



# Feuille de route pour le bois massif

**Une chaîne de valeur intégrée  
de la forêt aux bâtiments**

en partenariat avec

## Équipe de rédaction

### Bentley Allan, PhD

Conseiller principal –  
trajectoires de transition  
L'Accélérateur de transition

### Derek Eaton, PhD

Directeur de l'économie du futur,  
L'Accélérateur de transition

## Facilitation et stratégie

### Pong Leung

Associé principal,  
Energy Futures Lab

## Remerciements

Le présent rapport repose sur des consultations menées auprès des membres de l'Association des produits forestiers du Canada et du Conseil canadien du bois, ainsi d'une diversité d'autres acteurs. Les auteurs remercient Rick Jeffery, Derek Nighbor, Kate Lindsay, Peter Moonen, Mahima Sharma, Sarah Hicks, Robert Jonkman, Tim Caldecott, Patrick Crabbe, André Lema, Stephane Laroye, Jean-François Levasseur, John McNally, Caroline Meier, Mohammed Mohammed, et Miranda Williamson pour leurs contributions. L'équipe remercie tous les participants aux ateliers et aux consultations, ainsi que Emily Blocksom et Kristan Embrett pour leur apport à l'organisation des ateliers.

Images de couverture :

Photo: KK Law, courtesy [naturally:wood](#)

## A propos de nous



L'Accélérateur  
de transition

[accelerateurdetransition.ca](http://accelerateurdetransition.ca)

L'Accélérateur de transition a pour but de soutenir la transition du Canada vers la carboneutralité tout en répondant à des enjeux sociaux. Nous travaillons avec des groupes innovants pour proposer de nouvelles visions d'un avenir carboneutre socialement et économiquement viable, en vue d'élaborer des trajectoires de transition crédibles et convaincantes pouvant faire de ces visions une réalité. L'Accélérateur de transition agit comme collaborateur, facilitateur et multiplicateur de force, formant des coalitions afin de mettre en place ces trajectoires et ainsi mettre en œuvre des changements sur le terrain.



[fr.fpac.ca](http://fr.fpac.ca)

L'APFC offre une voix, au Canada et à l'étranger, aux producteurs canadiens de bois, de pâtes, de papiers et de bioproducts à base de bois pour les questions touchant le gouvernement, le commerce et l'environnement. Avec un chiffre d'affaires annuel de plus de 73 milliards de dollars, le secteur canadien des produits forestiers est l'un des plus importants employeurs du pays. Il est présent dans des centaines de localités et procure 205 000 emplois directs et plus de 600 000 emplois indirects d'un océan à l'autre. L'APFC et ses membres se sont engagés à collaborer avec les dirigeants autochtones, les gouvernements fédéraux et provinciaux, les partenaires syndicaux, les groupes communautaires et les autres détenteurs de droits et parties prenantes afin de faire progresser le potentiel environnemental, social et économique du secteur à long terme.



[cwc.ca](http://cwc.ca)

Fondé en 1959, le Conseil canadien du bois (CCB) est la voix unificatrice du Canada pour l'industrie des produits du bois. Le CCB représente l'industrie des produits du bois par l'entremise d'une fédération nationale d'associations. La mission du conseil est de favoriser l'accès aux marchés et d'accroître la demande de produits du bois canadiens en privilégiant l'excellence dans les codes, les normes, les règlements et l'éducation. Le CCB fournit des services techniques et de transfert de connaissance relativement aux codes du bâtiment, aux normes et aux règlements. Avec son expertise technique, le CCB est présent dans toutes les branches du système réglementaire. Par l'entremise de son programme WoodWorks, le CCB un support technique et un transfert de connaissances pour le secteur de la construction.



[energyfutureslab.com](http://energyfutureslab.com)

L'Energy Futures Lab a été créée en 2015 en réaction au sentiment croissant de polarisation au Canada. Depuis lors, il réunit des intervenants de l'ensemble de la filière énergétique afin de mettre au point en collaboration des solutions visant à assurer un avenir énergétique à faibles émissions. Cette approche souligne l'importance de prendre en considération divers points de vue pour relever des défis complexes qui touchent l'ensemble du système.

## Table des matières

<b>Résumé</b>	<b>5</b>
<b>Construire l'industrie du bois massif</b>	<b>11</b>
<b>Objectifs de la feuille de route</b>	<b>15</b>
<b>Des axes de travail pour favoriser l'essor du bois massif</b>	<b>18</b>
Foresterie et approvisionnement en bois	19
Fabrication	27
Architecture, codes de construction, conception et sécurité incendie	34
Construction	42
Politique, programmes et durabilité	49
<b>Conclusion</b>	<b>59</b>
<b>Références</b>	<b>61</b>





Tour des soins critiques de l'hôpital Surrey Memorial Surrey, BC

Photographie : Ed White Photographics, avec la permission de CEI Architecture et Parkin Architects  
Source: [naturally:wood](#)

# Résumé

## Les arguments en faveur du bois massif et sa nécessité

Après plus d'une décennie de travail acharné pour libérer et démontrer le potentiel du bois massif au Canada, l'industrie est prête à prendre de l'ampleur. Près de 700 bâtiments en bois massif ont été construits au Canada, et plus de 140 projets sont en cours de construction ou de planification.<sup>1</sup> Le Canada dispose d'excellentes ressources en bois et d'une chaîne d'approvisionnement gérée par des experts du début à la fin. La demande de poutres, de panneaux et de bâtiments en bois massif est non seulement forte, mais aussi en croissance.<sup>2</sup> L'industrie progresse rapidement et nous avons la possibilité d'accroître la valeur manufacturière ajoutée du secteur forestier, mais il reste du travail à faire pour s'emparer de cette occasion.

Le bois massif permettrait de répondre à trois besoins essentiels au Canada :

- » soutenir l'effort de décarbonation des bâtiments;
- » contribuer à la résolution de la crise du logement;
- » créer des emplois de qualité dans les communautés rurales et autochtones.

## Encourager la carboneutralité dans le secteur du bâtiment

Le bois massif contribue à réduire l'intensité carbonique du secteur de la construction en éliminant les émissions liées au béton à l'acier et en assurant le stockage à long terme du carbone.<sup>3</sup> L'utilisation de produits en bois, parallèlement à l'application d'autres décisions rentables, peut réduire le carbone intrinsèque de 40 %. Étant donné que le carbone intrinsèque incorporé dans les matériaux représente la majorité des émissions du cycle de vie de la construction des bâtiments, le bois massif peut faire une grande différence.

*L'utilisation de produits en bois, parallèlement à l'application d'autres décisions rentables, peut réduire le carbone intrinsèque de 40 %.*



Nouvelle construction d'immeubles de grande hauteur à Burnaby, Vancouver

*Utiliser du bois massif comme matériau de construction, surtout si l'on intègre la préfabrication et les approches modulaires, est une façon stratégique et prometteuse d'accélérer la construction de structures résidentielles à plusieurs unités et de réduire les dépenses.*

## S'attaquer à la crise du logement

Le bois massif peut également contribuer à résoudre la crise du logement au Canada. Ce matériau est devenu populaire grâce aux grandes constructions en bois et aux bâtiments non résidentiels emblématiques, dont beaucoup étaient des créations uniques. Or, aujourd'hui, le bois massif est prêt à devenir un matériau de choix pour la construction de bâtiments résidentiels, en particulier pour ceux de 4 à 6 étages et ceux, plus courants, de 7 à 12 étages, en comprenant également les structures hybrides, qui combinent le bois avec l'acier et le béton.

Utiliser du bois massif comme matériau de construction, surtout si l'on intègre la préfabrication et les approches modulaires, est une façon stratégique et prometteuse d'accélérer la construction de structures résidentielles à plusieurs unités et de réduire les dépenses.<sup>4</sup> La préfabrication

devient une option possible grâce aux panneaux de bois massif, en particulier ceux en lamellé-croisé (CLT), car ils permettent de fabriquer et de personnaliser hors site des assemblages muraux entiers. Les ouvertures des fenêtres et des portes peuvent être pré découpées et des connexions standardisées peuvent servir à assembler rapidement les composants. On peut utiliser ces éléments de préfabrication pour créer des bâtiments hautement personnalisables.

L'utilisation du bois massif peut raccourcir les délais de construction jusqu'à 20 %.<sup>5</sup> Cela permet de réduire les coûts de construction (et les coûts de financement), qui représentent une part importante du coût d'un bâtiment sur toute sa durée de vie. La préfabrication et la modularisation pourraient faire baisser les coûts encore davantage. Le Canada a besoin d'un groupe de travail national pour accélérer l'élaboration de solutions en matière de bois au Canada pour résoudre la crise du logement.

## Créer des emplois de qualité dans les communautés rurales et autochtones

En outre, le secteur du bois massif créera de bons emplois dans les communautés rurales et autochtones. Ces communautés doivent se considérer comme partie intégrante de la transition vers la carboneutralité. Trop souvent, les communautés de ressources primaires du Canada se sentent exclues de l'économie de demain. Le bois massif peut contribuer à les y intégrer.

## Les chaînes de valeur du secteur forestier à celui du bâtiment : une course mondiale

Par conséquent, les pays se sont lancés dans une course pour saisir ces avantages et les possibilités économiques qu'offre le bois massif dans le cadre de la transition vers un monde carboneutre.<sup>6</sup> Les pays utilisent les politiques industrielles pour positionner leurs entreprises dans des chaînes de valeur mondiales qui évoluent rapidement. Les efforts visant à capter la valeur ajoutée manufacturière, c'est-à-dire à transformer les ressources primaires en produits de grande valeur qui intègrent des technologies innovantes et des compétences de pointe, sont essentiels dans cette compétition.<sup>7</sup>

L'industrie manufacturière est incontournable dans la réussite économique à long terme, car elle peut accroître la productivité et stimuler la croissance.

Pour l'instant, le Canada est à la traîne dans cette course : de nombreux projets canadiens s'approvisionnent en produits de bois massif (par exemple en panneaux CLT) en Europe plutôt qu'auprès de fabricants locaux.

Pour être compétitif au niveau mondial, le **Canada doit créer une chaîne de valeur efficace et intégrée de la forêt au bâtiment**. Le temps presse. Le pays a besoin des solutions de construction carboneutre et des emplois verts qu'une industrie du bois massif en pleine croissance apportera aux communautés forestières.



