditable :
<http://nordic.ca/fr/documentation/documents-techniques/t-s09>

Pour la fiche technique CCMC :
<http://nordic.ca/fr/documentation/documents-techniques/13654>

CONCEPTION



Dalles de plancher/toit

De façon générale, les panneaux de bois lamellé-croisé (« CLT ») sont dimensionnés selon une seule direction; pour une solution conservatrice dans la plupart des cas. Le concepteur doit s'assurer d'utiliser un critère de flèche approprié et de tenir compte de l'effet des vibrations si applicable.

Diaphragmes et murs de refend

La conception des murs de refend et des diaphragmes en CLT doit être effectué en utilisant les principes de mécanique, en supposant les panneaux et segments de mur et de plancher comme des corps rigides. Les valeurs de modification des forces sismiques R_d de 2,0 et R_0 de 1,5 sont recommandés. Pour plus de détails, se référer au manuel CLT, chapitre 4.

Panneaux de mur

Seules les lamelles parallèles à la charge axiale doivent être prises en compte dans le calcul. Les résistances au cisaillement des murs de refend et des linteaux sont basées sur une étude à l'Université technique de Graz. (Ref. Bogensperger T., Moosbrugger T., Silly G., *Verification of CLT-plates under loads in plane*. WCTE 2010)

Linteaux de mur

Les éléments en CLT sous une charge axiale dans le plan du panneau et agissant comme poutres ou linteaux peuvent être calculés en utilisant les résistances publiées et une section effective basée sur les lamelles perpendiculaires à la charge.

Durée de charge et fluage

L'équation spécifiée à l'article 4.3.2.3 de la norme CSA O86-09 doit être utilisée pour le calcul du facteur de durée de charge, K_D . Une réduction de 25% de la rigidité au cisaillement est recommandée pour la vérification de la limite de la flèche élastique sous la charge totale et de 50% de la rigidité au cisaillement pour la déformation permanente pour tenir compte de la déformation causée par le cisaillement perpendiculaire au fil (cisaillement rotatif). Ces facteurs ont été considérés dans les tableaux de sélection.

Flèche

Le concepteur est conseillé de vérifier la flèche élastique et la flèche permanente des dalles en CLT de façon à ne pas dépasser la limite de la charge totale permise par le code

Vibrations

Le concepteur est conseillé de vérifier les vibrations de plancher maximales pour les dalles en CLT. La méthode de conception proposée pour contrôler les vibrations dans les planchers en CLT est basée sur un projet de recherche à l'Université technique de Munich.. (Réf. Hamm P., Richter A., Winter S. *Floor vibrations - new results*. WCTE 2010)

Résistance au feu

Le degré de résistance au feu des panneaux en CLT peut être calculé selon la méthode de la section réduite (ou effective) et l'utilisation des propriétés publiées. Pour plus de détails, se référer au manuel CLT, chapitre 8, ou utiliser le logiciel Nordic Sizer.

PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

CLASSE DE CONTRAINTES	E1	
	LONGITUDINAL	TRANSVERSAL
GROUPE D'ESSENCES	É-P-S	É-P-S
CLASSE DE RÉSISTANCES	1950F _b MSR	No. 3/Stud
Flexion à la fibre extrême, f_b (MPa)	28,2	7,0
Cisaillement longitudinal, f_v (MPa)	1,5	1,5
Cisaillement rotatif, f_r (MPa)	0,5	0,5
Compression parallèle au fil, f_c (MPa)	19,3	9,0
Compression perp. au fil, f_{cp} (MPa)	5,3	5,3
Traction parallèle au fil, f_t (MPa)	15,4	3,2
Module d'élasticité, E_0 (MPa)	11 700	9000
Module de cisaillement, G_0 (MPa)	731	563
Module de cisaillement rotatif, G_r (MPa)	73,1	56,3





PROPRIÉTÉS DALLES

RÉSISTANCES PONDÉRÉES ET RIGIDITÉS – dalles de plancher/toit

UTILISATION	DALLES DE PLANCHER ET DE TOIT						
CLASSES D'ASPECT	INDUSTRIEL OU ARCHITECTURAL						
CLASSE DE CONTRAINTES	E1 (L 1950F _b et T No. 3/Stud)						
COMBINAISONS	78-3s	105-3s	131-5s	175-5s	220-7s	244-7l	314-9l
Flexion selon l'axe fort							
Moment de flexion, $M_{x,0}$ (10 ⁶ N-mm/m)	21	38	49	87	134	199	308
Cisaillement, $V_{x,0}$ (10 ³ N/m)	23	30	31	42	51	68	82
Rigidité en flexion, $EI_{eff,0}$ (10 ⁹ N-mm ² /m)	452	1081	1735	4140	8019	13 194	26 272
Rigidité au cisaillement, $GA_{eff,0}$ (10 ⁶ N/m)	5,4	7,3	11	15	22	31	37
Flexion selon l'axe faible							
Moment de flexion, $M_{y,90}$ (10 ⁶ N-mm/m)	0,76	1,3	6,4	11	18	11	25
Cisaillement, $V_{y,90}$ (10 ³ N/m)	8,0	10	23	30	33	30	41
Rigidité en flexion, $EI_{eff,90}$ (10 ⁹ N-mm ² /m)	14	32	363	831	1884	831	3163
Rigidité au cisaillement, $GA_{eff,90}$ (10 ⁶ N/m)	6,9	9,0	14	18	22	28	37

- (1) Les valeurs de ce tableau sont basées sur une condition d'utilisation en milieu sec et une durée d'application de la charge normale. Les valeurs de résistance pondérée, M_x et V_x , incluent le coefficient de résistance, ϕ .
- (2) Les éléments de flexion Nordic X-Lam sont symétriques selon l'épaisseur de la membrure (combinaisons balancées).
- (3) Les valeurs de compression perpendiculaire au fil doivent être basées sur le bois É-P-S No. 3/Stud ($f_{cp} = 5,3$ MPa).
- (4) Les propriétés tabulées ont été calculées analytiquement en utilisant le modèle d'analogie de cisaillement¹ et validées par des essais (la résistance au moment de flexion selon l'axe fort a de plus été réduite par un facteur de 0,85). Le calcul des produits en bois lamellé-croisé doit être conforme à la norme CSA O86-09 et le Manuel sur le bois lamellé-croisé.
- (5) La densité moyenne pour le calcul des attaches, G , est de 0,42. Le poids des membrures doit être basé sur une masse volumique de 515 kg/m³ (5,1 kN/m³).

* Les produits Nordic X-Lam sont certifiés par l'APA (rapport de produit PR-L306C), selon la norme ANSI/APA PRG 320.

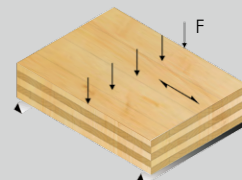
¹ Gagnon, S. et M. Popovski. 2011. Manuel CLT. FPLInnovations, Canada. <http://www.masstimber.com/products/cross-laminated-timber-clt/handbook/modules>

COMPOSITION DES PANNEAUX

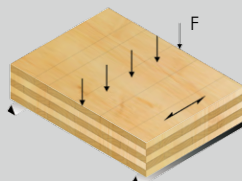
PRODUIT	COMPOSITION (L= longitudinale, T= transversale)	NOMBRE DE PLIS	ÉPAISSEUR		POIDS (kPa)
			(mm)	(po)	
78-3s	26L - 27T - 26L	3	78	3-1/8	0,40
105-3s	35L - 35T - 35L	3	105	4-1/8	0,53
131-5s	26L - 27T - 26L - 27T - 26L	5	131	5-1/8	0,67
175-5s	35L - 35T - 35L - 35T - 35L	5	175	6-7/8	0,89
220-7s	35L - 27T - 35L - 27T - 35L - 27T - 35L	7	220	8-5/8	1,12
244-7l	35L - 35L - 35T - 35L - 35T - 35L - 35L	7	244	9-5/8	1,24
314-9l	35L - 35L - 35T - 35L - 35T - 35L - 35T - 35L - 35L	9	314	12-3/8	1,60

NOTE : La désignation réfère à l'épaisseur du panneau (en mm), au nombre de plis et à la combinaison ("s" pour les plis perpendiculaires standard, et "l" pour les plis extérieurs parallèles doubles).

FLEXION SELON L'AXE FORT



FLEXION SELON L'AXE FAIBLE



Pour la norme ANSI/APA PRG 320 :

http://www.apawood.org/pdfs/download_pdf.cfm?PDFFilename=managed/PRG_320-2012.pdf

Pour le rapport de produit APA :

<http://nordic.ca/fr/documentation/documents-techniques/apa-pr-l306c>

DALLES

DE PLANCHER/TOIT

Pour s'assurer que les tableaux de sélection pour les dalles conviennent à l'ouvrage en cours de conception, il faudra se poser les questions suivantes (le coefficient de correction approprié est indiqué entre parenthèses) :

1. La durée d'application de la charge est-elle « normale » (K_D) ?

K_D est un coefficient de durée d'application de la charge. Les tableaux tiennent compte d'une durée d'application de la charge normale ($K_D = 1,0$), qui inclut les effets des charges permanentes plus ceux des surcharges dues à l'usage et des charges dues à la neige.

2. La condition d'utilisation est-elle « en milieu sec » (K_S) ?

K_S est un coefficient de condition d'utilisation. Les tableaux sont limités pour une utilisation en milieu sec ($K_S = 1,0$).

3. Le bois est-il exempt d'incisions et/ou de produits chimiques susceptibles de diminuer sa résistance (K_T) ?

K_T est un coefficient de traitement. Les tableaux retiennent une valeur du bois non traité ($K_T = 1,0$).

4. Les valeurs $L/240$ sous la charge totale et $L/360$ sous la surcharge sont-elles les limites de flèche maximale applicables ?

Les valeurs des tableaux correspondent à une flèche maximale égale à la longueur de la portée/240 sous la charge totale spécifiée et la longueur de la portée/360 sous la surcharge spécifiée. Pour des limites différentes, multiplier les valeurs proportionnellement.

5. Y a-t-il lieu de considérer les vibrations de plancher ?

Le concepteur est conseillé de vérifier les vibrations dans les planchers en bois lamellé-croisé. La méthode de conception proposée pour contrôler les vibrations est basée sur un projet de recherche à l'Université technique de Munich. Voir les portées maximales en page 16.

6. Y a-t-il lieu de considérer les effets du fluage ?

Une réduction de 25% de la rigidité au cisaillement a été utilisée pour la vérification de la limite de la flèche élastique sous la charge totale pour tenir compte de la déformation causée par le cisaillement perpendiculaire au fil (cisaillement rotatif) et le fluage.



7. La charge est-elle uniforme ?

Les tableaux sont basés sur des charges uniformes. Pour certaines applications, il peut être nécessaire de calculer une dalle de plancher ou de toit en fonction de la surcharge concentrée (tel que défini à l'article 4.1.5.9 du CNB 2010) ou autres charges non uniformes. Dans ce cas, consulter la norme CSA O86-09 et le manuel CLT.

Si la réponse à l'une de ces questions est négative, consulter Nordic. Dans le cas contraire, les tableaux de sélection de dalles peuvent être utilisés directement. Les tableaux donnent la charge totale ou la surcharge uniforme spécifiée maximale, w_{AR} , pour une portée simple ou double, pouvant être appliquée à un panneau en respectant les critères de calcul.

Note : Les tableaux sont basés sur les épaisseurs standard pour une flexion dans le sens longitudinal (fort) du panneau. Le poids propre des panneaux n'a pas été tenu en compte dans le calcul des charges maximales (i.e. il doit être inclut dans la charge totale spécifiée). Consulter Nordic pour d'autres options.



DALLES

DIMENSIONNEMENT

CRITÈRE DE FLÈCHE L/240 SOUS LA CHARGE TOTALE SPÉCIFIÉE

ÉPAISSEUR DE LA DALLE (mm)

T (kPa)	PORTÉE SIMPLE (m)							PORTÉE DOUBLE (m)						
	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
2,0		78				131				78			105	
2,5	78		105	105	131			78	78		105	105	105	131
3,0							175						131	
3,5		105		131		175				105		131		
4,0			131											175
4,5					175				105		131			
5,0	105												175	
5,5		131		175			220	105		131		175		
6,0			175			220					175			
6,5					220				131					220
7,0	131													
7,5		175								175				
8,0													220	

CRITÈRE DE FLÈCHE L/360 SOUS LA SURCHARGE SPÉCIFIÉE

ÉPAISSEUR DE LA DALLE (mm)

L (kPa)	PORTÉE SIMPLE (m)							PORTÉE DOUBLE (m)						
	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
2,0	78		105		131			78	78		105		131	
2,5		105		131		175	175			105		131		
3,0			131								131			175
3,5	105				175				105				175	
4,0		131					220			131				
4,5				175				105				175		
5,0						220								220
5,5			175						131		175			
6,0	131				220		244			175			220	
6,5		175												
7,0				220				131	175			220		
7,5						244								
8,0	175													244

NOTES :

1. Dimensionnement (épaisseur du panneau, en mm) selon la classe de contraintes « E1 » et la correspondance ci-dessous. La désignation réfère à l'épaisseur du panneau (en mm), le nombre de plis, et la composition ("s" pour les plis croisés standard, et "l" pour les plis extérieurs longitudinaux doubles). → 78-3s (3-1/8 po), 105-3s (4-1/8 po), 131-5s (5-1/8 po), 175-5s (6-7/8 po), 220-7s (8-5/8 po), 244-7l (9-5/8 po), et 314-9l (12-3/8 po)
2. Dimensionnement préliminaire seulement. Le calcul est basé sur la norme CSA O86-09 et le manuel CLT. Le design final doit inclure une analyse complète incluant la vérification de la résistance à l'appui, l'effet des vibrations de plancher et les exigences de sécurité incendie.
3. Les tableaux sont basés sur des charges uniformes, une condition d'utilisation en milieu sec et une durée d'application de la charge normale, pour une flexion selon l'axe fort du panneau. La portée est mesurée au centre des appuis.
4. Les charges indiquées ci-dessus représentent la charge totale (T) ou la surcharge (L) uniforme spécifiée (ou 'non pondérée'). Le poids propre des panneaux n'est pas considéré et doit être pris en compte dans le calcul de la charge totale spécifiée.
5. Flèche maximale = L/240 sous la charge totale spécifiée ou L/360 sous la surcharge spécifiée. D'autres critères de flèche peuvent s'appliquer. Une réduction de 25% de la rigidité au cisaillement a été appliquée à la vérification de la limite de la flèche élastique sous la charge totale pour tenir compte de la déformation causée par le cisaillement rotatif.