## Une feuille de route pour réaliser notre vision

En 2023, l'Association des produits forestiers du Canada (APFC), le Conseil canadien du bois (CCB), Energy Futures Lab (EFL) et l'Accélérateur de transition ont assemblé un groupe de plus de 50 participants de la chaîne de valeur du bois massif du Canada représentant des entreprises, des gouvernements, des instituts de recherche, des communautés autochtones et des organisations non gouvernementales (ONG). Au fil d'une série d'ateliers, ces participants ont collaboré à l'élaboration de la présente feuille de route pour un secteur du bois massif prospère au Canada.

La feuille de route part du principe que, pour construire une industrie du bois massif de classe mondiale, le Canada doit adopter une approche stratégique quant à l'utilisation de ses ressources forestières. Le Canada doit considérer ses forêts comme une ressource nationale susceptible d'ajouter de la valeur à l'économie, plutôt que d'adopter une approche fondée sur les produits primaires et axée sur le volume.

À ce titre, la feuille de route propose une vision ambitieuse qui consiste à **faire croître le marché du bois massif à 1,2 milliard \$ d'ici 2030 et à doubler ce chiffre**

À ce titre, la feuille de route propose une vision ambitieuse qui consiste à faire croître le marché du bois massif à 1,2 milliard \$ d'ici 2030 et à doubler ce chiffre pour atteindre 2,4 milliards \$ d'ici 2035.



pour atteindre 2,4 milliards \$ d'ici 2035, ce qui reflète la croissance attendue de la demande sur le marché tant au Canada qu'aux États-Unis. Augmenter la part du Canada dans cette croissance, tant au niveau de l'utilisation au pays que des exportations, nécessite des efforts concertés dans trois domaines d'action essentiels qui ont été définis dans la présente feuille de route.

- 1. Créer une collaboration entre les secteurs public et privé afin d'élaborer et de faire progresser un ensemble de mesures permettant de valoriser les ressources forestières du Canada tout en renforçant les capacités locales tout au long de la chaîne d'approvisionnement.**
- 2. Standardiser les archétypes de bâtiment, les spécifications du bois et les connecteurs dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.**
- 3. Élaborer et mettre en œuvre un plan de développement des compétences qui couvre tous les aspects de la chaîne d'approvisionnement.**

Pour coordonner et préciser les mesures plus spécifiques, la feuille de route divise l'écosystème du bois massif en cinq **axes de travail**, visant chacun son propre objectif à court terme.

- » **Forsterie et approvisionnement en bois** : Faire progresser les besoins spécifiques en matière d'usinage et de séchage du bois massif tout en évaluant quels sont les changements nécessaires pour transformer la récolte et le classement du bois afin de créer une chaîne d'approvisionnement intégrée.
- » **Fabrication** : Augmenter la capacité de production, y compris la préproduction de lamelles et de billettes ainsi que la préfabrication..
- » **Architecture, codes de construction, conception et sécurité incendie** : Identifier les créneaux stratégiques pour les connexions préfabriquées et appliquer les modifications des codes de construction les plus faciles à mettre en œuvre.
- » **Construction** : Favoriser l'adoption du bois massif en tant que matériau de construction de prédilection et dépasser le stade de la construction de bâtiments uniques pour passer à des formes reproductibles, à des marchés de construction de grande envergure et à la construction hybride.
- » **Politique, programmes et durabilité** : Élaborer un ensemble de mesures – notamment des subventions, des incitations fiscales, des programmes de R&D et une synthèse de l'ACV – qui aiderait l'industrie à se développer tout en renforçant les capacités locales tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

Cette feuille de route détaille les cibles, les objectifs et les actions propres à chacun de ces axes de travail qui sont nécessaires pour faire progresser l'industrie du bois massif au Canada dès aujourd'hui. Afin de mettre en évidence les priorités les plus importantes, un tableau récapitulatif des actions en lien aux axes de travail pertinents pour les trois domaines d'action essentiels est présenté ci-dessous.

TROIS DOMAINES D'ACTION ESSENTIELS	ACTIONS PRIORITAIRES DES AXES DE TRAVAIL
<b>Créer une collaboration entre les secteurs public et privé pour développer et faire avancer un ensemble de mesures</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Créer un organe de coordination entre les sphères publique et privée pour développer et faire avancer les priorités politiques et les priorités de programmes</li> <li>• Créer un plan gouvernemental pour le déploiement d'un financement stratégique</li> <li>• Songer à imposer une exigence en matière de carbone intrinsèque dans le cadre de la Stratégie canadienne pour les bâtiments verts</li> <li>• Modifier les codes de construction et de prévention des incendies pour permettre une plus grande pénétration du marché</li> <li>• Ajuster la Stratégie pour un gouvernement vert pour favoriser l'expansion du bois massif par le biais de la passation de marchés</li> <li>• Développer une stratégie d'innovation dans le secteur forestier</li> </ul>
<b>Standardiser les archétypes de bâtiment, les spécifications du bois et les connecteurs dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développer une gamme de produits normalisés pour le bois d'œuvre (taille, qualité, humidité)</li> <li>• Développer des produits normalisés prioritaires pour les principaux segments de croissance</li> <li>• Développer des possibilités de connecteurs standards</li> <li>• Développer des systèmes abordables et pratiques pour différents archétypes de bâtiments</li> <li>• Identifier les éléments de bâtiment spécifiques de grande valeur qui pourraient servir de cas d'essai pour faire baisser la courbe des coûts de la préfabrication</li> </ul>
<b>Élaborer et mettre en œuvre un plan de développement des compétences qui couvre tous les aspects de la chaîne d'approvisionnement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Élaborer des formations pour les architectes, les ingénieurs, les équipes de financement et de développement</li> <li>• Instaurer un programme national de formation pour les travailleurs qualifiés du bois massif</li> <li>• Développer des pôles éducatifs régionaux</li> </ul>





## Un appel à l'action : une Alliance pour le bois massif

Pour s'étendre, le secteur du bois massif a besoin des mesures incitatives adéquates afin de surmonter la question de l'œuf ou la poule dans la chaîne de valeur : les fabricants ont besoin de constater la demande du marché pour justifier des investissements en capital importants, tandis que les concepteurs de bâtiments et les promoteurs ont besoin d'avoir la certitude que les produits en bois massif seront fournis en temps voulu.

Compte tenu de la nature intégrée et dynamique de ce défi, cette feuille de route doit maintenant être mise en œuvre par une alliance de l'industrie et d'autres parties prenantes, en étroite collaboration avec les pouvoirs publics. Un conseil de coordination devrait superviser la mise en œuvre de la feuille de route, avec le soutien d'un groupe de travail pour chacun des cinq axes de travail.

Nous invitons les gouvernements, à différents niveaux, à jouer un rôle essentiel dans la mise en œuvre de la feuille de route. Ils doivent participer activement au processus, en tant que membres du conseil et des groupes de travail. Le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux concernés devraient considérer le processus d'élaboration de la feuille de route pour le secteur du bois massif comme une initiative stratégique prioritaire. En s'inspirant du succès d'autres initiatives, on constate que la meilleure approche pour mettre en œuvre la feuille de route consiste en un partenariat entre les secteurs public et privé.

Le Canada a la possibilité de développer le secteur du bois massif en réponse à une demande importante du marché, tant au niveau national qu'international. Cela créera des possibilités de développement économique régional, emplois qualifiés inclus. Le bois massif peut également jouer un rôle majeur dans la lutte contre la pénurie de logements au Canada, en combinant une construction plus rapide et moins coûteuse avec une empreinte carbone réduite, et ce pour les décennies à venir. Pour saisir cette occasion, les entreprises et les autres acteurs de l'écosystème doivent désormais déployer des efforts intentionnels et ciblés.

*Compte tenu de la nature intégrée et dynamique de ce défi, cette feuille de route doit maintenant être mise en œuvre par une alliance de l'industrie et d'autres parties prenantes, en étroite collaboration avec les pouvoirs publics.*



# Construire l'industrie du bois massif

*En Amérique du Nord, on estime la production de produits en bois massif en 2022 à environ 350 000 m<sup>3</sup>, avec une capacité de production d'au moins 800 000 m<sup>3</sup>.*

## L'état de l'industrie

Au niveau mondial, l'industrie du bois massif connaît une croissance importante. En Europe centrale (y compris en Autriche, en Allemagne, en Italie, en Suisse et en Tchéquie), les fabricants ont produit environ 1,3 Mm<sup>3</sup> (million de mètres cubes) de CLT en 2022, soit une augmentation de près de 20 % par rapport à 2021. Ailleurs, deux grandes usines de CLT ont été construites en Suède et une autre en Nouvelle-Zélande.<sup>8</sup>

En Amérique du Nord<sup>9</sup>, on estime la production de produits en bois massif en 2022 à environ 350 000 m<sup>3</sup>, avec une capacité de production d'au moins 800 000 m<sup>3</sup>. Bien qu'à la traîne par rapport à l'Europe, la production nord-américaine a augmenté d'environ 15 % en 2022, avec une augmentation encore plus importante de la capacité de production. Il existe au moins 23 usines de fabrication de bois massif en activité ou potentielles en Amérique du Nord, dont sept au Canada (AB, BC, MB, ON, QC).<sup>10</sup>

L'utilisation du bois massif dans la construction en Amérique du Nord connaît une forte croissance et a le potentiel de décoller. En 2022, la superficie des bâtiments construits avec des produits de bois massif a augmenté d'environ 40 % par rapport à 2021, la quasi-totalité de cette augmentation étant due à l'utilisation du CLT.<sup>11</sup>

Aux fins de la présente feuille de route, le bois massif comprend le bois lamellé-collé (colonnes et poutres lamellés-collés ou GLT), le bois lamellé-croisé (panneaux composés de plusieurs couches perpendiculaires de planches de bois jointées, ou CLT), ainsi que le bois lamellé-cloué (ou NLT) et lamellé-goujonné<sup>12</sup> (ou DLT).

Plus de 600 bâtiments en bois massif ont été construits au Canada, et 124 projets sont en cours de construction ou de planification.<sup>13</sup> Le Canada dispose d'excellentes ressources en bois et d'une chaîne d'approvisionnement gérée par des experts du début à la fin. La demande de poutres, de panneaux et de bâtiments en bois massif est forte et croissante.

Le secteur moderne du bois massif a vu le jour en Europe dans les années 1990, avec des scieries qui cherchaient à diversifier leurs gammes de produits. KLH, la figure de proue de la commercialisation du bois massif, est née du fusionnement de trois petites scieries. Elle a développé l'industrie en aval, c'est-à-dire de la scierie à la production, puis jusqu'à l'architecture et le développement. KLH est un bon exemple d'une entreprise de bois massif totalement intégrée. Ce modèle d'affaires était nécessaire dans les premiers temps du bois massif, car les entreprises devaient créer au fur et à mesure leur propre marché de la construction.<sup>14</sup>

Plus récemment, des usines bien établies telles que Binderholz et Pfeifer (deux des plus grandes entreprises de bois d'œuvre d'Europe) se sont lancées dans le bois massif.<sup>15</sup> Ces entreprises sont spécialisées dans la création de produits du bois à valeur ajoutée, notamment le bois de sciage, les panneaux à trois couches, les coffrages à béton, les palettes à blocs, les granulés et les litières pour chevaux.<sup>16</sup> L'ajout du bois massif à la gamme de produits a permis de la diversifier, réduisant ainsi la volatilité des cycles saisonniers et conjoncturels. L'industrie du bois massif étant alimentée par les scieries, les fabricants pouvaient créer les lamelles exactes (panneaux dimensionnels) nécessaires à la production. En Europe, les scieries achètent des grumes à des exploitants privés et publics et se spécialisent dans la maximisation de la valeur du bois. Il s'agit d'un mode de faire-valoir très différent, qui a des implications sur le type de modèles commerciaux qui seront couronnés de succès tout au long de la chaîne d'approvisionnement.

Au Canada, deux entreprises de bois massif, Kalesnikoff et Nordic Structures, se sont développées à partir de scieries pour en arriver à la production de bois massif. Au départ, Kalesnikoff était une petite scierie qui cherchait à ajouter de la valeur à ses produits.<sup>17</sup> Nordic appartient à la famille qui exploite les Chantiers Chibougamau, une usine de sciage qui fabrique depuis longtemps des produits du bois à valeur ajoutée. Une autre entreprise, Western Archrib, a procédé à une intégration verticale en amont de la chaîne d'approvisionnement pour la production de lamellé-collé d'épinette et de pin.

Toutefois, de nombreux producteurs canadiens de bois massif sont apparus au milieu de la chaîne, plutôt qu'en amont, comme c'est le cas en Europe. À l'image de KLH, de nombreuses entreprises ont dû s'impliquer dans la fabrication, l'ingénierie et l'architecture pour créer leur propre marché. Mais de nombreuses entreprises n'ont pas de contrôle sur leur source d'approvisionnement en bois, ce qui pose une difficulté quant à la propreté des lamelles nécessaires à la production de bois



Aréna de l'UQAC, Université du Québec à Chicoutimi  
Chicoutimi, Québec

Source: [Nordic Structures](#)

*Plus de 600 bâtiments en bois massif ont été construits au Canada, et 124 projets sont en cours de construction ou de planification. Le Canada dispose d'excellentes ressources en bois et d'une chaîne d'approvisionnement gérée par des experts du début à la fin.*



Jardin botanique de l'Université de l'Alberta  
Pavillon d'entrée principale, Edmonton, Alberta  
Source: [Western Archrib](#)

massif. Généralement, l'industrie de la foresterie canadienne est intégrée de la forêt au moulin jusqu'aux marchés. Les grandes entreprises du secteur du bois d'œuvre ont des droits d'exploitation forestière et se concentrent sur la production de produits spécialisés et structuraux de haute qualité en bois. Les producteurs de bois d'œuvre canadiens ont toujours été les producteurs les plus efficaces et compétitifs du monde ; toutefois, cette compétitivité est mise à l'épreuve en raison des coûts réglementaires et de fonctionnement élevés. Cela est une excellente raison de diversifier les gammes de produits, comme l'ont fait de nombreux homologues européens auparavant alors qu'ils étaient confrontés à des pressions similaires sur leurs marges de profit.

Par conséquent, si l'industrie canadienne du bois massif veut prendre de l'ampleur, elle doit se développer d'une manière unique. Les entreprises et les gouvernements canadiens

peuvent s'inspirer de l'expérience européenne, mais les modèles d'affaires et les incitatifs doivent être structurés en fonction du contexte canadien et de ses besoins. Par exemple, les producteurs européens sont géographiquement beaucoup plus proches des grands marchés nationaux qu'en Amérique du Nord, où les coûts de transport et la logistique jouent un rôle plus important. L'intégration verticale, de la forêt aux fabricants, est essentielle pour atteindre une certaine échelle et rendre l'industrie canadienne du bois massif compétitive sur la scène mondiale.

La meilleure façon d'accélérer l'intégration de la chaîne d'approvisionnement au Canada est de mettre en place une politique industrielle qui renforce la capacité de communication et de résolution des problèmes au sein de l'industrie (en amont et en aval de la chaîne d'approvisionnement) et entre l'industrie et les pouvoirs publics. Le travail derrière cette feuille de route est né d'une motivation à créer ce type de capacité de communication et de résolution de problèmes.

## Élaborer une feuille de route pour la concurrence propre

Cette feuille de route a été élaborée selon une approche visant à définir les domaines ayant un potentiel en matière de concurrence propre, et qui identifie les actions, les politiques et les investissements prioritaires pour atteindre des objectifs et des cibles spécifiques dans des secteurs clés.

La feuille de route pour une concurrence propre fait partie d'une stratégie plus large visant à créer les industries nécessaires pour atteindre les objectifs de consommation carboneutre au Canada et dans le monde. Cela permet de combiner les objectifs de décarbonation avec la maximisation de la valeur ajoutée potentielle dont on doit se saisir à l'échelle nationale.

L'un des principaux objectifs d'une feuille de route est d'aligner l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement, depuis les ressources et les activités en amont

jusqu'aux clients et aux marchés en aval. Établir des échéanciers clairs et poser des actions cohérentes permet de définir un cadre à l'intérieur duquel sont catalysés les investissements et les autres initiatives nécessaires à l'expansion rapide d'une industrie nouvelle ou émergente.<sup>18</sup>

Pour élaborer la présente feuille de route, l'Association des produits forestiers du Canada (APFC), le Conseil canadien du bois (CCB), Energy Futures Lab (EFL) et l'Accélérateur de transition ont organisé une série de consultations et d'ateliers, complétés par des analyses ciblées. Un large éventail d'entreprises et d'acteurs de la chaîne de valeur du bois massif – de la foresterie aux produits du bois, jusqu'à la conception et la construction de bâtiments – ont participé à l'élaboration de cette feuille de route.

La première étape a consisté à créer un conseil technique composé d'experts et d'expertes issus d'associations industrielles, de producteurs de bois massif, de cabinets d'architectes, d'entreprises de construction et du monde politique. L'Accélérateur de transition a collaboré avec ce groupe pour définir des objectifs (pour 2030 et 2035) et une ébauche préliminaire de la feuille de route pour le secteur canadien du bois massif.

L'ébauche préliminaire de la feuille de route et les objectifs ont ensuite fait l'objet d'une série d'ateliers virtuels conçus et animés par EFL, de deux ateliers sur l'écosystème et de trois séances du conseil technique. Les ateliers étaient structurés autour des quatre étapes clés de la chaîne d'approvisionnement, avec un thème transsectoriel :

- » **La foresterie et l'approvisionnement en bois;**
- » **La production de bois massif;**
- » **L'architecture, les codes du bâtiment, l'ingénierie et la sécurité incendie;**
- » **La construction;**
- » **Les politiques, les programmes et la durabilité.**

Pour chaque axe de travail, l'Accélérateur de transition a proposé un tableau de bord comprenant une perspective de ce que serait la réussite en 2035, un objectif à court terme sur lequel les efforts doivent être ciblés ainsi qu'une liste complète d'actions prioritaires nécessaires pour atteindre les objectifs et catalyser la croissance de l'industrie. Les participants et les participantes aux ateliers, groupés par axe de travail, ont examiné, précisé et si nécessaire, révisé les objectifs et les actions prioritaires. Les actions prioritaires sont également classées en deux catégories : celles qui sont déjà en cours de réalisation et celles qui nécessitent une attention supplémentaire et plus minutieuse. La feuille de route qui en résulte représente une stratégie et un plan d'action solides pour développer le secteur du bois massif au Canada. La feuille de route est basée sur la situation actuelle du marché, l'état de la technologie, les pratiques, les politiques et les tendances attendues pour l'avenir. Tous ces éléments sont certainement susceptibles d'être modifiés.

*La feuille de route est basée sur la situation actuelle du marché, l'état de la technologie, les pratiques, les politiques et les tendances attendues pour l'avenir. Tous ces éléments sont certainement susceptibles d'être modifiés.*



## Objectifs de la feuille de route

L'objectif devrait être de créer une chaîne d'approvisionnement de la forêt au bâtiment qui maximise la valeur ajoutée de la fabrication et des services au Canada.

*Augmenter la valeur du marché du bois massif à 1,2 milliard \$ d'ici 2030 et la doubler à 2,4 milliards \$ d'ici 2035.*

- » Le secteur canadien du bois massif représente 25 % du marché mondial.
- » Ce chiffre représente une capacité de production de 1 Mm<sup>3</sup> (million de mètres cubes) de lamellé-collé, de CLT, de DLT et de NLT d'ici 2030 et de 2 Mm<sup>3</sup> d'ici 2035.
- » L'objectif inclut une cible nationale voulant que 5 % de tous les matériaux de construction, y compris dans 25 % de toutes les constructions résidentielles multifamiliales et des bâtiments non résidentiels (4 à 6 et 7 à 12 étages), utilisent des éléments modulaires ou préfabriqués significatifs.
- » L'objectif devrait être de créer une chaîne d'approvisionnement de la forêt au bâtiment qui maximise la valeur ajoutée de la fabrication et des services au Canada.

### Comment les objectifs ont été définis

Le Canada compte depuis longtemps un certain nombre de producteurs de bois lamellé-collé, mais les produits modernes en bois massif sont apparus plus récemment. Après que le CLT se soit développé en Europe dans les années 1990, dans le cadre d'une stratégie innovante pour faire face à l'augmentation des coûts de la fibre dans le secteur du bois, la première usine de fabrication au Canada a vu le jour

en 2007 au Québec, suivie d'une deuxième usine en Colombie-Britannique en 2010.<sup>19</sup> La production de DLT au Canada a commencé quelques années plus tard, en 2017.