DALLES

TABLEAUX DE SÉLECTION

ÉTATS LIMITES DE SERVICE – L/240, PORTÉE SIMPLE

CHARGE TOTALE UNIFORME SPÉCIFIÉE MAXIMALE W_{AR} (kPa)

PORTÉE (m)	COMBINAISON					
	78-3s	105-3s	131-5s	175-5s	220-7s	314-9l
3,0	4,69	10,2				
3,2	3,92	8,64				
3,4		7,36	11,6			
3,6		6,31	10,0			
3,8		5,45	8,64			
4,0		4,73	7,52			
4,2		4,14	6,57			
4,4		3,63	5,78			
4,6			5,11	11,3		
4,8			4,53	10,1		
5,0			4,04	9,01		
5,2			3,62	8,10		
5,4				7,31		
5,6				6,61		
5,8				6,00	11,2	
6,0				5,46	10,3	
6,2				4,99	9,38	
6,4				4,56	8,59	
6,6				4,18	7,89	
6,8				3,85	7,27	
7,0				3,54	6,70	10,9
7,2					6,19	10,1
7,4					5,74	9,31
7,6					5,32	8,65
7,8					4,94	8,04
8,0					4,60	7,49
8,2					4,29	6,98
8,4					4,01	6,52
8,6					3,75	6,10
8,8					3,51	5,72
9,0						5,36
9,2						5,04
9,4						4,74
9,6						4,46
9,8						4,20

NOTES :

1. Un design complet doit inclure la vérification de la résistance, une considération pour les vibrations de plancher, si applicable (dans ce cas, se référer à la page 16 pour les portées maximales), et les exigences de sécurité incendie.
2. Une réduction de 25% de la rigidité au cisaillement a été appliquée pour tenir compte de la déformation causée par le cisaillement rotatif et le fluage.





E1

ÉTATS LIMITES DE SERVICE – L/240, PORTÉE DOUBLE
CHARGE TOTALE UNIFORME SPÉCIFIÉE MAXIMALE W_{AR} (kPa)

PORTÉE (m)	COMBINAISON						
	78-3s	105-3s	131-5s	175-5s	220-7s	244-7l	314-9l
3,0	6,57						
3,2	5,50	12,0					
3,4	4,65	10,3					
3,6	3,96	8,82					
3,8	3,40	7,62	12,1				
4,0		6,63	10,5				
4,2		5,80	9,21				
4,4		5,10	8,11				
4,6		4,51	7,17				
4,8		4,00	6,37				
5,0		3,57	5,68				
5,2			5,09	11,3			
5,4			4,57	10,2			
5,6			4,12	9,26			
5,8			3,73	8,41			
6,0				7,66			
6,2				7,00			
6,4				6,40			
6,6				5,88	11,1		
6,8				5,40	10,2		
7,0				4,98	9,40		
7,2				4,60	8,69		
7,4				4,26	8,05		
7,6				3,94	7,47		
7,8				3,66	6,95	11,3	
8,0					6,47	10,5	
8,2					6,03	9,81	
8,4					5,63	9,17	
8,6					5,27	8,58	
8,8					4,94	8,04	
9,0					4,63	7,54	
9,2					4,35	7,08	
9,4					4,09	6,66	
9,6					3,85	6,27	
9,8					3,63	5,92	11,3

NOTES :

1. Un design complet doit inclure la vérification de la résistance, une considération pour les vibrations de plancher, si applicable (dans ce cas, se référer à la page 16 pour les portées maximales), et les exigences de sécurité incendie.
2. Une réduction de 25% de la rigidité au cisaillement a été appliquée pour tenir compte de la déformation causée par le cisaillement rotatif et le fluage.

E1



ÉTATS LIMITES DE SERVICE – L/360, PORTÉE SIMPLE
SURCHARGE UNIFORME SPÉCIFIÉE MAXIMALE W_{AR} (kPa)

PORTÉE (m)	COMBINAISON						
	78-3s	105-3s	131-5s	175-5s	220-7s	244-7l	314-9l
3,0	3,23	7,18					
3,2	2,69	6,04					
3,4	2,26	5,11	8,12				
3,6	1,92	4,37	6,94				
3,8		3,76	5,98				
4,0		3,26	5,18				
4,2		2,84	4,52				
4,4		2,49	3,97				
4,6		2,19	3,50	7,85			
4,8		1,94	3,10	6,98			
5,0			2,76	6,24			
5,2			2,46	5,60			
5,4			2,21	5,04			
5,6			1,99	4,55			
5,8				4,12	7,78		
6,0				3,74	7,08		
6,2				3,41	6,46		
6,4				3,12	5,91		
6,6				2,85	5,42		
6,8				2,62	4,98		
7,0				2,41	4,59	7,46	
7,2				2,22	4,23	6,89	
7,4				2,06	3,92	6,38	
7,6					3,63	5,91	
7,8					3,37	5,49	
8,0					3,13	5,11	
8,2					2,92	4,76	
8,4					2,72	4,44	
8,6					2,54	4,15	
8,8					2,38	3,89	7,44
9,0					2,23	3,64	6,99
9,2					2,09	3,42	6,57
9,4					1,96	3,21	6,18
9,6						3,02	5,82
9,8						2,85	5,49

NOTES :

1. Un design complet doit inclure la vérification de la résistance, une considération pour les vibrations de plancher, si applicable (dans ce cas, se référer à la page 16 pour les portées maximales), et les exigences de sécurité incendie.
2. Une réduction de 25% de la rigidité au cisaillement a été appliquée pour tenir compte de la déformation causée par le cisaillement rotatif et le fluage.

E1



ÉTATS LIMITES DE SERVICE – L/360, PORTÉE DOUBLE

SURCHARGE UNIFORME SPÉCIFIÉE MAXIMALE W_{AR} (kPa)

PORTÉE (m)	COMBINAISON						
	78-3s	105-3s	131-5s	175-5s	220-7s	244-7l	314-9l
3,0	4,53						
3,2	3,78	8,44					
3,4	3,18	7,16					
3,6	2,71	6,12					
3,8	2,32	5,27					
4,0	2,00	4,57	7,27				
4,2		3,99	6,35				
4,4		3,50	5,57				
4,6		3,08	4,92				
4,8		2,73	4,36				
5,0		2,43	3,88				
5,2		2,17	3,47	7,85			
5,4		1,95	3,11	7,07			
5,6			2,80	6,39			
5,8			2,53	5,79			
6,0			2,30	5,26			
6,2			2,09	4,80			
6,4				4,38			
6,6				4,02	7,61		
6,8				3,69	7,00		
7,0				3,40	6,45		
7,2				3,13	5,95		
7,4				2,89	5,51		
7,6				2,68	5,11		
7,8				2,49	4,74	7,72	
8,0				2,31	4,41	7,19	
8,2				2,15	4,11	6,70	
8,4				2,01	3,83	6,25	
8,6					3,58	5,85	
8,8					3,35	5,47	
9,0					3,14	5,13	
9,2					2,95	4,82	
9,4					2,77	4,53	8,68
9,6					2,61	4,26	8,18
9,8					2,45	4,01	7,72

NOTES :

1. Un design complet doit inclure la vérification de la résistance, une considération pour les vibrations de plancher, si applicable (dans ce cas, se référer à la page 16 pour les portées maximales), et les exigences de sécurité incendie.
2. Une réduction de 25% de la rigidité au cisaillement a été appliquée pour tenir compte de la déformation causée par le cisaillement rotatif et le fluage.



ÉTATS LIMITES DE SERVICE – CRITÈRES DE VIBRATION

CHARGE PERMANENTE 1,5 kPa

PORTÉES MAXIMALES ℓ_{\max} (m)

RATIO	COMBINAISON						
	78-3s	105-3s	131-5s	175-5s	220-7s	244-7l	314-9l
CRITÈRES STANDARD							
Ratio 1:1	2,03	3,13	4,82	5,85	6,74	7,55	8,70
Ratio 1:2	2,03	3,13	5,06	6,59	7,60	8,50	9,8
Ratio 1:3	2,03	3,13	5,06	6,74	7,77	8,70	10,0
CRITÈRES ÉLEVÉS							
Ratio 1:1	1,44	2,21	3,58	5,06	5,84	6,54	7,53
Ratio 1:2	1,44	2,21	3,58	5,50	6,58	7,37	8,49
Ratio 1:3	1,44	2,21	3,58	5,50	6,73	7,54	8,69

ÉTATS LIMITES DE SERVICE – CRITÈRES DE VIBRATION

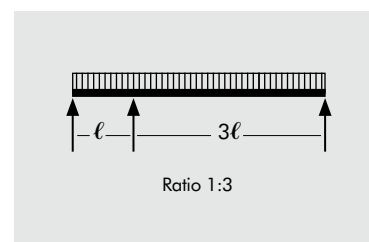
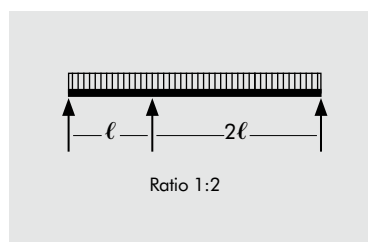
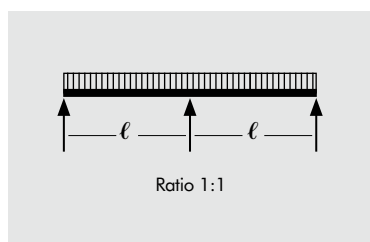
CHARGE PERMANENTE 2,5 kPa

PORTÉES MAXIMALES ℓ_{\max} (m)

RATIO	COMBINAISON						
	78-3s	105-3s	131-5s	175-5s	220-7s	244-7l	314-9l
CRITÈRES STANDARD							
Ratio 1:1	2,03	3,13	4,38	5,36	6,22	6,98	8,11
Ratio 1:2	2,03	3,13	4,94	6,04	7,00	7,87	9,14
Ratio 1:3	2,03	3,13	5,05	6,18	7,17	8,05	9,35
CRITÈRES ÉLEVÉS							
Ratio 1:1	1,44	2,21	3,58	4,64	5,38	6,05	7,02
Ratio 1:2	1,44	2,21	3,58	5,23	6,07	6,81	7,91
Ratio 1:3	1,44	2,21	3,58	5,35	6,21	6,97	8,10

NOTES :

1. Le calcul des portées maximales est basé sur une charge permanente de 1,5 ou 2,5 kPa en plus du poids propre de la dalle.
2. Les ratios indiqués représentent les ratios de portées (voir les figures ci-dessous). Pour une portée simple, utiliser un ratio de 1:1.
3. Le calcul des portées maximales est basé sur la méthode Hamm-Richter-Winter pour limiter les vibrations de plancher et tient compte des hypothèses suivantes : surcharge négligée dans le calcul de la masse, panneaux supportés sur deux côtés, facteur d'amortissement de 1,0%.
4. Il est à noter que l'évaluation des vibrations de plancher est subjective, et que les compositions de plancher et les conditions d'appui peuvent augmenter la performance du plancher.
5. Les portées maximales ne tiennent compte que des critères de vibration.





DALLES

EXEMPLE: DALLE DE TOIT

Dalle de toit

En supposant une dalle de 105 mm (105-3s); poids propre = 0,53 kPa
Charge permanente spécifiée = 2,0 kPa (incluant le poids propre de la dalle)
Charge de neige spécifiée pour le calcul de la tenue en service = 2,0 kPa
Espacement des poutres (portée) = 5,0 m
Utilisation en milieu sec, bois non traité, agencement en portée double
Flèche maximale : L/240 sous la surcharge, L/180 sous la charge totale

Vérification des critères de flèche

Surcharge (charge de neige) spécifiée $w_L = 2,0$ kPa
Charge totale spécifiée $w = 2,0 + 2,0 = 4,0$ kPa

En utilisant les coefficients de flèche appropriés :

$w_{AR} = (360/240) \times 2,43 = 3,64$ kPa > 2,0 kPa pour une flèche de L/240 (surcharge) ✓ Tableau w_{AR} , L/360, portée double
 $w_{AR} = (240/180) \times 3,57 = 4,74$ kPa > 4,0 kPa pour une flèche de L/180 (charge totale) ✓ Tableau w_{AR} , L/240, portée double

Utiliser une dalle E1 105-3s de 105 mm d'épaisseur.

Note : Un design complet doit inclure la vérification des résistances en flexion et à l'appui. Lorsque les dalles sont utilisées pour supporter des charges de toit, les portées maximales des dalles peuvent être limitées par les exigences du CNB pour les surcharges concentrées (voir le CNB 2010, article 4.1.5.9).

EXEMPLE: DALLE DE PLANCHER

Dalle de plancher

En supposant une dalle de 175 mm (175-5s); poids propre = 0,96 kPa ~ 1,0 kPa
Charge permanente spécifiée = 2,5 kPa (incluant le poids propre de la dalle)
Surcharge spécifiée = 1,9 kPa
Espacement des poutres (portée) = 5,85 m
Utilisation en milieu sec, bois non traité, agencement en portée simple
Flèche maximale : L/360 sous la surcharge, L/240 sous la charge totale; critères de vibration standard

Vérification des critères de service

Charge permanente excluant le poids propre de la dalle $w_D = 1,5$ kPa
Surcharge spécifiée $w_L = 1,9$ kPa
Charge totale spécifiée $w = 2,5 + 1,9 = 4,4$ kPa

$w_{AR} = 3,74$ kPa > 1,9 kPa pour une flèche de L/360 (surcharge) ✓ Tableau w_{AR} , L/360, portée simple
 $w_{AR} = 5,46$ kPa > 4,4 kPa pour une flèche de L/240 (charge totale) ✓ Tableau w_{AR} , L/240, portée simple
 $\max = 5,85$ m > 5,85 m pour une portée simple (ratio 1:1) ✓ Tableau \max , 1,5 kPa, cr. standard

Utiliser une dalle E1 175-5s de 175 mm d'épaisseur.