Compte tenu de la gamme de produits en bois massif (bois lamellé-collé glulam, GLT, CLT, NLT, DLT, LVL, LSL, etc.), il est plus pratique de définir un objectif pour la production globale, plutôt que des objectifs pour chaque catégorie de produits. Les informations et la base de données statistiques ne sont pas suffisamment détaillées pour distinguer les tendances actuelles par catégorie de produits. Les changements et les innovations en cours, tant dans le développement des produits que dans la construction des bâtiments, signifient qu'il y a trop d'incertitudes concernant les possibilités de croissance précises au niveau des produits (à l'exception possible du CLT et, peut-être, du bois lamellé-collé). Un objectif de production qui réunit tous les produits permet de répondre aux besoins des différents segments qui se développent au fur et à mesure que le contexte du marché évolue.

Les estimations de la production actuelle de bois massif au Canada ne sont pas facilement disponibles et les informations doivent être consolidées (voir ci-dessous). FPInnovations a estimé que le secteur de la construction a utilisé environ 100 000 m<sup>3</sup> de bois massif en 2022.<sup>20</sup> La base de données de RNCan sur le bois massif comprend 19 installations de fabrication avec une capacité de production déclarée d'environ 420 000 m<sup>3</sup>. La capacité nominale dépasse généralement la capacité pratique des installations, ce qui signifie que la capacité pratique doit être plus proche de 300 000 m<sup>3</sup>. De plus, des discussions avec divers acteurs du secteur indiquent que de nombreuses installations fonctionnent en deçà de leur capacité pratique. Cela laisse une marge d'incertitude assez importante sur les volumes de production actuels, entre 100 000 et 300 000 m<sup>3</sup>, qui incluraient également les exportations. Une estimation moyenne prudente de la production actuelle est de 200 000 m<sup>3</sup>.

De nombreuses entreprises sont naturellement réticentes à communiquer des chiffres de production précis. En outre, la traçabilité de l'usage effectif dans le secteur de la construction, tant au niveau national qu'au niveau des exportations, pose également des problèmes de données. Il est donc plus judicieux de fixer des objectifs sur le plan de la taille du marché plutôt que sur celui de la production ou de la capacité de production. Un objectif de 1,2 milliard \$ de recettes annuelles en 2030 correspond à un doublement ou à un triplement des estimations actuelles de la taille du marché canadien, et à un doublement de ce chiffre d'ici 2035, pour atteindre 2,4 milliards \$.

Du côté de la demande, il apparaît que la croissance du marché – c'est-à-dire la croissance techniquement possible de l'utilisation du bois massif compte tenu des demandes actuelles en matière de construction – ne constitue pas une contrainte pour atteindre l'objectif de doublement de la production. Des questions se posent toutefois concernant les coûts, les délais d'investissement et d'autres facteurs qui permettent à cette demande potentielle de se concrétiser. Nombre de ces facteurs, tels que les segments de la construction concernés, les exigences relatives aux codes ainsi que les incitatifs, sont abordés dans des sections ultérieures.

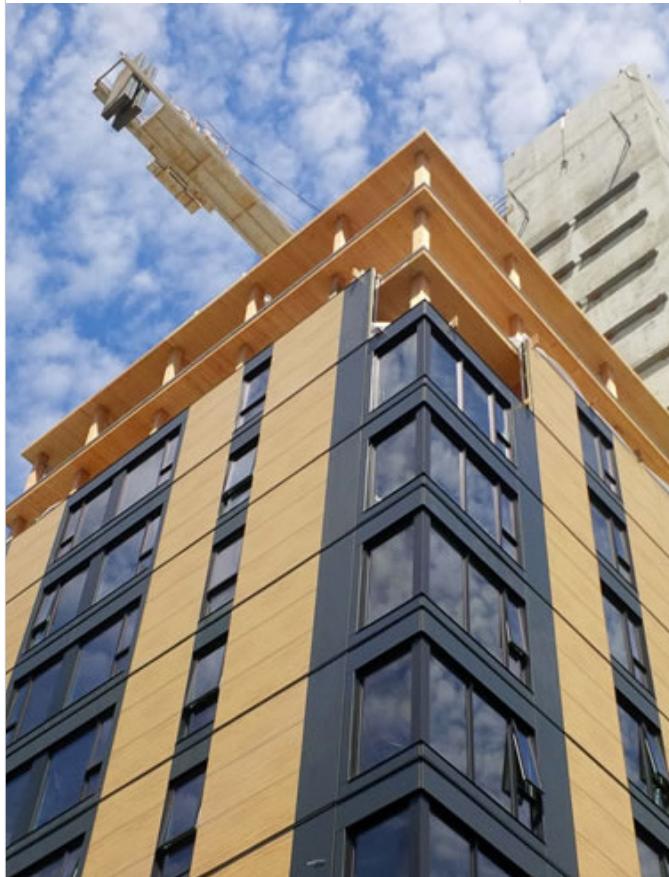
L'estimation du marché mondial actuel du bois massif (en 2023) se situe entre 1,6 et 2,3 milliards \$, la part canadienne étant estimée à 379 millions \$.<sup>21</sup> Cela correspond à environ 20 % d'une estimation médiane du marché mondial, de sorte qu'un objectif de part de marché équivalent à 25 % du marché mondial ne reflète essentiellement qu'une augmentation modeste, considérant que la production canadienne suivra la croissance globale du marché.



Poutres en bois lamellé-collé

*L'estimation du marché mondial actuel du bois massif (en 2023) se situe entre 1,6 et 2,3 milliards \$, la part canadienne étant estimée à 379 millions \$.*

Les taux de croissance annuels prévus pour le secteur du bois massif, tant en Amérique du Nord que dans le monde, sont de 13 à 14 % jusqu'en 2030, ce qui représente une augmentation d'environ 150 %. Selon ces projections et d'autres projections de croissance de la demande sur le marché nord-américain, les objectifs de recettes pour 2030 et 2035 semblent réalistes.



Bâtiment de démonstration en bois de la Brock Commons Tallwood House

Source: [Ressources naturelles Canada](#)

*Un objectif modeste de pénétration du marché, à peu près aligné sur celui proposé pour les bâtiments de 7 à 12 étages, serait de 100 000 m<sup>3</sup>.*

En s'appuyant sur des projections de production physique, il est également possible d'examiner les perspectives du marché canadien à lui seul. L'édition 2019 du Manuel canadien sur le CLT publié par FPInnovations examine trois segments de marché pour les panneaux CLT uniquement. En se basant sur le nombre total de projets actuels (ce qui consiste en une approche prudente), si 40 % des immeubles résidentiels de 7 à 12 étages utilisaient un système CLT, cela représenterait une consommation de 521 000 m<sup>3</sup> environ.<sup>22</sup> En 2022, l'utilisation totale de bois massif dans cette catégorie de bâtiments était estimée à 29 000 m<sup>3</sup>, soit un taux de pénétration du marché d'à peine 2 %.

L'édition 2019 du *Manuel canadien sur le CLT* fait également référence à un ajout potentiel d'environ un quart des bâtiments non résidentiels dans le groupe des 7 à 12 étages, ce qui implique une utilisation de 57 000 m<sup>3</sup> de CLT, alors que l'étude sur les parts de marché de 2022 estimait cette utilisation à 8 000 m<sup>3</sup>. Enfin, les calculs dans le Manuel montrent que l'utilisation du CLT dans toutes les cages d'ascenseur de l'ensemble des nouveaux bâtiments de 4 à 6 étages équivaudrait à une consommation d'environ 166 000 à 321 000 m<sup>3</sup> par an. Un objectif modeste de pénétration du marché, à peu près aligné sur celui proposé pour les bâtiments de 7 à 12 étages, serait de 100 000 m<sup>3</sup>. En combinant les trois groupes de bâtiments classés selon leur nombre d'étages, on obtient un potentiel total de 675 000 m<sup>3</sup> de CLT utilisé au Canada, encore une fois sans tenir compte des autres produits en bois massif ni de la croissance potentielle du secteur de la construction. Cette quantité représenterait 6 à 7 fois l'utilisation estimée à 100 000 m<sup>3</sup> en 2022. Par ailleurs, ce scénario ne tient même pas compte

des bâtiments allant jusqu'à 6 étages, qui représentaient 58 000 m<sup>3</sup> de bois massif, soit plus de la moitié de l'utilisation totale au Canada en 2022.<sup>23</sup>

En ce qui concerne les États-Unis, l'édition 2021 du rapport Mass Timber Outlook de SLB prévoit que la demande de bois massif du secteur de la construction aux États-Unis passera d'environ 300 000 m<sup>3</sup> en 2020-2021 à 1,3 million m<sup>3</sup> en 2025, 2,9 millions m<sup>3</sup> en 2030 et 5,1 millions m<sup>3</sup> en 2035.<sup>24</sup> Cela signifie que la demande serait dix fois plus grande en 2030 qu'en 2020. Si les fabricants canadiens pouvaient répondre à seulement 25 % de la demande du marché américain, cela se traduirait par des exportations de 735 000 m<sup>3</sup> en 2030 et de 1,3 million m<sup>3</sup> en 2035.<sup>25</sup>

La croissance prévue de la demande de bois massif aux États-Unis est plus forte dans les marchés du Sud et du Nord-Est, le premier représentant près de la moitié du total et le second, plus d'un tiers. Les arbres cultivés dans le Sud des États-Unis sont moins adaptés à être transformés en bois massif. Tout cela laisse entrevoir des possibilités accrues pour les producteurs du centre et de l'est du Canada de desservir un marché américain en pleine croissance et de réduire les coûts de transport. Cette situation s'ajoute au déséquilibre régional actuel entre la capacité de production et la demande du marché. Forest Economic Advisors (FEA) a estimé en 2022 que les régions de l'est couvraient les trois quarts de la demande nord-américaine de bois massif, ce qui ne représente qu'un peu plus d'un tiers de la capacité de production du continent.<sup>26</sup>



# Des axes de travail pour favoriser l'essor du bois massif

Afin d'organiser la démarche, cette feuille de route propose de diviser l'industrie en cinq axes de travail, ou domaines d'action.



## Foresterie et approvisionnement en bois :

tous les aspects de l'approvisionnement en bois, allant des pratiques de gestion forestière à la récolte et à l'usinage.



## Fabrication :

la capacité de production, y compris la préfabrication de lamelles et de billettes et la préfabrication en général.



## Architecture, codes de construction, conception et sécurité incendie :

les éléments techniques de la conception et de la sécurité des bâtiments.



## Construction :

tous les aspects de la construction, y compris les types de bâtiments et les objectifs qui y sont associés.



## Politique, programmes et durabilité :

les subventions, les incitations fiscales, les programmes de R et D et la synthèse des ACV.



# Foresterie et approvisionnement en bois



## Réussite en 2035 :

Le Canada apporte une importante valeur ajoutée manufacturière à sa production forestière primaire grâce à une chaîne d'approvisionnement intégrée pour la production de bois massif dans le cadre de la stratégie nationale de bioéconomie.



## Objectif à court terme :

Répondre aux besoins spécifiques en matière d'usinage et de séchage tout en évaluant quels sont les changements nécessaires pour transformer la récolte et le classement du bois afin de créer une chaîne d'approvisionnement intégrée dans le secteur du bois massif.



## Évaluation stratégique :

- » Le Canada est dans une position favorable, puisqu'il possède le plus grand nombre de forêts certifiées au monde, avec 158 millions ha certifiés selon les normes de tierces parties en matière de gestion durable des forêts, ce qui représente 43 % des forêts canadiennes et 35 % de la superficie forestière mondiale certifiée.<sup>27</sup> Les forêts non certifiées sont également gérées selon des normes semblables à celles des forêts certifiées. Le Canada devrait continuer de jouer un rôle de premier plan en ce qui concerne la durabilité et de tirer parti de sa position de force sur le marché grâce à sa performance ESG.
- » Les forêts du Canada produisent des ressources en bois de haute qualité, bien adaptées aux produits de bois massif.
- » Actuellement, le bois massif, avec une production de 200 000 à 300 000 m<sup>3</sup> par an, ne représente même pas 1 % de la production de bois du Canada (résineux et feuillus), et seulement 1 à 2 % de la production de bois d'œuvre résineux de l'Amérique du Nord (en 2021).<sup>28</sup> L'objectif économique à long terme devrait être d'utiliser le bois massif, l'une des nombreuses possibilités qui s'alignent sur la carboneutralité, comme moyen d'ajouter de la valeur à la production forestière primaire du Canada avant l'exportation.



Panorama de la forêt boréale verte de conifères dans le Nord de l'Ontario

- » La tendance à long terme prévue pour le prix des grumes en termes réels est constante ou croissante (compte tenu des contraintes liées à l'augmentation de l'offre de grumes), ce qui pousse les entreprises forestières à développer de nouvelles possibilités de création de valeur ajoutée.
- » La planification de l'approvisionnement a lieu trois à cinq ans à l'avance et se précise pendant la dernière année. Les contrats de distribution en aval sont généralement établis un an à l'avance.
- » Les marges sont étroites et les opérations forestières doivent spécifier le bois à usiner au moment de la planification des récoltes.
- » Le bois massif offre la possibilité d'améliorer le stockage du carbone à long terme par rapport aux produits du bois traditionnels, ce qui est bénéfique pour le profil des émissions du secteur forestier canadien.
- » Les nouveaux produits forestiers à valeur ajoutée offrent des possibilités de réconciliation économique entre les communautés autochtones, le gouvernement et l'industrie. Les accords de récolte conclus avec les Premières Nations nécessitent davantage d'efforts dans les régions où les superficies sont plus petites et chevauchent plusieurs régions. Certaines provinces ont conclu des accords ou des traités plus prometteurs avec les Premières Nations en ce qui concerne les récoltes.
- » Le manque actuel d'intégration dans la chaîne d'approvisionnement pose des problèmes pour les rendements et l'expansion du secteur du bois massif, étant donné que les machines des scieries doivent être ajustées alors que le volume de la demande reste faible.
- » Le bois massif a des besoins précis sur le plan du séchage et de l'usinage. Atteindre l'échelle nécessaire à l'usinage spécifique du bois massif est le véritable défi du secteur de l'approvisionnement en bois.



- » Dans une chaîne d'approvisionnement totalement intégrée, le secteur du bois massif recevrait des matières premières S4S (rabotées sur quatre faces) dans des dimensions précises qui pourraient s'écartez de la norme dictée par le Canadian Lumber Standard (CLS). Le bois doit également être séché jusqu'à un taux d'humidité de 15 %, ce qui est inférieur aux 19 % exigés par CLS.
- » Il n'est pas logique que les scieries usinent du bois massif selon ces spécifications, à moins que la commande soit suffisamment importante pour occuper la scierie pendant au moins une semaine, ce qui correspondrait à une commande minimale de 250 000 pieds-planches.



Forêt boréale au Québec

Le secteur forestier canadien excelle en matière de production et d'innovation pour les produits traditionnels. Le passage à une plus grande utilisation de matériaux d'origine biologique offre de nouvelles occasions favorables pour le secteur, mais nécessite des changements dans les chaînes d'approvisionnement. Avec une demande croissante et une offre relativement limitée, la valeur des fibres en tant que produit de base augmentera, ce qui incitera à fabriquer des produits de plus grande valeur, incluant le bois d'œuvre et les produits secondaires issus de l'usinage.

Les normes élevées de durabilité de l'aménagement forestier canadien signifient que le secteur est bien placé pour répondre à la demande croissante de bois massif, stimulée en partie par l'augmentation des mesures incitatives et par l'attention accrue portée à l'aspect écologique de la construction de bâtiments.

Les forêts de l'Est et de l'Ouest du Canada offrent des mélanges d'espèces appropriés aux utilisations de bois massif, en particulier l'épinette, le pin et le sapin (EPS). Par rapport aux résineux à croissance plus rapide du Sud des États-Unis, les forêts canadiennes offrent actuellement une qualité de bois plus appropriée pour la plupart des produits en bois massif.<sup>29</sup> Si les résineux fournissent actuellement la majorité des matières premières, il serait possible d'exploiter davantage d'essences de feuillus dans certains segments du marché. Les producteurs européens ont développé le lamellé-collé et le LVL avec des essences telles que le hêtre et le chêne, et l'on peut s'attendre à ce que ces technologies soient appliquées aux bois de feuillus d'Amérique du Nord, ce qui sera profitable surtout pour l'Est du Canada, ainsi que pour le Nord-Est des États-Unis.<sup>30</sup>

L'utilisation du bois massif a commencé dans les années 1990 en Europe, alors que les producteurs devaient faire face à l'augmentation du prix des fibres en raison de la demande grandissante et de l'adoption croissante de pratiques d'aménagement forestier durable.<sup>31</sup> Les entreprises forestières canadiennes peuvent s'attendre à bénéficier d'une demande accrue de bois d'œuvre, car le Canada et son principal marché d'exportation, les États-Unis, devraient connaître des besoins importants en matière de logement et de construction. En outre, le développement et l'utilisation accrus de matériaux d'origine biologique, tels que les biocarburants, augmenteront la demande de fibres. Les changements climatiques en cours exercent déjà une pression sur les forêts du Canada et on s'attend à ce que cette pression s'accroisse dans le futur. Ainsi, bien que le secteur des produits forestiers puisse compter sur des perspectives favorables du côté de la demande, ses marges étroites seront mises à rude épreuve.

*Les forêts de l'Est et de l'Ouest du Canada offrent des mélanges d'espèces appropriés aux utilisations de bois massif, en particulier l'épinette, le pin et le sapin (EPS).*





L'utilisation du bois massif offre une stratégie de diversification et d'innovation pour répondre à ces tendances séculaires.<sup>32</sup> Du point de vue des effectifs, l'utilisation de ces produits de bois d'ingénierie peut augmenter considérablement sans détourner d'importantes quantités de fibres des marchés existants. À ce titre, l'utilisation du bois massif doit être considérée comme une option très prometteuse pour les produits à valeur ajoutée issus des forêts canadiennes, dans le cadre d'une stratégie bioéconomique plus large, mettant en avant les matériaux de construction alternatifs qui capturent le carbone (carbone intrinsèque) et dont la production laisse une empreinte plus faible. Cette stratégie s'appuierait non seulement sur le Cadre de la bioéconomie forestière du Conseil canadien des ministres des forêts, mais irait au-delà.<sup>33</sup>

Malgré les pressions exercées sur les forêts, il est possible d'augmenter considérablement l'offre de bois d'œuvre pour le secteur du bois massif au Canada, et cela ne devrait pas nécessairement supplanter la production actuelle de bois d'œuvre dans les années à venir.<sup>34</sup> Dans l'ensemble, la récolte totale de résineux a été de 20 à 30 % inférieure à la possibilité annuelle de coupe (PAC), ce qui signifie qu'il devrait y avoir une marge de croissance pour répondre à la demande accrue de bois massif sans détourner de bois nécessaire à d'autres produits.<sup>35</sup> Les variations régionales doivent être prises en compte. Mais comme environ deux tiers de la production de bois d'œuvre sont exportés vers les États-Unis, l'augmentation de l'utilisation domestique peut créer des avantages économiques et réduire les tensions commerciales qui découlent de l'*Accord sur le bois d'œuvre résineux (ABR)*.

Même si la croissance se poursuit au cours de la prochaine décennie, le bois massif n'occupera qu'une part relativement modeste du marché des résineux. Néanmoins, il faut envisager la question de l'accès aux fibres dans le contexte du secteur des produits forestiers dans son ensemble. L'année 2023 a été caractérisée par des feux de forêt et par leurs émissions de GES, bien supérieures aux moyennes récentes. Les projections relatives au changement climatique prévoient que de tels événements deviendront davantage la norme que l'exception dans les forêts boréales du Canada, en raison de la diminution des précipitations et des températures plus élevées.<sup>36</sup>

Cependant, plutôt que de limiter l'accès aux fibres, cette situation met en évidence la possibilité d'adopter plus largement une gestion active des forêts, afin de réduire les





risques posés par les ravageurs, les maladies et les feux de forêt, tout en favorisant l'augmentation des niveaux de récolte. Grâce à cette approche, les pays nordiques, dont la Finlande et la Suède, tirent de leurs forêts une quantité de biomasse cinq à sept fois supérieure à celle du Canada, avec des taux de perturbation naturelle

Aanischaaukamikw (Institut culturel cri)  
Oujé-Bougoumou, Québec  
Source: [Nordic Structures](#)



beaucoup plus faibles.<sup>37</sup> Cela met en évidence l'intérêt d'introduire le bois massif dans le contexte d'une stratégie plus large de bioéconomie forestière.