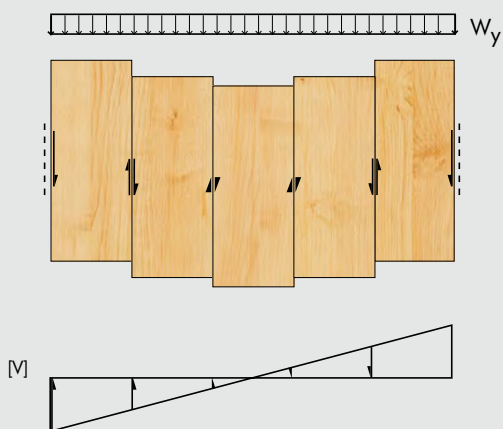
Note : Un design complet doit inclure entre autres la vérification d'une surcharge concentrée (si applicable), des résistances en flexion et à l'appui, et des exigences de sécurité incendie.

DIAPHRAGMES

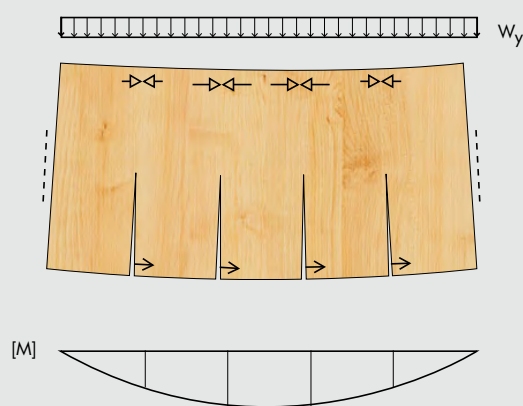
Des diaphragmes suffisamment rigides sont essentiels pour la rigidité de l'ensemble du bâtiment. Les diaphragmes sont créés en joignant les segments adjacents d'une dalle les uns aux autres le long de leurs bords à l'aide d'attaches métalliques, telles que des vis. Un diaphragme continu de plancher/toit est nécessaire afin de distribuer correctement les charges latérales aux murs de refend et aux étages en-dessous. Les ouvertures dans les diaphragmes ne sont généralement pas critiques et n'exigent que de simples mesures constructives.

Les mécanismes possibles pertinents de défaillance d'un diaphragme de bois lamellé-croisé sont indiqués dans les figures ci-dessous. Les charges latérales conduisent à des forces de cisaillement le long des joints de la dalle (figure de gauche), et à des forces de compression et de traction au niveau des extrémités des segments de la dalle (figure de droite). Le détail 1i (voir p. 35) montre l'assemblage plancher à plancher ou toit à toit, qui résiste à des forces de cisaillement le long des joints des segments de la dalle. La force de traction dans les extrémités des segments peut être transférée vers les murs dessous par les assemblages plancher/toit au mur (voir détails 1G, 1j et 1k), pour les murs continus. Si les assemblages plancher/toit au mur ne sont pas suffisants pour résister à la force de traction (par exemple, dans les murs avec plusieurs ou de grandes ouvertures), les assemblages de cisaillement plancher à plancher ou toit à toit doivent être conçus pour résister aux forces en traction, en plus des forces de cisaillement.

DIAPHRAGME – FORCES DE CISAILLEMENT LE LONG DES JOINTS DE LA DALLE



DIAPHRAGME – FORCES EN TRACTION AUX EXTRÉMITÉS DES SEGMENTS





PROPRIÉTÉS MURS

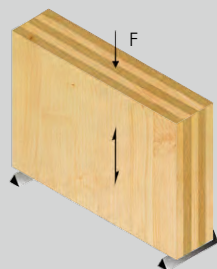
RÉSISTANCES PONDÉRÉES ET RIGIDITÉS – murs et linteaux

UTILISATION	MURS ET LINTEAUX						
CLASSES D'ASPECT	INDUSTRIEL OU ARCHITECTURAL						
CLASSE DE CONTRAINTES	E1 (L 1950F _b et T No. 3/Stud)						
COMBINAISONS	78-3s	105-3s	131-5s	175-5s	220-7s	244-7l	314-9l
Charges selon l'axe fort							
Compression, $P_{r,0}$ (10 ³ N/m)	797	1078	1195	1618	2157	2696	3235
Traction, $T_{r,0}$ (10 ³ N/m)	715	968	1073	1452	1936	2420	2904
Aire effective, A_{eff} (10 ³ mm ² /m)	52	70	77	105	140	175	210
Inertie effective, I_{eff} (10 ⁶ mm ⁴ /m)	39	92	147	351	680	1125	2236
Rayon de giration, r_{eff} (mm/m)	27	36	44	58	70	80	103
Cisaillement en plan, $V_{r,0}$ (10 ³ N/m)	86	95	168	190	257	284	379
Charges selon l'axe faible							
Compression, $P_{r,90}$ (10 ³ N/m)	193	251	386	503	579	503	754
Traction, $T_{r,90}$ (10 ³ N/m)	77	101	154	201	232	201	302
Aire effective, A_{eff} (10 ³ mm ² /m)	27	35	54	70	80	70	105
Inertie effective, I_{eff} (10 ⁶ mm ⁴ /m)	1,6	3,5	40	92	209	92	351
Rayon de giration, r_{eff} (mm/m)	7,7	10	27	36	51	36	58
Cisaillement en plan, $V_{r,90}$ (10 ³ N/m)	86	95	168	190	257	284	379

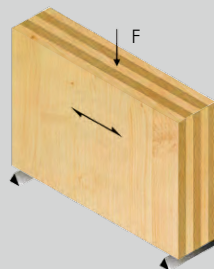
- Les valeurs de ce tableau sont basées sur une condition d'utilisation en milieu sec et une durée d'application de la charge normale. Les valeurs de résistance pondérée, P_r , T_r et V_r , incluent le coefficient de résistance, ϕ .
- Les éléments de flexion Nordic X-Lam sont symétriques selon l'épaisseur de la membrure (combinaisons balancées).
- Les valeurs de résistance en compression parallèle au fil, P_r , doivent être ajustées par les coefficients de dimensions et d'éclatement, K_{zz} et K_{cr} , respectivement, tel que définis dans la norme CSA O86-09.
- Les valeurs de compression perpendiculaire au fil sont basées sur le bois É-P-S No. 3/Stud ($f_{cp} = 5,3$ MPa).
- La résistance et la rigidité au moment de flexion doivent être basées sur le bois É-P-S No. 3/Stud ($f_b = 7,0$ MPa, $E = 9000$ MPa) ou É-P-S MSR 1950Fb ($f_b = 28,2$ MPa, $E = 11\,700$ MPa), pour un panneau vertical ou horizontal, respectivement, avec une section effective basée sur les lamelles perpendiculaires à la charge.
- Les résistances au cisaillement en plan, V_r , sont indiquées en kN/m de hauteur de l'élément. Ces valeurs sont basées sur l'étude de TUGraz et les résistances spécifiées $f_{v,dk,k} = 5,0$ MPa et $f_{t,dk,k} = 2,5$ MPa, ajustées avec les facteurs suivants: $k_{mod} = 0,8$ et $\gamma_M = 1,25$. (Réf. BSPhandbuch, TUGraz)
- Le calcul des produits en bois lamellé-croisé doit être conforme à la norme CSA O86-09 et au manuel CLT.
- La densité moyenne pour le calcul des attaches, G , est de 0,42. Le poids des membrures doit être basé sur une masse volumique de 515 kg/m³ (5,1 kN/m³).

* Les produits Nordic X-Lam sont certifiés par l'APA (rapport de produit PR-L306C), selon la norme ANSI/APA PRG 320.

CHARGEMENT SELON L'AXE FORT



CHARGEMENT SELON L'AXE FAIBLE



Pour la norme ANSI/APA PRG 320 :

http://www.apawood.org/pdfs/download_pdf.cfm?PDFFilename=managed/PRG_320-2012.pdf

Pour le rapport de produit APA :

<http://nordic.ca/fr/documentation/documents-techniques/apa-pr-l306c>

Pour s'assurer que les résistances indiquées dans les tableaux conviennent à l'ouvrage en cours de conception, il faudra se poser les questions suivantes (le coefficient de correction approprié est indiqué entre parenthèses) :

1. La durée d'application de la charge est-elle « normale » (K_D) ?

K_D est un coefficient de durée d'application de la charge. Les résistances indiquées dans les tableaux sont basées sur une charge de durée normale ($K_D = 1,0$), qui inclut les effets des charges permanentes plus ceux des surcharges dues à l'usage et des charges dues à la neige.

2. La condition d'utilisation est-elle « en milieu sec » (K_S) ?

K_S est un coefficient de condition d'utilisation. Les tableaux sont limités pour une utilisation en milieu sec ($K_S = 1,0$).

3. Le bois est-il exempt d'incisions et/ou de produits chimiques susceptibles de diminuer sa résistance (K_T) ?

K_T est un coefficient de traitement. Les tableaux retiennent une valeur du bois non traité ($K_T = 1,0$).

4. Le coefficient de longueur effective, K_e , est-il égal à 1,0, et la longueur effective du panneau dans la direction du flambage est-elle égale à la longueur totale du panneau ?

5. Le mur est-il chargé de manière concentrique ou avec une excentricité maximale de 1/6 de son épaisseur ?

Si la réponse à l'une de ces questions est négative, ne pas utiliser les tableaux de sélection de murs. Calculer plutôt P_r à partir des formules indiquées à l'article 5.5.6 de la norme CSA O86-09. Le manuel CLT donne des informations à propos des murs qui supportent des charges excentriques. Dans certains cas, le Code national du bâtiment permet de réduire les charges dues à l'usage, selon la surface tributaire supportée par l'élément (se référer à l'article 4.1.5.8 du CNB 2010).

Note : Comme le calcul des murs est un processus itératif, les tableaux peuvent servir au choix préliminaire d'une section. Pour calculer un panneau ayant un coefficient de longueur effective K_e différent de 1,0, on peut choisir provisoirement une section correspondante au diagramme de $K_e = 1,0$, L étant la longueur effective réelle $K_e L$. On peut alors vérifier cette section à l'aide de la norme de calcul (en général, la différence entre la résistance estimée et la résistance réelle ne dépasse pas 5%).

Sécurité parasismique des bâtiments

Les bâtiments sont construits avec des panneaux d'une largeur maximale de 2440 mm. Les panneaux sont reliés entre eux par des attaches mécaniques. L'assemblage entre les éléments qui composent les murs et les plafonds s'effectue par des plaques de métal, des clous annelés et des vis autotaraudeuses. L'utilisation de petites plaques rend la manipulation et l'installation facile, et grâce à l'intégration d'un grand nombre d'assemblages mécaniques, améliore la ductilité ainsi que la capacité du bâtiment à dissiper l'énergie générée par un tremblement de terre.



MURS

TABLEAUX DE SÉLECTION

ÉTATS LIMITES ULTIMES – EXCENTRICITÉ DE 1/6

CHARGE UNIFORME MAXIMALE P_R (kN/m)

L (m)	SELON L'AXE FORT				SELON L'AXE FAIBLE	
	COMBINAISON				COMBINAISON	
	78-3s	105-3s	131-5s	175-5s	220-7s	244-7l
2,0	382	644	768	1121	149	223
2,5	295	548	688	1057	125	201
3,0	224	454	601	981	102	177
3,5	170	371	515	896	81	153
4,0	130	302	437	807	65	131
4,5		246	369	720		111
5,0		200	311	638		94
5,5			262	562		
6,0			221	495		
6,5			187	435		
7,0				382		
7,5				336		
8,0				296		
8,5				261		
9,0						

ÉTATS LIMITES ULTIMES – CHARGE CONCENTRIQUE

CHARGE UNIFORME MAXIMALE P_R (kN/m)

L (m)	SELON L'AXE FORT				SELON L'AXE FAIBLE	
	COMBINAISON				COMBINAISON	
	78-3s	105-3s	131-5s	175-5s	220-7s	244-7l
2,0	517	877	1055	1531	269	424
2,5	388	744	948	1456	209	368
3,0	282	607	824	1357	156	308
3,5	204	483	697	1239	116	251
4,0	150	379	578	1111	86	201
4,5		298	475	981		160
5,0		235	388	856		128
5,5			317	741		
6,0			260	638		
6,5			214	548		
7,0						
7,5				470		
8,0				404		
8,5				348		
9,0				301		

NOTES :

1. Les résistances axiales sont basées sur des murs soumis à une charge axiale simple avec une excentricité de 1/6 de l'épaisseur du panneau, ou à une charge axiale simple centrée sur le dessus du mur. Voir le manuel CLT pour des charges latérales ou une autre combinaison d'efforts de flexion et de charges axiales.
2. Les valeurs indiquées représentent les charges uniformes maximales, en kN/m, qui peuvent être appliquées au mur en plus de son poids propre.
3. Pour $L \leq 2,0$ m, utiliser P_r pour $L = 2,0$ m. Les valeurs de P_r ne sont pas indiquées lorsque l'élanement dépasse 150 (maximum permis).
4. Un design complet doit inclure les vérifications de la résistance à l'appui et des exigences de sécurité incendie.
5. L = longueur non supportée

MURS DE REFEND

La flèche latérale, ou déplacement inter-étages, doit être limitée à $h/300$, où h est la hauteur de l'étage. Il est toutefois fortement recommandé de limiter la flèche latérale à $h/500$. La flèche latérale totale est le résultat de la déformation du panneau due à la flexion et au cisaillement, ainsi que la déformation due à la traction et au cisaillement des connecteurs métalliques, tel que montré dans la figure ci-dessous. La rigidité relativement élevée des panneaux en bois lamellé-croisé fait en sorte que la déformation des connecteurs métalliques est généralement le facteur dominant.

Déformation du panneau de mur due à la flexion

d_{mp}

Déformation du panneau de mur due au cisaillement

d_{vp}

Allongement des connecteurs métalliques dû à la force de traction

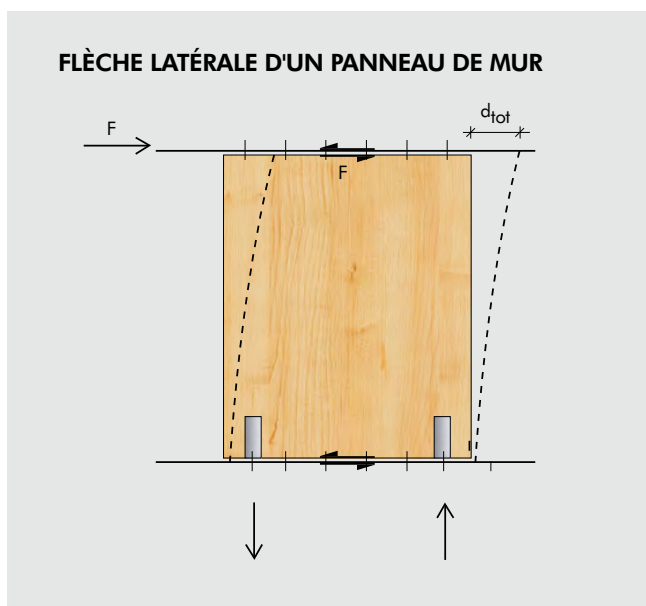
d_{tc}

Déformation des connecteurs métalliques due au cisaillement

d_{vc}

La flèche latérale totale est calculée comme suit :

$$d_{tot} = d_{mp} + d_{vp} + d_{tc} + d_{vc}$$





DONNÉES TECHNIQUES

Construction	Plis croisés; classe de contraintes « standard E1 » 3, 5, 7 et 9 plis
Dimensions	<ul style="list-style-type: none">- Largeur maximale de 2440 mm (8 pieds), incluant les joints à mi-bois de 64 mm- Longueurs jusqu'à 19,5 mètres (64 pieds)- Épaisseurs de 78 à 381 mm (3 à 15 po); standard 78 (3-1/8), 105 (4-1/8), 131 (5-1/8), 175 (6-7/8), 220 (8-5/8), 244 (9-5/8) et 314 mm (12-3/8 po.)
Classe d'aspect	Industriel (architectural sur demande)
Profil du joint	Joint à mi-bois de 64 mm (2-1/2 po.), des deux côtés
Certification	Rapport de produit APA PR-L306C; produits certifiés FSC disponibles
Essences de bois	Épinette-pin-sapin (É-P-S)
Lamelles	Lamelles longitudinales 1950F _b MSR, transversales No. 3/Stud
Adhésifs	<ul style="list-style-type: none">- Adhésifs résistants aux intempéries, sans formaldéhyde- Faible quantité de composés organiques volatils (COV)
Masse volumique	± 515 kg/m ³ , épinette-pin-sapin
Teneur en humidité	12 ± 2 %
Changements dimensionnels	<ul style="list-style-type: none">- Longitudinal et transversal : 0,01% par % de changement de la teneur en humidité- En épaisseur : 0,20 % par % de changement de la teneur en humidité
Résistance thermique	RSI = 0,83 m ² °C/W, R = 4,7 pi ² h °F/BTU par 100 mm
Résistance acoustique	Le matériau bois a d'excellentes propriétés d'atténuation du son; les indices de transmission du son (ITS) et d'isolation d'impact (IIC) sont montrés aux pages suivantes - plus d'information disponible sur demande.
Sécurité incendie	<ul style="list-style-type: none">- La fonction de séparation au feu des assemblages avec panneaux CLT peut facilement être atteinte si les panneaux et les joints entre les panneaux sont efficacement scellés pour empêcher l'air ou les gaz chauds de pénétrer l'assemblage pendant l'exposition au feu.- Taux de combustion 0,65 mm / min.; voir les degrés de résistances au feu (DRF).- Les indices de propagation de la flamme et de dégagement des fumées sont de 35 et 40, respectivement (rapport d'essais disponible sur demande).
Performance environnementale	<ul style="list-style-type: none">- Disponible fabriqué à partir de bois certifié provenant de forêts gérées durablement- Séquestration à long terme du carbone absorbé par les arbres cultivés de façon durable- Émissions de gaz à effet de serre beaucoup moins que plusieurs autres matériaux non ligneux- Caractéristiques équivalentes ou meilleures que des systèmes équivalents en béton et en acier pour d'autres aspects de la performance environnementale tels que la performance thermique

AVANTAGES

Flexibilité pour le design	Conception illimitée sans être rattachée à une grille
Composante unique	Composante de construction simple et planification détaillée
Plans de montage détaillés	Risque de conception minimal en raison des plans de montage détaillés
Possibilités accrues	Possibilités avancées en raison d'un matériau de construction efficace
Compositions identiques	Construction identique pour toutes les applications (mur/plancher/toit)
Construction solide	Composantes de construction en bois massif, aucun support supplémentaire requis
Montage rapide	Courte période de construction sur le chantier, économie à l'assemblage
Produits prêts à assembler	Composantes "prêtes à installer" sur chantier, livrées juste à temps
Détails d'assemblage simples	Détails de construction simples, faciles à exécuter
Matériau durable	Bois de construction durable, solide et de haute qualité
Matériau écologique	Écologique, séquestration du carbone (1 m ³ de bois = absorption de 1 t de CO ₂)
Chaleur	Ambiance chaleureuse, plaisante

PHYSIQUE DU BÂTIMENT

L'utilisation de panneaux en bois lamellé-croisé ne modifie pas les principes de conception de base en ce qui a trait au contrôle de la chaleur, de l'air et de l'humidité. Cependant, la conception de l'enveloppe diffère de celle des bâtiments traditionnels à ossature de bois et requiert une attention particulière en raison des caractéristiques uniques du produit. Dans l'ensemble, la stratégie est de positionner l'isolant de façon à conserver les panneaux au chaud et au sec, d'éviter l'accumulation et l'emprisonnement de l'humidité dans l'assemblage, et de contrôler l'infiltration/exfiltration d'air entre les panneaux, aux joints et aux interfaces.

CONTRÔLE DE LA CHALEUR

Les panneaux de bois lamellé-croisé fournissent une valeur R d'environ R-1,2 h-ft²-°F/Btu-po et, lorsqu'utilisés avec un isolant adéquat, peuvent répondre aux exigences du code de l'énergie applicable. La plupart des types d'isolant doivent être placés sur le côté extérieur des panneaux, afin de conserver le bois dans un environnement chaud et sec. De plus, les panneaux peuvent offrir des avantages esthétiques et être laissés exposés pour mettre en valeur le bois, si les exigences de sécurité incendie et d'acoustique le permettent.

CARACTÉRISTIQUES THERMIQUES	
Résistance thermique (RSI)	0,83 m ² °C/W
Conductivité thermique (λ)	0.12 W/m-K
Masse volumique (ρ)	515 kg/m ³

CONTRÔLE DE LA VAPEUR

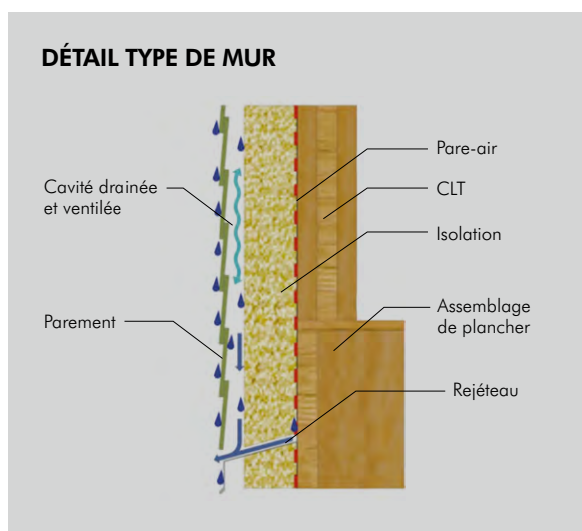
Le but du contrôle de la vapeur est de limiter le flux d'humidité par la diffusion de vapeur, empêchant ainsi la condensation à l'intérieur du mur. Dans un assemblage de mur à ossature traditionnel, ceci est réalisé en plaçant un pare-vapeur sur la face intérieure du mur, empêchant la diffusion de l'air chaud et humide à travers le mur.

Au contraire, un panneau en bois lamellé-croisé de 90 mm a une faible perméabilité à la vapeur, de moins de 30 ng/Pa-s-m², ce qui convient pour contrôler le flux de vapeur à travers l'assemblage dans la plupart des situations. Du côté extérieur, les composants doivent être suffisamment perméables à la vapeur pour empêcher l'humidité d'être pris au piège. Par conséquent, il est recommandé d'utiliser des panneaux isolants à base de fibres de bois ou minérales au lieu des produits en polystyrène.

CONTRÔLE DE L'HUMIDITÉ EXTÉRIEURE

La meilleure pratique pour le contrôle de la pénétration des eaux de pluie est l'utilisation d'un parement à écran de pluie, drainé et aéré. Le parement protège contre la majorité des eaux de pluie; et l'eau qui pénètre s'écoulera soit derrière celui-ci, soit sur le lattage, la surface de l'isolant ou l'écran résistant aux intempéries. Toute trace d'humidité dans ces endroits doit être évacuée à l'aide d'un rejéteau au niveau des planchers et aux environs des ouvertures.

CARACTÉRISTIQUES DE PROTECTION DE L'HUMIDITÉ	
Facteur de résistance de la diffusion à la vapeur d'eau (μ)	~ 60
Épaisseur de la couche d'air équivalente à la diffusion (s _a)	μ x t (in m)
Perméabilité à la vapeur (n)	< 30 ng/Pa-s-m ²

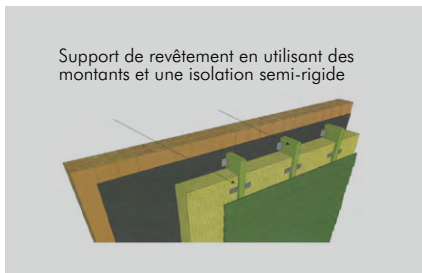
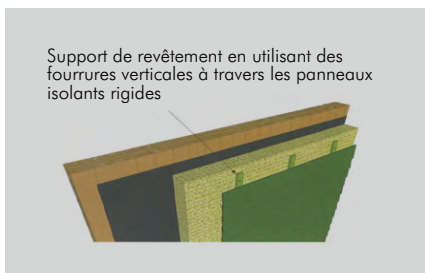


CONTRÔLE DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Malgré le fait que les panneaux en bois lamellé-croisé soient des éléments de bois massif, possédant un certain niveau de résistance à l'air, l'utilisation d'un pare-air supplémentaire est recommandé. Une bonne pratique est de fournir le système d'étanchéité à l'air en utilisant un autre matériau, tel qu'un écran résistant aux intempéries entre le panneau et l'isolation. En outre, les détails pour assurer la continuité aux niveaux des ouvertures et des interfaces doivent être pris en considération, de façon similaire à ceux utilisées pour la construction traditionnelle à ossature légère.

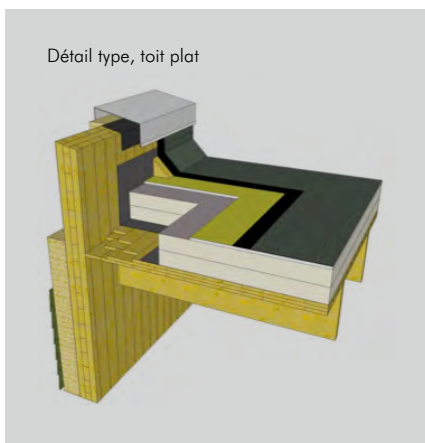
DÉTAILS DE MUR EXTÉRIEUR

Afin de fournir des points de fixation pour le parement et de créer la cavité nécessaire pour le drainage et l'aération, il est recommandé d'installer des fourrures verticales à travers les panneaux isolants rigides aux panneaux de bois. Lorsque des panneaux isolants moins rigides sont utilisés, tels que les panneaux de fibre de verre ou de laine minérale, des éléments de charpente sont nécessaires pour soutenir le parement. Cette option est toutefois la moins favorable en ce qui a trait aux ponts thermiques.



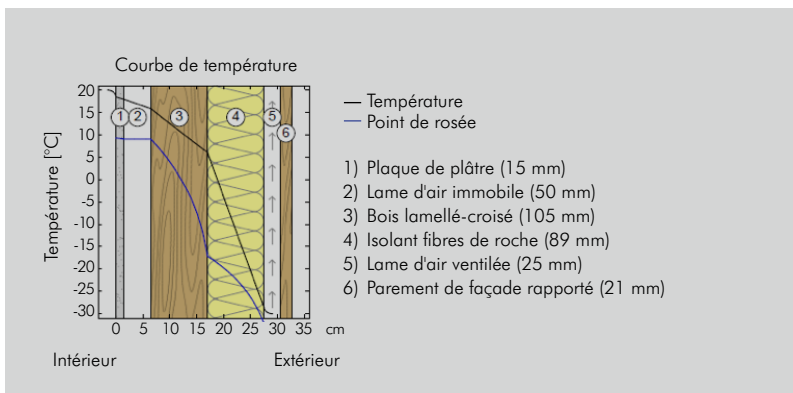
DÉTAILS DE TOIT

L'utilisation de panneaux en bois lamellé-croisé dans les assemblages de toit en pente comporte les mêmes considérations de conception que pour les murs. Lorsque les panneaux sont utilisés dans un toit plat ou de faible pente, il est préférable d'utiliser un assemblage de toit traditionnel pour protéger les panneaux. Tout comme un toit-terrasse traditionnel à ossature légère et contreplaqué, le pare-air, l'isolant et la membrane de toiture sont installés sur le dessus du panneau.