Les producteurs de bois massif ont des exigences spécifiques pour le bois d'œuvre, notamment un taux d'humidité inférieur à 15 % (contrairement aux produits de bois de construction qui nécessitent un taux de 19 %). Le bois doit également être scié à différentes dimensions (après le rabotage des quatre faces). Pour les scieries, cela signifie un ajustement des machines, ce qui implique du temps et des coûts supplémentaires. Dans les usines existantes, les responsables veulent une production minimale d'une semaine pour justifier cette reconfiguration, ce qui implique une production de 250 m<sup>3</sup>, ce qui est assez important par rapport aux commandes habituelles pour les projets existants. La construction de bâtiments en bois massif de plus grande taille (y compris les constructions hybrides avec bois massif) permettrait aux producteurs de passer des commandes plus importantes auprès des scieries.

Il y a plusieurs raisons d'adopter une approche régionalisée pour développer la production de bois massif, notamment les coûts de transport et l'empreinte carbone qui en découle. L'expansion des marchés canadien et nord-américain du bois massif nécessite de trouver des solutions pour le transport vers les marchés concernés, les distances étant plus longues qu'en Europe. Un deuxième facteur est le déséquilibre existant entre la localisation de la capacité de production et la demande. Au Canada, c'est sur le marché de la construction de l'Ontario, qui connaît la croissance la plus rapide, que les perspectives de demande de bois massif sont les plus fortes, et également dans les provinces voisines.

*La participation des Premières Nations est un élément clé de la réussite et devrait constituer une stratégie prioritaire pour aller de l'avant. Le bois massif offre la possibilité de combiner la réconciliation économique et les objectifs de gestion durable des ressources.*





*Les distances et les coûts de transport, ainsi que les émissions de gaz à effet de serre qui y sont associées, constituent un facteur essentiel à cette analyse. De nombreuses communautés autochtones, en particulier les plus petites, n'ont pas les moyens de s'investir dans ces enjeux. Cela signifie qu'un effort délibéré est nécessaire pour les impliquer et bâtir des relations.*

Actuellement, des grappes émergentes d'usine de fabrication de bois massif se trouvent dans le Lower Mainland et le Southern Interior de la Colombie-Britannique et dans le Sud de l'Ontario. Les quatre installations du Québec sont assez éloignées les unes des autres. Soutenir le développement de ces grappes d'entreprises en pôles de production, puis en ajouter d'autres (comme dans le sud du Manitoba) peut contribuer à regrouper la demande de bois d'œuvre des scieries, à augmenter le nombre de commandes passées et à accroître les incitatifs pour les scieries. Un autre avantage pourrait être de concentrer les initiatives de perfectionnement.

En même temps, la participation des Premières Nations est un élément clé de la réussite et devrait constituer une stratégie prioritaire pour aller de l'avant. Le bois massif offre la possibilité de combiner la réconciliation économique et les objectifs de gestion durable des ressources. Il existe des possibilités de participation pour les Premières Nations en tant que propriétaires et intendants des forêts, par le biais de contrats de licence avec les scieries, ou éventuellement d'accords de coentreprise pour de nouvelles installations dédiées à l'usinage et à la production de bois massif. En outre, le développement des emplois et des compétences des communautés autochtones peut être intégré dans le développement futur du secteur. Dans certaines régions, les communautés autochtones s'intéressent beaucoup à l'utilisation du bois massif dans la construction. Parmi les exemples existants de bâtiments en bois massif dans les communautés autochtones, on peut citer le centre culturel Squamish Lil'wat, le bâtiment administratif et culturel Nadleh Whut'en耶 Yah et l'Aanischaaukamikw (Institut culturel cri), pour n'en citer que quelques-uns.<sup>38</sup>

Une cartographie du territoire des Premières Nations, des zones d'approvisionnement en bois, des contrats de licence en vigueur et des scieries en service pourrait permettre de cibler des emplacements plus attrayants pour les pôles régionaux, et rendrait possible la construction de nouvelles usines pour la production de bois massif. Les distances et les coûts de transport, ainsi que les émissions de gaz à effet de serre qui y sont associées, constituent un facteur essentiel à cette analyse. De nombreuses communautés autochtones, en particulier les plus petites, n'ont pas les moyens de s'investir dans ces enjeux. Cela signifie qu'un effort délibéré est nécessaire pour les impliquer et bâtir des relations.

Le secteur du bois massif peut tirer avantage d'une meilleure traçabilité des produits. Pour que les promoteurs immobiliers et les entreprises de construction puissent faire valoir les avantages du bois massif en matière de développement durable, il est nécessaire de disposer d'informations vérifiables attestant que le bois provient de forêts attestées par une certification en tant qu'aménagement forestier durable. Il serait également possible d'inclure un lien avec des parcelles forestières spécifiques. La traçabilité permet également une évaluation plus précise du cycle de vie de la totalité du carbone intrinsèque des bâtiments. Les parties prenantes ont reconnu que ces évaluations éludaient les questions de gestion forestière.<sup>39</sup>



## Lacunes principales

- » Des emplacements stratégiques pour la croissance reliant l'offre de fibres et la demande.
- » Des possibilités de participation pour les communautés autochtones.
- » La possibilité de commercialiser des produits de bois massif en fournissant des informations précises sur les forêts desquels ils proviennent.



## Principales mesures à prendre pour atteindre l'objectif à court terme

### 1. Identifier des emplacements régionaux où établir des plaques tournantes pour le bois massif. Concentrer les efforts pour regrouper la demande autour d'un petit nombre de pôles régionaux.

- » Analyser la répartition régionale des secteurs à potentiel de croissance pour le bois massif.
- » Les provinces et territoires avec le meilleur potentiel pour développer une chaîne d'approvisionnement intégrée (approvisionnement en bois, traités et partenariats autochtones, capacité de production, proximité des marchés) devraient s'efforcer de standardiser les produits nécessaires (taille, résistance et taux d'humidité) afin de regrouper la demande.<sup>40</sup>
- » Dans les provinces et territoires où il n'y a plus de possibilité de coupe, une allocation spéciale de la Couronne pour les produits à valeur ajoutée pourrait être mise à disposition.

### 2. Développer une gamme de produits normalisés pour le bois d'œuvre (taille, qualité, humidité).

- » Les producteurs de bois massif ont besoin de lamelles de dimensions standardisées (l'industrie européenne utilise des lamelles de 20 mm, 30 mm et 40 mm). Les groupes industriels et les gouvernements peuvent collaborer avec des usines de toutes tailles pour étudier la possibilité de création de normes.



- » Augmenter le nombre d'usines pouvant sécher le bois au taux d'humidité requis (15 %). Des programmes gouvernementaux au niveau provincial et fédéral peuvent soutenir l'acquisition de séchoirs à bois.

### **3. Mettre en place des systèmes de chaîne de traçabilité pour l'approvisionnement en bois.**

- » Les promoteurs et les résidents se soucient de la source et de la durabilité de leur approvisionnement en bois. Le Canada peut tirer parti de ses forêts certifiées en établissant une chaîne de traçabilité pour montrer que les projets en bois massif utilisent du bois canadien durable.

### **4. Innovation : explorer les possibilités d'une plus grande flexibilité dans l'utilisation des espèces.**

- » La production de bois massif à partir d'essences de l'Est telles que le pin n'en est qu'à ses débuts. Des recherches et des démonstrations supplémentaires sont nécessaires pour garantir leur rôle à long terme dans l'industrie du bois massif.



## Fabrication



### Réussite en 2035 :

Le secteur canadien du bois massif génère un chiffre d'affaires annuel de 2,4 milliards \$ et représente 25 % du marché mondial du bois massif.



### Objectif à court terme :

Augmenter le chiffre d'affaires annuel du secteur canadien du bois massif pour qu'il atteigne 1,2 milliard \$ d'ici 2030, soit 25 % du marché mondial.



### Évaluation stratégique :

- » Le marché mondial actuel du bois massif (en 2023) est estimé entre 1,6 et 2,3 milliards \$, la part canadienne étant estimée à 379 millions \$, soit environ 20 % d'une estimation médiane du marché mondial.<sup>41</sup> Les taux de croissance annuels prévus pour le secteur du bois massif, tant en Amérique du Nord que dans le monde, sont de 13 à 14 % d'ici à 2030.
- » Le secteur canadien du bois massif compte actuellement près de 20 usines de fabrication établies qui produisent environ 0,5 million m<sup>3</sup> par an. La capacité de production totale est estimée à près de 1 million m<sup>3</sup>.
- » La demande de produits de bois massif est forte et les producteurs de certains segments du marché fonctionnent au maximum de leur capacité ou presque. L'expansion des installations existantes et la construction de nouvelles installations intégrées plus vastes sont nécessaires pour faire baisser les coûts unitaires et faire en sorte que la demande ne se limite pas à des bâtiments emblématiques uniques, mais qu'elle s'étende au marché grand public.
- » Les usines de transformation du bois massif achètent généralement du bois d'œuvre aux scieries et ne sont pas intégrées au secteur de la foresterie ou de la production de bois (contrairement aux entreprises européennes, qui le sont).



*Certains producteurs de bois massif trouvent qu'il est plus difficile d'avoir accès au bois nécessaire dans les délais souhaités et de manière prévisible, étant donné les fluctuations et les incertitudes permanentes des marchés en aval.*

- » Compte tenu de la taille réduite de leur marché, les usines de transformation du bois massif achètent généralement du bois dimensionné qui n'est pas optimal pour une production efficace (mauvaise taille/trop épais, qualité, taux d'humidité).
- » La normalisation des produits et du bois de sciage nécessaire ainsi qu'un accroissement de la production sont nécessaires pour réduire les coûts unitaires du bois massif.
- » L'industrie du bois massif est relativement prometteuse en matière de création d'emplois, notamment des emplois à forte valeur ajoutée économique.<sup>42</sup>
- » Les pénuries de main-d'œuvre spécialisée, comme chez les ingénieurs de détails, freinent l'expansion du secteur.