PERFORMANCE HYGROTHERMIQUE

Chaque structure bâtie tente de créer un équilibre entre les conditions climatiques intérieures et extérieures. L'impact des conditions saisonnières dépend du climat à l'emplacement du bâtiment, soit la latitude et la longitude. Afin de bien comprendre le comportement d'un élément de construction dans son ensemble, une analyse en profondeur doit être effectuée avant d'entreprendre le processus de planification finale.



PERFORMANCE AU FEU

Les exigences en matière de protection incendie, par exemple un degré de résistance au feu de 1 ou 2 h, peuvent être obtenus en utilisant la méthode de calcul basé sur la vitesse de combustion pour les panneaux non protégés soumis à une exposition standard au feu. Lorsque des plaques de plâtre sont appliquées sur la face exposée, un simple ajout à la résistance au feu peut être fait.

Un essai à grande échelle mené par IVALSA sur un bâtiment en bois lamellé-croisé de trois étages a confirmé que les panneaux protégés par une plaque de plâtre ont été en mesure de résister à la combustion du contenu de la pièce sans que le feu de propagation aux planchers ou autres pièces. La construction en bois lamellé-croisé a généralement moins de vides de construction, ce qui réduit également le risque de propagation du feu.

CARACTÉRISTIQUES DE PERFORMANCE AU FEU	
Vitesse de combustion	0,65 mm/min
Indice de propagation de la flamme	35
Indice de dégagement des fumées	40

PROTECTION AVEC PLAQUE(S) DE PLÂTRE	
Une plaque de plâtre de type X de 12,7 mm	15 min
Une plaque de plâtre de type X de 15,9 mm	30 min
Deux plaques de plâtre de type X de 15,9 mm	60 min

PERFORMANCE ACOUSTIQUE

Les sections massives permettent de réaliser de très bonnes performances acoustiques pour les murs et les plafonds. Les pages suivantes montrent des exemples de structures testées. D'autres compositions de mur et de plancher sont disponibles sur demande. Les détails concernant l'insonorisation doivent être spécifiés au début de la phase de conception et de construction du bâtiment afin de minimiser la transmission indirecte.



EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE ET BIEN-ÊTRE INTÉRIEUR

Au-delà des exigences d'isolation, les bâtiments de bois lamellé-croisé possèdent d'autres atouts qui se traduisent par une meilleure efficacité énergétique du bâtiment ainsi qu'un meilleur climat intérieur. En effet, le bois massif absorbe et libère facilement l'humidité en grande quantité et la transporte partiellement à l'extérieur. Comme dans les maisons de bois rond, les murs 'respirent', résultant en un taux d'humidité intérieure plus stable, et une charge de ventilation réduite.

De plus, les panneaux de bois lamellé-croisé ont une masse thermique supérieure à l'ossature légère, ce qui réduit la surchauffe en été et le refroidissement rapide en hiver. Par ce fait, les coûts annuels de chauffage et de climatisation peuvent être réduits. La surface de bois laissée exposée à l'intérieur, constitue une surface 'chaude', diffusant la chaleur dans la pièce. La chaleur radiante aide à réguler la température intérieure et est la plus confortable pour les êtres humains.

EMPREINTE CARBONE

Les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) sont la principale cause de l'effet de serre et du réchauffement climatique. L'empreinte carbone montre les émissions de dioxyde de carbone quant au processus derrière le produit. Lorsque les forêts sont gérées de façon durable, ils peuvent agir comme puits de carbone.

Les produits du bois ont une faible empreinte carbone dans la fabrication. En plus, le carbone dans les produits de bois est relié dans la structure pendant sa vie. Par conséquent, la charge sur le climat causé par la fabrication et la construction diminuera lorsque d'autres matériaux sont remplacés par le bois.

EMPREINTE CARBONE (par m ³)	
Absorption du carbone des forêts	765 kg CO ₂ éq.

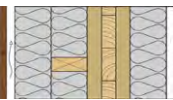
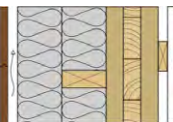
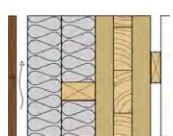
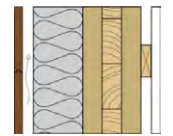
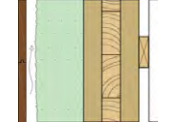
DURABILITÉ

Généralement, en raison de la durée de l'érection rapide des systèmes de bois lamellé-croisé, l'exposition à court terme aux conditions météorologiques n'est pas un problème. L'exposition à court terme et occasionnel à l'eau n'aura pas d'effet à long terme. L'exposition à long terme de bois lamellé-croisé aux éléments n'est pas recommandée. Lorsqu'ils sont bâtis en suivant les règles de l'art, les bâtiments en bois ont une durabilité impressionnante. Toujours en opération jusqu'à nos jours, le temple bouddhiste Hōryō-ji, construit au Japon en 607, et le pont Kapellbrücke, construit en Suisse en 1333, représentent fièrement cette durabilité.

COMPOSITIONS TYPQUES

MURS EXT.

COMPOSITIONS TYPQUES — MURS EXTÉRIEURS

TYPE DE MUR EXTÉRIEUR	No	DESCRIPTION ⁽¹⁾	DRF ⁽²⁾	RSI ⁽³⁾	R ⁽⁴⁾
	E1	- fourrures de bois, 2 rangs de 89 mm à 610 mm c/c - isolant fibres de roche, 2 rangs de 89 mm - bois lamellé-croisé 105 mm - fourrures de bois, 89 mm à 610 mm c/c - isolant fibres de roche, 89 mm - 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm	1 h	8,0	45
	E2	- fourrures de bois, 2 rangs de 89 mm à 610 mm c/c - isolant fibres de roche, 2 rangs de 89 mm - bois lamellé-croisé 105 mm	n/a	5,6	32
	E2,1	- fourrures de bois, 2 rangs de 89 mm à 610 mm c/c - isolant fibres de roche, 2 rangs de 89 mm - bois lamellé-croisé 105 mm - fourrures de bois, 19 mm à 610 mm c/c - 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm	1 h	5,7	32
	E3	- fourrures de bois, 2 rangs de 64 mm à 610 mm c/c - isolant fibres de roche, 2 rangs de 64 mm - bois lamellé-croisé 105 mm	n/a	4,3	24
	E3,1	- fourrures de bois, 2 rangs de 64 mm à 610 mm c/c - isolant fibres de roche, 2 rangs de 64 mm - bois lamellé-croisé 105 mm - fourrures de bois, 19 mm à 610 mm c/c - 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm	1 h	4,4	25
	E4	- fourrures de bois, 89 mm à 610 mm c/c - isolant fibres de roche, 89 mm - bois lamellé-croisé 105 mm	n/a	3,3	19
	E4,1	- fourrures de bois, 89 mm à 610 mm c/c - isolant fibres de roche, 89 mm - bois lamellé-croisé 105 mm - fourrures de bois, 19 mm à 610 mm c/c - 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm	1 h	3,4	19
	E5	- fourrures de bois, 89 mm à 610 mm c/c - polyuréthane giclé, 89 mm - bois lamellé-croisé 105 mm	n/a	4,4	25
	E5,1	- fourrures de bois, 89 mm à 610 mm c/c - polyuréthane giclé, 89 mm - bois lamellé-croisé 105 mm - fourrures de bois, 19 mm à 610 mm c/c - 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm	1 h	4,5	26

NOTES :

- (1) Le concepteur doit inclure au minimum le parement, l'espace d'air et la membrane d'étanchéité à l'air requis aux compositions types ci-dessus.
- (2) Degré de résistance au feu déterminé selon des essais conformes à la norme CAN/ULC S101, *Méthodes d'essai normalisées de résistance au feu pour les bâtiments et les matériaux de construction*, avec une condition d'utilisation de charge restreinte et/ou selon la méthode de calcul basée sur la vitesse de combustion. Il peut être possible d'obtenir un degré de résistance au feu plus élevé par calcul.
- (3) Résistance thermique totale de l'élément de mur ($m^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$); voir les exigences minimales selon différents codes en page 31.
- (4) Résistance thermique totale de l'élément de mur (valeur R); pour convertir la valeur RSI en valeur R, il faut diviser la valeur RSI par 0,1761.
- (5) Une bonne isolation thermique n'est jamais arbitraire et doit toujours être choisie en fonction de l'emplacement, de la zone et du climat.
- (6) Basés sur des résultats d'essais, ces assemblages sont conformes aux recommandations du CNB 2010 pour les systèmes pare-air selon les infiltrations d'air et exfiltrations d'air mesurées sous un écart de pression différentielle de 75 Pa.



MURS INT.

COMPOSITIONS TYPIQUES — MURS INTÉRIEURS

TYPE DE MUR INTÉRIEUR	No	DESCRIPTION	DRF ⁽¹⁾	ITS ⁽²⁾
	M1	<ul style="list-style-type: none"> - 1 plaque de plâtre de type X - laine minérale, 64 mm - montants en bois, 64 mm à 610 mm c/c - bois lamellé-croisé 105 mm - montants en bois, 64 mm à 610 mm c/c - laine minérale, 64 mm - 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm 	1 h	58 ⁽³⁾
	M2	<ul style="list-style-type: none"> - 1 plaque de plâtre de type X - profilés métalliques souples à 406 mm c/c - bois lamellé-croisé 105 mm - espace d'air, 10 mm (optionnel) - montants en bois, 64 mm à 610 mm c/c - laine minérale, 64 mm - 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm 	1 h	53 ⁽⁴⁾
	M3	- bois lamellé-croisé 105 mm	30 min.	33 ⁽³⁾
	M3,1	<ul style="list-style-type: none"> - bois lamellé-croisé 105 mm - espace d'air, 10 mm (optionnel) - montants en bois, 64 mm à 610 mm c/c - laine minérale, 64 mm - 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm 	30 min.	50 ⁽⁴⁾
	M4	<ul style="list-style-type: none"> - 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm - profilés métalliques souples à 406 mm c/c - bois lamellé-croisé 105 mm - profilés métalliques souples à 406 mm c/c - 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm 	1 h	37 ⁽³⁾
	M5	- bois lamellé-croisé 105 mm	30 min.	33 ⁽³⁾
	M5,1	<ul style="list-style-type: none"> - bois lamellé-croisé 105 mm - profilés métalliques souples à 406 mm c/c - 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm 	30 min.	n/d

NOTES :

- (1) Degré de résistance au feu déterminé selon des essais conformes à la norme CAN/ULC S101, *Méthodes d'essai normalisées de résistance au feu pour les bâtiments et les matériaux de construction*, avec une condition d'utilisation de charge restreinte et/ou selon la méthode de calcul basée sur la vitesse de combustion. Il peut être possible d'obtenir un degré de résistance au feu plus élevé par calcul.
- (2) Le code du bâtiment exige que chaque logement doit être isolé de toute autre partie du bâtiment où il peut se produire du bruit par une construction ayant un indice de transmission du son d'au moins 50, mesuré conformément aux normes applicables. (Réf. *Code national du bâtiment 2010, articles 5.9.1.2. et 9.11.2.1*)
- (3) Valeur basée sur un panneau de bois de 105 mm. (Réf. *Manuel sur le bois lamellé-croisé, chapitre 9*)
- (4) Valeur obtenue de résultats d'essais réalisés in situ, ajustée selon ITS. (Réf. *Rapport d'essais, FPIInnovations*)

PLANCHERS

COMPOSITIONS TYPIQUES — PLANCHERS

TYPE DE PLANCHER	No	DESCRIPTION	DRF ⁽¹⁾	ITS ⁽²⁾	IIC
	P1	- panneau de fibres FERMACELL, 25 mm - sous-plancher ISOVER EP3, 20 mm - granules et nid d'abeille, 2x 30 mm - sous-couche de papier Kraft - bois lamellé-croisé 175 mm	1,5 h	62	59
	P1,1	+ 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm	2 h	> 62	> 59
	P2	- tapis ou plancher flottant, 10 mm - sous-couche résiliente (caoutchouc ou feutre), 3 mm - chape humide, au moins 76 kg/m ² (ex. 38 mm béton) - sous-couche résiliente (caoutchouc 10 mm, feutre 18 mm, ou panneau de fibres 12 mm) - bois lamellé-croisé 175 mm	1,5 h	> 53 ⁽⁴⁾	> 55 ⁽⁴⁾
	P2,1	+ 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm	2 h	> 53 ⁽⁴⁾	> 55 ⁽⁴⁾
	P3	- tapis ou plancher flottant, 10 mm - sous-couche résiliente (caoutchouc ou feutre), 3 mm - chape sèche, au moins 25 kg/m ² (20 mm FERMACELL, panneau fibres de ciment, ou Fibrerock) - sous-couche résiliente (caoutchouc 10 mm, feutre 18 mm, ou panneau de fibres 12 mm) - bois lamellé-croisé 175 mm	1,5 h	> 48 ⁽⁴⁾	> 50 ⁽⁴⁾
	P3,1	+ 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm	2 h	> 48 ⁽⁴⁾	> 50 ⁽⁴⁾
	P4	- bois lamellé-croisé 175 mm	1,5 h	39 ⁽⁵⁾	27 ⁽⁵⁾
	P4,1	- bois lamellé-croisé 175 mm - suspentes métalliques, 100 mm - rails métalliques à 406 mm c/c min. - matériau isolant acoustique, 100 mm - 2 plaques de plâtre de type X de 12,7 mm	2 h	64	59
	P5	- bois lamellé-croisé 175 mm	1,5 h	39 ⁽⁵⁾	27 ⁽⁵⁾
	P5,1	- FERMACELL 2E32 ou Permabase et Sonopan - bois lamellé-croisé 175 mm - poutrelles en I de 200 mm, 610 mm c/c - matériau isolant acoustique, 89 mm - 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm	2 h	59	54

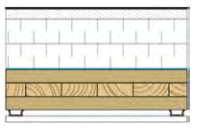
NOTES :

- (1) Degré de résistance au feu déterminé selon des essais conformes à la norme CAN/ULC S101, *Méthodes d'essai normalisées de résistance au feu pour les bâtiments et les matériaux de construction*, avec une condition d'utilisation de charge restreinte et/ou selon la méthode de calcul basée sur la vitesse de combustion. Il peut être possible d'obtenir un degré de résistance au feu plus élevé par calcul.
- (2) Le code du bâtiment exige que chaque logement doit être isolé de toute autre partie du bâtiment où il peut se produire du bruit par une construction ayant un indice de transmission du son d'au moins 50, mesuré conformément aux normes applicables. (Réf. Code national du bâtiment 2005, articles 5.9.1.2. et 9.11.2.1)
- (3) Plus élevé est l'IIC, meilleure est l'atténuation des bruits d'impact, 50 étant habituellement considéré le niveau minimum pour la satisfaction des occupants dans les habitations multifamiliales.
- (4) Valeur obtenue de résultats d'essais réalisés in situ, ajustée selon FITS. (Réf. Rapport d'essais, FPIinnovations)
- (5) Les valeurs ont été ajustées pour une dalle de bois de 175 mm. (Réf. Manuel sur le bois lamellé-croisé, Chapter 9)



TOITS

COMPOSITIONS TYPIQUES — TOITS

TYPE DE TOIT	No	DESCRIPTION ⁽¹⁾	DRF ⁽²⁾	RSI ⁽³⁾	R ⁽⁴⁾
	T1	- membrane et sous-couche - panneau de fibres, 25 mm (<i>Perlite</i>) - isolant rigide, 127 mm - pare vapeur 2 plis - bois lamellé-croisé 105 mm	n/a	5,8	33
	T1,1	+ profilés métalliques souples à 406 mm c/c + 1 plaque de plâtre de type X de 15,9 mm	1 h	5,9	33

NOTES :

- (1) Le concepteur doit inclure au minimum le parement, l'espace d'air et la membrane d'étanchéité à l'air requis aux compositions types ci-dessus.
- (2) Degré de résistance au feu déterminé selon des essais conformes à la norme CAN/ULC S101, *Méthodes d'essai normalisées de résistance au feu pour les bâtiments et les matériaux de construction*, avec une condition d'utilisation de charge restreinte et/ou selon la méthode de calcul basée sur la vitesse de combustion. Il peut être possible d'obtenir un degré de résistance au feu plus élevé par calcul.
- (3) Résistance thermique totale de l'élément de mur ($\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$); voir les exigences minimales selon différents codes ci-dessous.
- (4) Résistance thermique totale de l'élément de mur (valeur R); pour convertir la valeur RSI en valeur R, il faut diviser la valeur RSI par 0,1761.
- (5) Une bonne isolation thermique n'est jamais arbitraire et doit toujours être choisie en fonction de l'emplacement, de la zone et du climat.

RÉSISTANCES THERMIQUES, EXIGENCES MINIMALES

ÉLÉMENT DU BÂTIMENT ⁽¹⁾			MUR EXTÉRIEUR		TOIT OU PLAFOND	
RÉFÉRENCE	ZONE (DEGRÉS-JOURS SOUS 18 °C)	EXEMPLE	RSI	R	RSI	R
MAISON PASSIVE ⁽³⁾			8,81	50	8,81	50
NOVOCLIMAT ⁽⁴⁾			4,31	24	4,31	24
L.R.Q., c. B-1.1 ⁽⁵⁾	Zone A (≤ 6200)	<i>Malaric</i>	4,31	24	7,22	41
	Zone B (> 6200)	<i>Dolbeau</i>	5,11	29	9,00	51
CNÉB 2011 ⁽⁶⁾	Zone 5 (de 3000 à 3999)	<i>Toronto</i>	3,60	20	5,46	31
	Zone 6 (de 4000 à 4999)	<i>Montréal</i>	4,05	23	5,46	31
	Zone 7 (de 5000 à 6999)	<i>Québec</i>	4,76	27	6,17	35

NOTES :

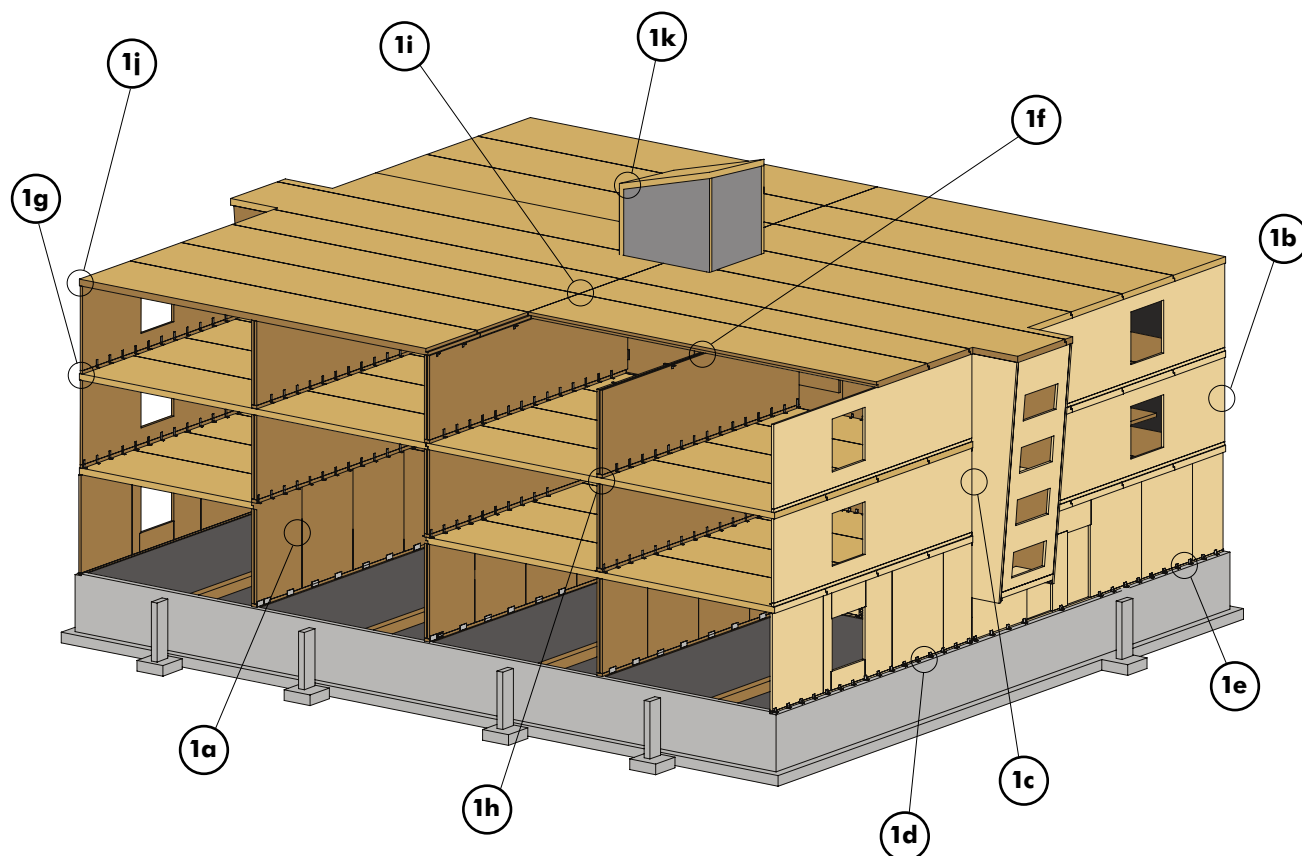
- (1) Voir les références appropriées pour d'autres types d'éléments.
- (2) On peut trouver les degrés-jours de chauffage pour une localité donnée à l'annexe C du Code national du bâtiment.
- (3) Les niveaux d'isolation requis sont déterminés par la modélisation du bâtiment et les données climatiques pertinentes. Dans la plupart des régions du Canada, des niveaux d'isolation d'au moins $\text{RSI} = 8,81 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ (R-50) sont nécessaires pour toute l'enveloppe du bâtiment.
- (4) Pour le programme Novoclimat, l'isolation des murs hors sol et des toits de type III (isolant non contenu dans l'épaisseur des éléments d'ossature) doit respecter le seuil minimum exigé de $\text{RSI} = 4,31$, tel que prescrit aux articles 1.1.4 et 1.1.3, respectivement, du document « Exigences techniques pour les immeubles à logements et à condominiums ».
- (5) Selon le projet de règlement modifiant le Code de construction pour favoriser l'efficacité énergétique (c. B-1.1).
- (6) Les exigences prescriptives du CNÉB, division B, partie 3, établissent des coefficients de transmission thermique globale maximaux (coefficient U). Ces valeurs varient uniquement en fonction des degrés-jours de chauffage dans la localité où se trouve le bâtiment.

DÉTAILS D'ASSEMBLAGE

FIGURE 1

DÉTAILS D'ASSEMBLAGE TYPIQUES

Ces détails typiques sont montrés comme guides; donc les quantités d'attaches sont à titre indicatif seulement et les dessins peuvent ne pas être à l'échelle. Certaines pièces requises tels que les contreventements et les blocages ont été omises par souci de clarté.



Des détails d'assemblage adéquats sont importants pour la performance structurale et de service des structures en bois. Un examen attentif des caractéristiques de gonflement et de retrait du bois reliées aux changements en humidité est essentiel dans le détaillage des assemblages de bois lamellé-croisé pour éviter les contraintes de traction perpendiculaire au fil. Il est également important dans la conception des assemblages d'isoler tous les éléments en bois d'une source potentielle d'humidité excessive.

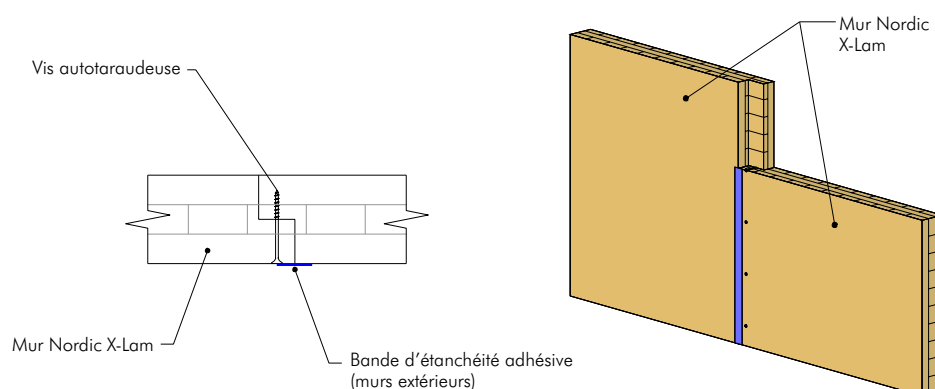
NOTES :

1. Les détails présentés à la figure 1 sont montrés comme guides. La conception finale doit inclure des considérations pour les résistances prévues, les distances d'extrémité et de rive, l'espacement entre les attaches, les changements dimensionnels, les exigences pour l'installation, la sécurité incendie, entre autres choses.
2. Les détails d'assemblage où le retrait du bois peut conduire à une contrainte de traction perpendiculaire au fil excessive devraient être évités.
3. Un dégagement suffisant doit être prévu entre les côtés des pièces en acier de l'assemblage et les éléments en bois pour permettre l'installation.
4. Les assemblages doivent être réalisés de manière à assurer un contact étroit entre les faces.
5. La conception doit considérer le degré de résistance au feu exigé, si applicable.

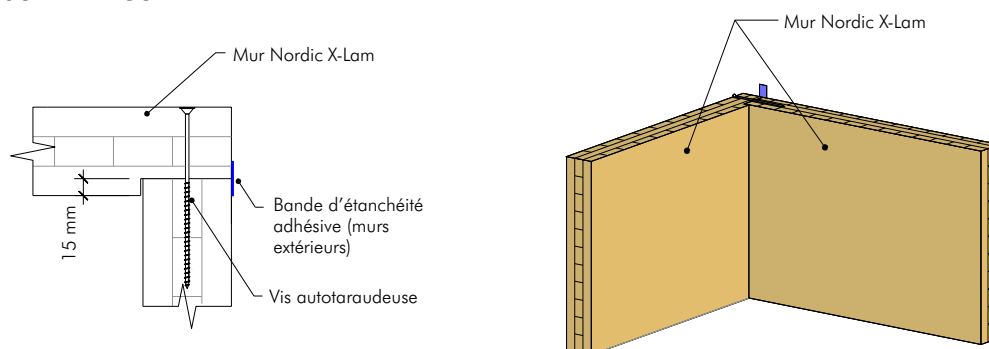


FIGURE 1
DÉTAILS D'ASSEMBLAGE TYPIQUES (suite)