Comment la chaîne d'approvisionnement se développera-t-elle à mesure qu'elle prendra de l'ampleur? Étant donné que le secteur s'est développé plus tôt en Europe, l'expérience acquise dans cette région pourrait donner quelques indications. Un certain degré d'intégration verticale s'y est produit, comme en témoignent des entreprises telles que KLH. Ce processus a été mené par les petites entreprises de produits forestiers, qui possèdent souvent leurs propres forêts et tendent à être des entreprises privées ou familiales de plus petite taille. L'adaptation des scieries et l'investissement en aval dans la production de bois massif ont été la réponse logique à l'augmentation des coûts de production des fibres.



L'organisation du secteur est différente au Canada, où il y a moins d'entreprises privées dans les secteurs de la foresterie et de l'usinage, et où une grande partie des terres forestières productives sont détenues par le gouvernement. Certains producteurs de bois massif trouvent qu'il est plus difficile d'avoir accès au bois nécessaire dans les délais souhaités et de manière prévisible, étant donné les fluctuations et les incertitudes permanentes des marchés en aval. L'achat de bois d'œuvre représente plus de la moitié des coûts d'exploitation d'une usine de production de bois massif.<sup>43</sup> L'intégration verticale des usines de transformation du bois massif aux scieries et aux sociétés de conception peut présenter des avantages.



En Europe, les grandes entreprises manufacturières ont leur propre approvisionnement en bois. Cela leur permet d'optimiser la récolte, le classement et l'usinage. La production de bois massif demande des planches (« bois pour lamellés » ou « bois lamellaire » aux quatre côtés rabotés) usinées à des dimensions spécifiques. Étant donné que de nombreux fabricants européens sont des scieries qui ont diversifié leurs activités, ils contrôlent leur propre matière première et produisent ce dont ils ont besoin quand ils en ont besoin. L'industrie européenne a normalisé les lamelles à 20 mm, 30 mm et 40 mm d'épaisseur.

Au Canada, les dimensions standards du bois d'œuvre pour le marché de la construction en bois n'utilisent pas ces mesures et il n'y a pas de norme. Ainsi, les usines de transformation du bois massif doivent raboter du bois standard aux épaisseurs souhaitées, ce qui entraîne une perte de temps, d'argent et de matière. Une norme canadienne (idéalement nord-américaine) dictant l'épaisseur des panneaux et des lamelles permettrait d'améliorer l'efficacité et de réduire les coûts de production et de construction.

Dans le contexte canadien, il existe deux solutions possibles : l'intégration en amont (les fabricants obtiennent des permis d'exploitation forestière) ou la normalisation (les exploitants forestiers et les usines en service commencent à produire selon les spécifications des fabricants). Le problème de cette deuxième option est que le secteur du bois massif n'est actuellement pas assez développé pour justifier un changement dans les activités des usines. Les entreprises forestières canadiennes ont la capacité d'usiner le bois selon des spécifications données, mais l'ensemble du marché canadien du bois massif ne représenterait qu'une semaine d'activité pour une grande usine. Il n'y aura pas d'avantage pour ces entreprises à se lancer sur ce marché tant que le secteur du bois massif n'aura pas atteint une certaine ampleur.

On ne sait pas exactement ce que produire le bois adéquat au lamellé impliquerait pour une petite usine. Les méga-usines ne sont actuellement pas incitées à remplacer les têtes d'usinage pour fabriquer des lamelles, étant donné la petite taille du marché. Les grandes usines peuvent s'adapter aux grumes de toutes les tailles et de toutes les espèces, mais les opérations sont plus productives lorsque l'équipement d'usinage peut être réglé et laissé en marche pour une taille de grume spécifique. Le tri préalable des grumes en fonction de leur taille et de leur qualité permet d'accroître l'efficacité et de réduire les coûts.

Globalement, la normalisation est un moyen de réduire les coûts, d'améliorer l'efficacité, de standardiser et d'accélérer les processus d'approbation. Des plans de bâtiment préapprouvés réduisent les coûts et les délais d'obtention des permis et offrent un degré de certitude aux fabricants. Lorsque le propriétaire du bâtiment est le gouvernement, cela peut également contribuer à simplifier le processus (et à réduire les risques). Les logements locatifs de taille moyenne et les entrepôts sont des choix intéressants à prioriser pour la normalisation des produits et des assemblages de construction. Mais cette normalisation doit découler de collaborations d'entreprises encouragées et soutenues par des entités publiques et privées dans l'ensemble de l'écosystème.



*Une norme canadienne (idéalement nord-américaine) dictant l'épaisseur des panneaux et des lamelles permettrait d'améliorer l'efficacité et de réduire les coûts de production et de construction.*



*Les pouvoirs publics ont un rôle important à jouer : fournir des investissements catalyseurs et créer une certitude au niveau de la demande. L'industrie canadienne du bois massif est un candidat de choix pour un investissement stratégique du Fonds de croissance du Canada.*

## Un écosystème manufacturier diversifié

Jusqu'à présent, l'analyse s'est concentrée sur la transformation primaire du bois massif, c'est-à-dire la création de poutres et de panneaux. Mais il existe deux formes principales d'activités de transformation du bois massif : la transformation primaire et la transformation secondaire. Lors de la transformation secondaire, les panneaux sont faits sur mesure et intégrés dans des marchés de construction et des projets spécifiques. Une grande variété de modèles d'entreprise existe dans d'autres pays, et une industrie du bois massif dynamique forme toujours un écosystème diversifié d'entreprises.

Le Canada dispose d'un certain nombre d'entreprises d'intégration compétentes, dotées d'une expertise technique de premier plan au niveau mondial. Il est également judicieux d'encourager et de soutenir ces petites usines de transformation secondaire. Il peut s'agir d'entités distinctes qui soutiennent la production des presses (l'ingénierie et la commande numérique [CNC] peuvent constituer un goulet d'étranglement) dans le cadre d'une opération intégrée verticalement. Il existe également des possibilités de production de DLT et de NLT à plus petite échelle qui ne nécessite pas le même niveau d'investissement qu'une presse à bois lamellé-collé ou à CLT.

## Les besoins en capitaux, la certitude sur le marché et le rôle des pouvoirs publics

Pour grandir, les fabricants de toutes sortes doivent avoir accès à des capitaux. L'un des principaux besoins est un financement pour soutenir une croissance progressive sur une longue période (allant jusqu'à trois ans). Toutefois, comme dans d'autres nouveaux secteurs qui participent à la transition énergétique, il peut être difficile d'obtenir des capitaux, les banques n'ayant pas l'habitude de prêter aux entreprises de ce domaine. L'incertitude de la demande sur les marchés émergents affecte également le financement. Les banques ont besoin d'avoir la certitude que les objectifs de vente seront atteints. La création d'une demande stable à long terme est essentielle pour un secteur qui cherche à se développer.

Les pouvoirs publics ont un rôle important à jouer : fournir des investissements catalyseurs et créer une certitude au niveau de la demande. L'industrie canadienne



du bois massif est un candidat de choix pour un investissement stratégique du Fonds de croissance du Canada. Le Fonds de croissance a pour mandat d'aider les entreprises canadiennes à développer des technologies à faibles émissions de carbone, notamment pour l'exploitation des ressources naturelles.<sup>44</sup> Son premier investissement dans Eavor (une entreprise spécialisée dans l'énergie géothermique) est un excellent exemple : une entreprise canadienne de pointe à l'échelle mondiale, qui était prête à se développer.<sup>45</sup> L'industrie canadienne du bois massif se trouve dans une situation similaire : les entreprises canadiennes sont respectées dans le monde entier et prêtes à conquérir leur part d'un marché en pleine expansion. Des investissements dans les dépenses en capital nécessaires à leur développement seraient stratégiques et opportuns.

Un programme solide d'approvisionnement public pourrait créer une certitude au niveau de la demande. L'un des moyens de rendre l'approvisionnement plus efficaces consiste à proposer aux fabricants et aux développeurs des contrats de projets multiples. En Allemagne, le gouvernement fédéral a accordé à une entreprise de construction modulaire un contrat à long terme prévoyant la construction de plusieurs bâtiments.<sup>46</sup> Cela a permis à l'entreprise d'augmenter efficacement sa capacité de production, de réduire les coûts et donc d'élargir le marché potentiel du bois massif modulaire.



## Lacunes principales

- » L'approvisionnement en bois et des usines spécialisées.
- » Des sources d'investissement en capital.
- » Des lamelles et des panneaux normalisés.
- » Les informations sur le marché.
- » Les compétences.



## Principales mesures à prendre pour atteindre l'objectif à court terme

### 1. Développer des produits normalisés prioritaires pour les principaux segments de croissance.

- » Un groupe de travail, auquel participent des cabinets d'architectes et des entreprises en construction, doit être chargé d'établir les produits prioritaires des entreprises en fonction de la typologie des structures (marchés intérieurs et d'exportation).



- » Regrouper la demande dans des pôles régionaux créés à proximité des communautés forestières, des scieries et des marchés afin qu'elle soit suffisamment concentrée pour développer de nouvelles pratiques de sciage et de séchage dans des lieux déterminés.

## **2. Élaborer un plan stratégique visant à créer les conditions financières nécessaires à l'expansion de la capacité de production de bois massif au Canada.**

- » Selon les objectifs définis dans cette feuille de route, la capacité de production du Canada doit doubler d'ici à la fin de la décennie. Même si la demande est forte actuellement, aucune nouvelle usine n'est en cours d'implantation ou de construction.
- » Un financement stratégique du gouvernement du Canada (par le biais du Fonds de croissance et de la Banque de l'infrastructure du Canada) pourrait aider l'industrie à croître et à pénétrer de nouveaux marchés.
- » Des garanties de prêt, autorisées par les deux institutions, constituerait un outil puissant.
- » Déterminer les conditions (en matière d'emplacement, d'échelle et de volume) qui permettraient aux petites usines de produire le bois pour lamellés.

## **3. Évaluer les besoins en compétences et élaborer des programmes de formation appropriés et ciblés.**

- » Déterminer les besoins et l'étendue des titres ou des certificats à adapter ou à créer (à l'échelle nationale ou provinciale).
- » Encourager les producteurs de bois massif à agir comme centres de formation et de coopération.