1a JOINT DE MUR



1b JOINT DE COIN



1c CONNEXION MURS EXTERIEUR/INTÉRIEUR

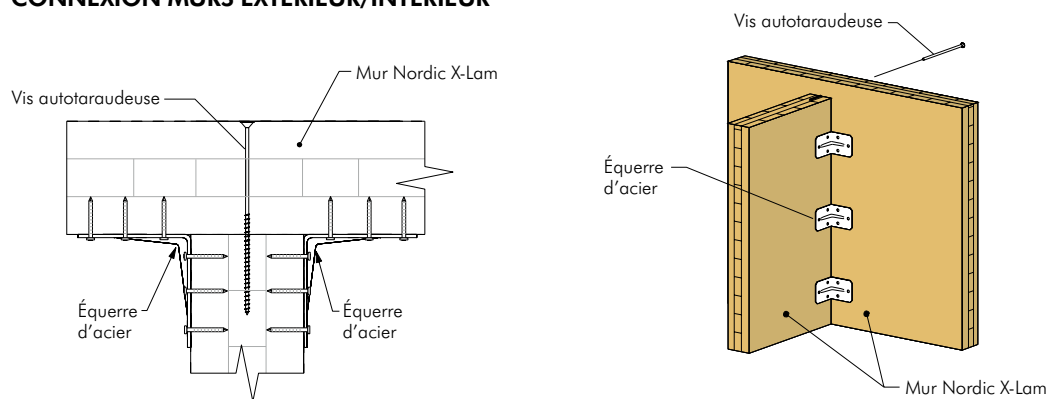
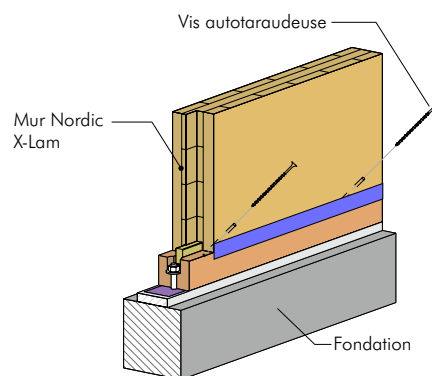
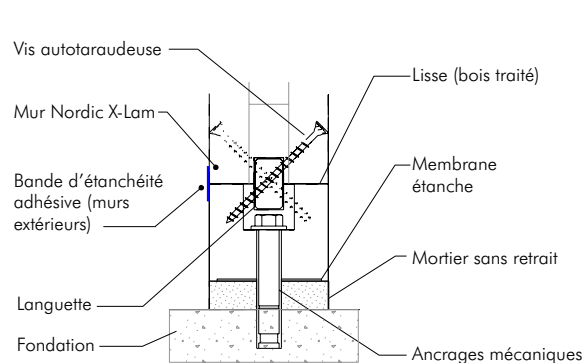


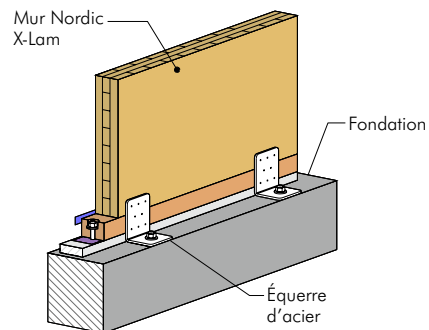
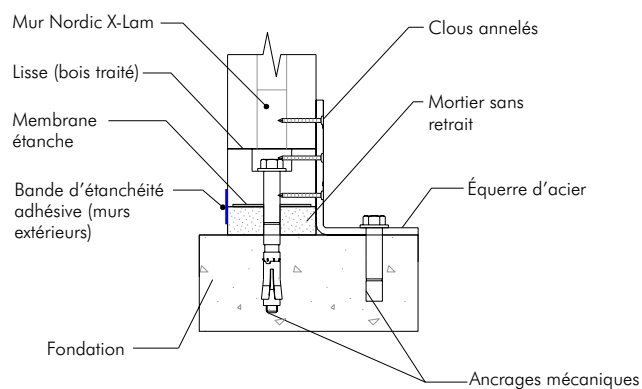
FIGURE 1

DÉTAILS D'ASSEMBLAGE TYPIQUES (suite)

1d DÉTAIL MUR/FONDATION, AVEC RAINURES ET LANGUETTES



1e MUR/FONDATION, AVEC ÉQUERRES EN ACIER



1f CONNEXION PLANCHER/MUR

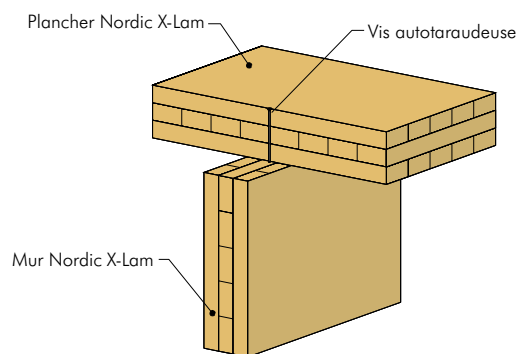
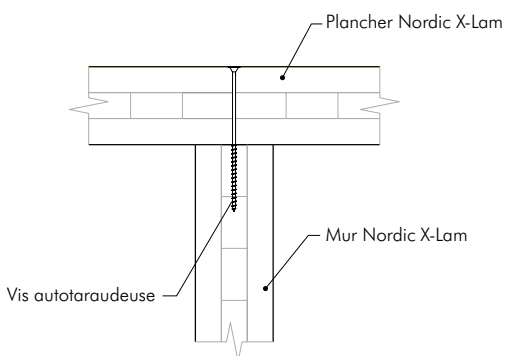
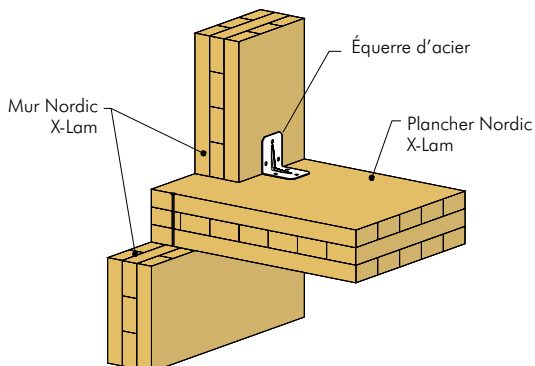
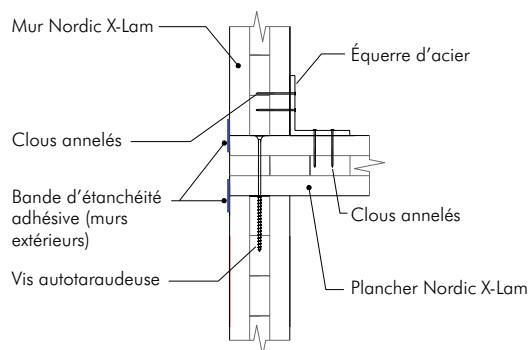


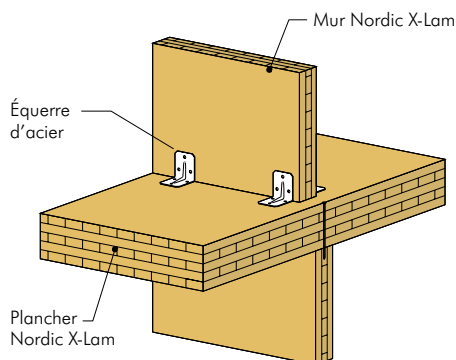
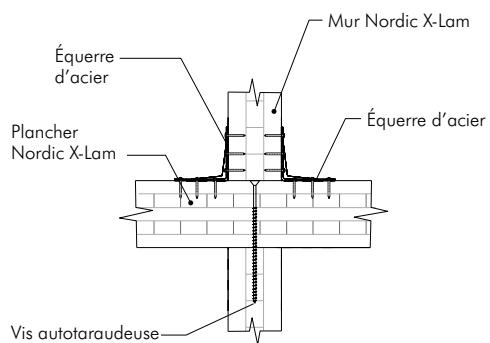
FIGURE 1
DÉTAILS D'ASSEMBLAGE TYPIQUES (suite)

1g CONNEXION MUR EXTÉRIEUR/PLANCHER

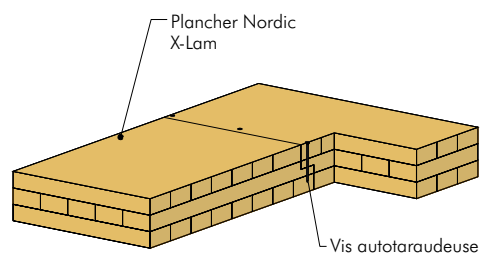
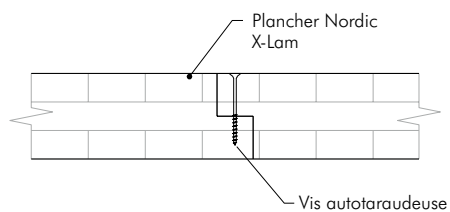


Note : Des plaques d'acier installées sur le côté extérieur peuvent être utilisées au lieu des équerres en acier.

1h CONNEXION MUR INTÉRIEUR/PLANCHER

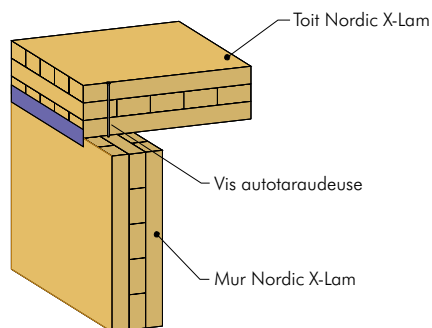
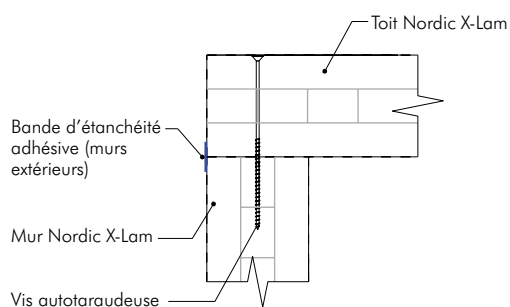
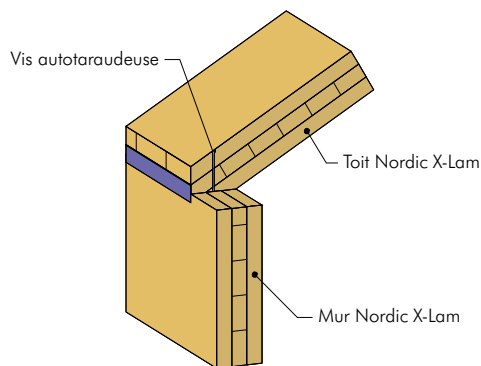
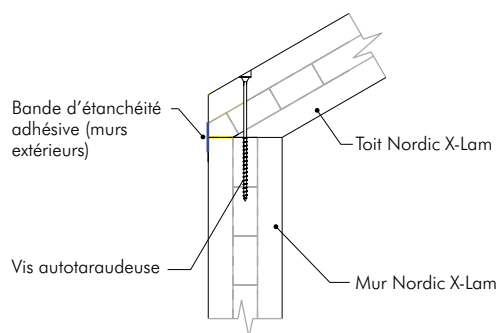


1i JOINT DE PLANCHER (OU TOIT)



Note : Un joint rapporté avec languette en contreplaqué peut être utilisé au lieu d'un joint à mi-bois tel qu'illustré.

FIGURE 1

DÉTAILS D'ASSEMBLAGE TYPIQUES (suite)**1j CONNEXION TOIT/MUR****1k CONNEXION TOIT EN PENTE/MUR**

Bien que les détails doivent répondre aux préoccupations d'entretien et d'apparence liées au détaillage des assemblages en bois lamellé-croisé, il est important de souligner que tous les détails d'assemblage doivent transférer efficacement les charges de calcul imposées sur la structure et que toutes les conceptions doivent être conformes avec les règles d'ingénierie acceptées. Les principes de base suivants, s'ils sont suivis, conduiront à des assemblages efficaces, durables et structuralement robustes.

PRINCIPES DE BASE :

1. Transférer les charges en compression (appui) dans la mesure du possible.
2. Permettre les changements dimensionnels au bois lamellé-collé dus aux variations d'humidité possibles en service.
3. Éviter l'utilisation de détails qui induisent les contraintes de traction perpendiculaire au fil dans un élément.
4. Éviter le piégeage de l'humidité dans les assemblages.
5. Ne placer pas le bois lamellé-collé en contact direct avec la maçonnerie ou le béton.
6. Éviter l'excentricité dans les détails d'assemblage.
7. Minimiser l'exposition du bois de bout.

UN CONCEPTEUR QUALIFIÉ DOIT TOUJOURS ÉVALUER CHAQUE ASSEMBLAGE, Y COMPRIS LES LIMITES DES ÉLÉMENTS EN BOIS.



ATTACHES ET CONNECTEURS

RÉSISTANCES PONDÉRÉES, VIS (kN)

ÉPAISSEUR DU PANNEAU (mm)	JOINTS PANNEAU-À-PANNEAU				ASSEMBLAGES DALLE-À-MUR			
	ASSY 3.0 Ø 6 mm ¹				ASSY 3.0 Ø 8 mm ¹			
	DIAMÈTRE (mm)	LONGUEUR (mm)	LATÉRALE ² (kN)	ARRACH. ³ (kN)	DIAMÈTRE (mm)	LONGUEUR (mm)	LATÉRALE ² (kN)	ARRACH. ³ (kN)
78-3s	6	70	0,34	n/a	8	160	1,26	5,04
105-3s	6	100	0,50	n/a	8	200	1,35	5,04
131-5s	6	120	0,61	n/a	8	240	1,45	6,44
175-5s	6	160	0,71	n/a	8	280	1,42	6,44
220-7s	6	180	0,70	n/a	8	320	1,39	6,44
244-7l	6	240	0,71	n/a	8	340	1,36	6,16
314-9l	6	300	0,71	n/a	8	400	1,29	5,46

NOTES :

1. Vis à bois autotaraudeuses ASSY 3.0, pour les joints à mi-bois panneau-à-panneau (détail 1i) et les assemblages dalle-à-mur (détail 1j).
2. Résistance latérale pondérée d'une vis, basée sur une courte durée d'application de la charge ($K_D = 1,15$). Pour une application de la charge de durée normale, diviser les valeurs par 1,15.
3. Résistance pondérée à l'arrachement d'une vis, basée sur une courte durée d'application de la charge ($K_D = 1,15$).
4. Les valeurs de résistance pondérée sont basées sur le rapport d'évaluation CCMC 13677-R pour les vis SWG ASSY® 3.0 et la norme CSA O86-09.
5. L'espacement et les distances de rive et d'extrémité doivent être tels que spécifiés dans le rapport d'évaluation CCMC 13677-R.

RÉSISTANCES PONDÉRÉES, CLOUS (kN)

ÉPAISSEUR DE L'ACIER (mm)	ASSEMBLAGES AVEC ANGLE EN MÉTAL ¹				ASSEMBLAGES AVEC PLAQUE EN ACIER ³			
	10 CLOUS 4-60 ²				CLOU 4-40 OU 6-60 ⁴			
	DIAMÈTRE (mm)	LONGUEUR (mm)	LATÉRALE (kN)	ARRACH. (kN)	DIAMÈTRE (mm)	LONGUEUR (mm)	LATÉRALE (kN)	ARRACH. (kN)
2,5	4	60	6,78	2,27	n/a	n/a	n/a	n/a
4,8	n/a	n/a	n/a	n/a	4	40	1,37	0,16
6,4	n/a	n/a	n/a	n/a	6	60	2,78	0,34

NOTES :

1. Angles en métal Simpson Strong-Tie ABR9020 (90 x 90 mm).
2. Les résistances pondérées latérales et en arrachement pour 10 clous annelés Simpson Strong-Tie CNA4x60 proviennent du document *Connectors for Cross-Laminated Timber Construction* (L-C-CLTCNCTRS15), fourni par le fabricant. L'installation et le clouage sont basés sur une construction à plate-forme. La figure ci-dessous illustre un assemblage typique avec un angle en métal.
3. Plaques en acier de 4,8 mm (3/16") ou 6,4 mm (1/4"), de grade CSA G40.21, conçues selon les normes applicables. L'espacement et les distances de rive et d'extrémité des assemblages doivent être conformes à la norme CSA O86-09.
4. Les résistances pondérées latérales et en arrachement des clous annelés 4-40 (diamètre de 4 mm et longueur de 40 mm) et 6-60 (diamètre de 6 mm et longueur de 60 mm), pour un clou, sont basées sur la norme CSA O86-09.
5. Les valeurs de résistance sont basées sur une courte durée d'application de la charge ($K_D = 1,15$). Pour une application de la charge de durée normale, diviser les valeurs par 1,15.



SERVICES D'INGÉNIERIE ET D'ARCHITECTURE



L'équipe de Nordic se compose d'ingénieurs, d'architectes et de spécialistes de la CAO. Nordic offre des services d'architecture et d'ingénierie complets pour vous assister dans vos projets et assurer leur réussite.

La performance structurale du bois lamellé-croisé a été démontrée dans plusieurs projets résidentiels, commerciaux et industriels depuis plus de 15 ans. Le produit est également bien adapté pour les bâtiments multi-étages - les structures en bois les plus hautes dans le monde sont fabriquées avec le bois lamellé-croisé. La gamme de produits Nordic offre des solutions efficaces pour la construction de la plupart des types de structure.

De la conception à l'assemblage complet des structures en bois et/ou des murs pré-assemblés, Nordic travaille avec plusieurs équipes de construction compétentes afin de réaliser votre projet selon le temps et le budget prévus.





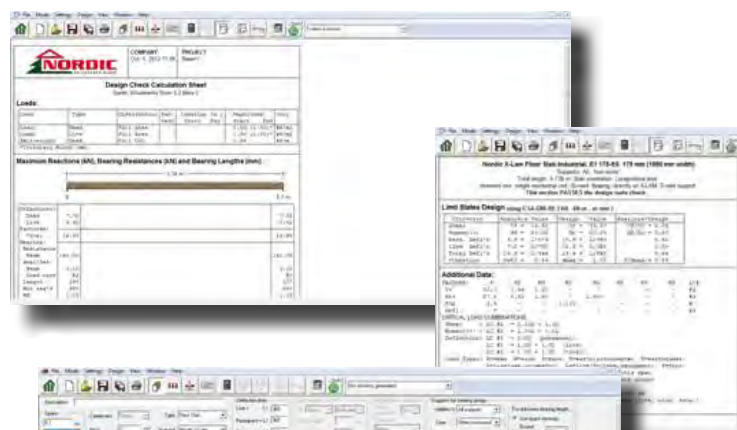
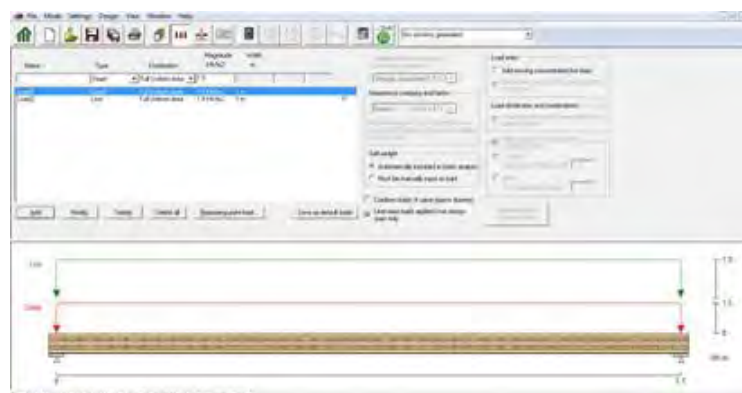
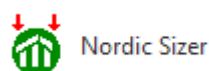
LOGICIEL NORDIC SIZER

Nordic Sizer est un logiciel qui peut être utilisé pour le calcul des éléments individuels (solives, poutres, dalles de plancher/toit, montants, colonnes, panneaux de mur), utilisant la gamme complète des produits en bois d'ingénierie Nordic, incluant le **bois lamellé-croisé**.

Le logiciel analyse et calcule des éléments en portée simple ou multiple pour les charges spécifiées permanentes, les surcharges dues à l'usage et les charges de neige et de vent selon la norme **CSA O86-09 ou -14**, et vérifie automatiquement les cas de chargement et les combinaisons de charges selon le CNB 2010. Les solives et les poutres peuvent être horizontales, inclinées ou avoir un angle oblique.

L'utilisateur peut également spécifier les limites de flèche, les supports latéraux, les entailles d'extrémité, les trous dans l'âme des poutrelles, les éléments composés, les conditions de service, et la composition de plancher, celle-ci étant pour le **contrôle des vibrations**. Le matériel, le grade ou la série, la largeur et l'épaisseur peuvent tous être spécifiés comme « inconnu » - une liste des sections acceptables avec toutes les combinaisons pour une portée et des charges données sera automatiquement générée.

Nordic Sizer peut être utilisé pour analyser et calculer des colonnes, montants et panneaux de mur dans des applications de murs porteurs; les colonnes peuvent être conçues pour des charges axiales et de flexion combinées. La fonctionnalité la plus récente est la **conception incendie** pour les éléments en bois massif. Le concepteur peut désormais concevoir les éléments en bois massif pour la résistance au feu selon le CNB 2010 et/ou la méthode de calcul basée sur la vitesse de combustion.



<http://nordic.ca/fr/documentation/logiciels>



TRANSPORT ET MANUTENTION

TRANSPORT

Le transport est planifié une fois que les plans de chargement et les dates de livraison ont été définis. Les éléments peuvent être transportés debout ou à plat. Les frais de transport comprennent le déchargement du camion au chantier. Le temps d'attente supplémentaire peut être facturé en supplément si des retards se produisent pendant le déchargement.



ENTREPOSAGE

Les principes de base d'entreposage du bois doivent être observés lorsqu'il est nécessaire d'entreposer le bois lamellé-croisé.



APPAREILS DE LEVAGE

Les éléments Nordic X-Lam sont fournis avec les accessoires de montage. Ceux-ci sont utilisés pour manipuler les éléments à l'usine et sur le chantier. Des boucles, attaches ou systèmes de vis spéciaux sont utilisés selon le type de composante et les dimensions. Le nombre d'accessoires de montage dépend des exigences de sécurité et des dimensions des composantes.



MONTAGE

Fournir le contreventement temporaire pour maintenir les lignes et les niveaux jusqu'à ce que les éléments porteurs permanents soient en place. Utiliser des élingues en nylon et des protections pour les coins pour éviter d'endommager les bords des éléments.



Pour voir le montage du projet Copropriété à Chibougamau (vidéo d'une durée de 2,5 min.) : <http://nordic.ca/fr/documentation/publications>



PORTFOLIO

PORTFOLIO

District 03 – Lofts et condos
Québec, Qc (2013)



Résidence Gérard-Blanchet
Desbiens, Qc (2011)



Copropriété
Chibougamau, Qc (2012)



Centre récréatif
Saint-Prime, Qc (2011)

SPÉCIFICATIONS

LEED

INTRODUCTION

Nordic X-Lam est un bois lamellé-croisé fabriqué avec l'épinette noire en conformité avec le grade E1 de la norme ANSI/APA PRG-320, tel que décrit dans le rapport de produit APA PR-L306C. Les produits Nordic X-Lam sont utilisés comme éléments de structure et sont fabriqués en conformité avec le programme d'assurance de la qualité de l'usine certifié par l'APA. Les adhésifs utilisés pour fabriquer les produits en bois lamellé-croisé sont conçus pour un usage extérieur ou pour une exposition limitée à l'humidité satisfaisant aux exigences de la norme CSA O112.9 ou CSA O112.10, respectivement, et ne contiennent pas d'urée formaldéhyde ajoutée. Le bois est certifié en vertu de la norme FSC-STD-40-004 de la Forest Stewardship Council.

PRODUITS VERTS

Les produits Nordic X-Lam énumérés ci-dessus sont qualifiés pour la construction verte avec les points spécifiés dans le tableau 1, tel que vérifié indépendamment par l'APA¹ comme répondant aux critères pertinents de la certification LEED Canada pour les nouvelles constructions et les rénovations importantes, édition 2009.

TABLEAU 1
LEED CANADA POUR LES NOUVELLES CONSTRUCTIONS ET LES RÉNOVATIONS IMPORTANTES 2009

Points ayant été vérifiés comme éligibles par l'APA¹

	Section / Critère	Points éligibles	Points maximum
✓	QE1 4.4: Matériaux à faibles émissions : Les produits de bois composite utilisés à l'intérieur du bâtiment (du côté intérieur du système d'étanchéité) ne doivent contenir aucune résine d'urée formaldéhyde ajoutée.	1	1

Points éligibles conditionnels à l'emplacement du site de construction

	Section / Critère	Points éligibles	Points maximum
✓	MR 5: Matériaux régionaux : Utiliser des matériaux ou des produits de construction qui ont été extraits, recueillis, récupérés et traités dans un rayon de 800 km du site de fabrication finale. Démontrer que le site de fabrication finale de ces produits est situé dans un rayon de 800 km (2 400 km s'ils sont expédiés par train ou par bateau) du chantier de construction pour un minimum de 20% ou 30%.	1 pt pour 20% et 2 pts pour 30%	1 pt pour 20% et 2 pts pour 30%
✓	MR 7: Bois certifié : Utiliser un minimum de 50% (établi sur la base du coût) de matériaux et de produits à base de bois certifié selon les principes et critères du Forest Stewardship Council pour les produits et matériaux à base de bois.	1	1

INFORMATION ADDITIONNELLE

- Les produits Nordic X-Lam sont fabriqués à l'usine de Chantiers Chibougamau Ltée (CCL) à Chibougamau, Québec.
- CCL utilise des matériaux de base, i.e. le bois, qui ont été extraits, recueillis, récupérés et traités dans un rayon de 800 km du site de fabrication finale. La distance moyenne de récolte est de 100 km, et la plus grande distance de 240 km.
- Les produits Nordic X-Lam sont fabriqués de 96% (en poids) de fibres de bois; les autres composantes comprennent les résines (sans urée formaldéhyde ajoutée).
- LEED QE1 - Crédit 4.1, Matériaux à faibles émissions : Adhésifs et produits d'étanchéité - *Non applicable*
- LEED MR - Crédit 3, Réutilisation des matériaux - *Non applicable*

DONNÉES À L'APPUI

- ¹APA Green Verification Reports GR-L306, Nordic X-Lam
- FSC SW-CW/FM-003874 Aménagement forestier et SW-COC-CW-003885 Chaîne de traçabilité (CCL)
- FSC SW-COC-004084 Chaîne de traçabilité (Nordic)

UN PETIT PAS POUR NORDIC —

UN GRAND PAS POUR L'INDUSTRIE

Depuis sa création, Nordic s'est efforcée de fournir des produits en bois les plus efficaces ayant le moins d'impacts sur l'environnement. C'est pourquoi, en partenariat exclusif avec Chantiers Chibougamau Ltée, Nordic est devenue un chef de file en exigeant des pratiques forestières bien gérées.

Dès 2000, Nordic a été l'une des premières sociétés en Amérique du Nord à exiger que le bois utilisé dans ses produits réponde ou dépasse la norme ISO 14001. Dans le cadre de son engagement permanent à trouver des solutions de bois durables, Nordic est fière d'offrir des produits certifiés par le Forest Stewardship Council, la référence internationale des forêts bien gérées.

Que représente un logo?

Avec tous les organismes de certification qui foisonnent, faire le bon geste et acheter des produits fabriqués de manière responsable peut souvent être déroutant. L'étiquette FSC facilite les choses et aide à faire le bon choix lors de l'achat de produits du bois. Ce qui distingue FSC :

Seul le FSC

- interdit la conversion de forêts naturelles ou autres habitats à travers le monde;
- interdit l'utilisation de pesticides dangereux à travers le monde;
- respecte les droits de l'homme avec une attention particulière pour les peuples autochtones;
- est le seul *système de certification* forestière qui reçoit l'appui des principaux groupes environnementaux;
- identifie les secteurs nécessitant une protection spéciale (p. ex. les sites culturels ou sacrés, les habitats de plantes ou d'animaux en voie de disparition).

Par-dessus tout, seul le FSC examine chaque opération certifiée *au moins* une fois par an, et si elle est jugée non conforme, retire le certificat.

"FSC has the highest environmental standard for forest management of any certification system in the world."

Monte Hummel
World Wildlife Fund, Canada

Protéger les ressources naturelles est la responsabilité de chacun; chez Nordic, nous faisons notre part.

Faites la vôtre.

Des produits de bois certifiés FSC sont disponibles. Consultez votre distributeur local pour plus de détails.



La marque de la gestion
forestière responsable

FSC® C011517



www.nordicwp.com



SIÈGE SOCIAL ET SERVICES TECHNIQUES

info@nordicwp.com

T. 514.871.8526 • F. 514.871.9789



La marque de la gestion
forestière responsable
FSC® C011517



N-C162_f / Juin 2015
Imprimé au Canada sur papier recyclé