## **4. Identifier les possibilités de production de produits connexes au Canada (membranes, quincaillerie, produits chimiques).**

- » La stratégie de développement du bois massif doit s'inscrire dans une stratégie bioéconomique plus large visant à réaliser le plein potentiel de l'arbre.
- » Identifier les meilleurs matériaux de construction à valeur ajoutée, au-delà du bois massif. Les produits d'isolation offreraient des débouchés à valeur ajoutée moindre.



**5. Les fabricants doivent collaborer avec les concepteurs et les promoteurs pour identifier les possibilités de préfabrication dans les segments de construction prioritaires, notamment dans les logements abordables et dans les logements pour les Autochtones.**

- » La concrétisation des possibilités de normalisation dans la conception d'éléments modulaires et préfabriqués aiderait l'industrie à se développer et à démontrer le pouvoir du bois massif dans l'écosystème de la construction.

**6. Étudier la possibilité de s'appuyer sur des marchés étrangers qui adoptent rapidement des solutions impliquant le bois massif. S'engager dans des activités de développement du marché afin d'attirer l'attention sur les produits du bois massif et d'accroître la demande.**

# Architecture, codes de construction, conception et sécurité incendie



## Réussite en 2035 :

Le bois massif est reconnu comme un matériau de construction fiable et simple, pour lequel existe une gamme de connecteurs préfabriqués permettant de joindre les panneaux, les poutres et les colonnes tout en garantissant la conformité aux codes, la sécurité incendie et la rentabilité.



## Objectif à court terme :

Faire adopter les modifications aux codes les plus faciles à implanter et cibler des créneaux stratégiques pour les connecteurs préfabriqués.



## Évaluation stratégique :

- » Le bois massif est apprécié pour ses qualités esthétiques, ses avantages biophiliques, sa durabilité, sa facilité d'utilisation en construction et sa faible empreinte carbone.
- » L'éducation et l'innovation ont contribué à créer une communauté d'architectes et de concepteurs spécialisés dans le bois massif au Canada. Les modifications aux codes ont permis d'utiliser des matériaux en bois dans plus d'applications. La communauté d'architectes et de concepteurs dans le secteur du bois massif est prête pour l'expansion et pour la conquête du grand public.
- » Le bois massif a été popularisé par de grandes constructions en bois et des bâtiments non résidentiels de prestige, dont beaucoup étaient des «pièces uniques». Pour accroître la pénétration du marché, le bois massif doit devenir un matériau standard de choix en construction résidentielle et devenir plus courant dans la construction de bâtiments de 7 à 12 étages.
- » Le processus de conception devient plus ardu lorsque du bois massif est utilisé, parce que l'offre de panneaux et de produits est limitée et parce que l'ensemble du secteur manque d'uniformité.



*Pour accroître la pénétration du marché, le bois massif doit devenir un matériau standard de choix en construction résidentielle et devenir plus courant dans la construction de bâtiments de 7 à 12 étages.*

- » Pour se développer, le secteur du bois massif doit intégrer de nouvelles catégories de bâtiments et tirer profit des avantages de la standardisation. Des signes avant-coureur d'un standardisation apparaissent déjà sous la forme d'enveloppes de bâtiments, de connecteurs et d'éléments structuraux reproductibles.
- » Pour que le secteur du bois massif se développe davantage, ce matériau doit devenir un incontournable dans la construction de bâtiments hybrides en tant qu'élément à faible teneur en carbone et à faible coût, utilisé conjointement avec l'acier et le béton.<sup>47</sup> Il pourrait même être utilisé simplement pour les puits d'ascenseurs ou pour les basilaires dans les bâtiments qui n'ont pas les qualités esthétiques propres aux bâtiments en bois massif.
- » Les connecteurs préfabriqués simplifient la conception, permettent une production à grande échelle et réduisent les délais de construction. Le bois massif bénéficierait d'une gamme de connecteurs préfabriqués, inspirés de ceux qui apparaissent dans l'industrie sidérurgique.<sup>48</sup>
- » Dans les codes du bâtiment et de la prévention des incendies, on qualifie le bois de matériau combustible, ce qui limite les utilisations qu'on peut en faire et augmente les coûts en imposant des éléments de construction supplémentaires. En remplaçant la formulation actuelle par des codes de prévention des incendies et des séismes axés sur la performance, on éliminerait cet inconvénient et le secteur pourrait continuer à prendre de l'expansion.
- » Il est évident que le bois massif réduit le taux de carbone intrinsèque des bâtiments. Toutefois, de grandes questions subsistent quant aux normes comptables à utiliser dans les réglementations sur le carbone intrinsèque et l'analyse du cycle de vie complet des bâtiments.

Cet axe de travail porte sur les détails techniques de l'architecture et de la conception, tels que la conformité aux codes.



Le Canada dispose de firmes d'architecture et d'ingénierie de renommée mondiale dans le domaine du bois massif, et des entreprises canadiennes participent à des projets impliquant le bois massif dans le monde entier.<sup>49</sup> Après avoir démontré le potentiel du bois massif dans la construction de bâtiments de prestige, il s'agit maintenant de populariser l'utilisation de ce matériau et d'en faire une option comme une autre en architecture et en design. Les catégories de bâtiments les plus susceptibles de favoriser le développement du secteur du bois massif sont les immeubles résidentiels de taille moyenne, y compris les immeubles locatifs, et les entrepôts. Les bâtiments hybrides, combinant le bois massif avec le béton et l'acier, ouvrent également des possibilités.

Du point de vue de l'ingénierie et de la conception, si les systèmes préfabriqués de connexion entre les panneaux, les poutres et les colonnes étaient plus accessibles, cela faciliterait le travail des architectes et des concepteurs, tout en réduisant les délais de construction. Il existe actuellement plusieurs systèmes brevetés, et le manque d'accès centralisé à leurs valeurs de conception pour la résistance au cisaillement et à l'arrachement constitue un défi à surmonter pour accélérer la conception des bâtiments. L'état actuel des choses fonctionne assez bien pour la conception de structures sur mesure, avec des marges plus élevées, mais constitue un obstacle à une construction plus rapide, y compris de structures préfabriquées.

Des systèmes de connexion standardisés font leur entrée dans l'industrie sidérurgique. Une évolution similaire serait nécessaire dans le secteur du bois massif pour réduire les coûts et accélérer l'adoption de ce matériau. On peut prendre l'Europe en exemple, où Rothoblaas s'est imposé comme un fournisseur et un formateur de premier plan.<sup>50</sup> Bien qu'une série de produits soit désormais disponible en Europe et en Amérique du Nord, des efforts supplémentaires permettraient d'intégrer le développement des produits aux avancées architecturales et aux formations. Les coûts architecturaux, d'ingénierie et de construction pourraient être réduits en se coordonnant avec des systèmes de connexion spécifiques, en particulier dans les bâtiments de moyenne hauteur et de 7 à 12 étages. Le bois massif serait d'autant plus accessible si une gamme de connecteurs standardisés pour les colonnes et les poutres, pour l'enveloppe et pour d'autres utilisations pouvait être intégrée aux logiciels de conception.

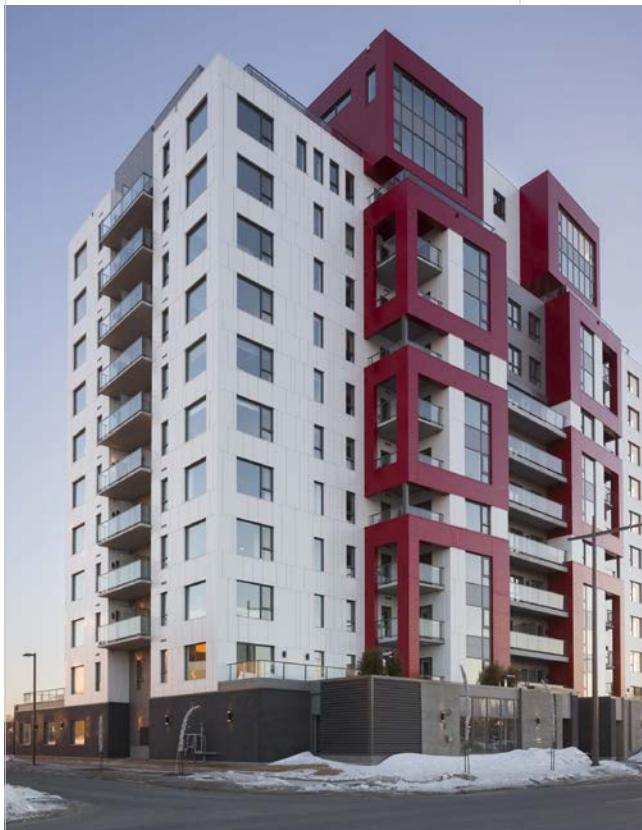
L'un des principaux arguments en faveur du bois massif est sa faible empreinte carbone. Une évaluation claire et vérifiable du cycle de vie du matériau peut stimuler la demande. Toutefois, l'analyse du cycle de vie et la comptabilisation du carbone commencent à peine à être normalisées au Canada. Une révision des analyses existantes sur le carbone intrinsèque dans la région de Toronto-Hamilton a révélé des différences méthodologiques qui ont influencé les comparaisons entre les projets.<sup>51</sup> Les analyses utilisent diverses sources de données, notamment des déclarations environnementales de

*L'un des principaux arguments en faveur du bois massif est sa faible empreinte carbone. Une évaluation claire et vérifiable du cycle de vie du matériau peut stimuler la demande. Toutefois, l'analyse du cycle de vie et la comptabilisation du carbone commencent à peine à être normalisées au Canada.*

Centre d'administration et de santé Tsleil-Waututh  
North Vancouver, BC

Photographie : Dr. Roman Trubka, avec la permission de [naturally:wood](#)





Il n'a fallu que quatre mois, de décembre 2016 à avril 2017, pour ériger la structure en bois d'Origine. Le bâtiment Origine à Québec est un bâtiment remarquable en bois de 13 étages, et il est aussi le plus haut bâtiment en bois de l'est de l'Amérique du Nord.

Source: [Think Wood](#)

*Le CNB actuel autorise la construction de bâtiments en bois massif jusqu'à 12 étages, mais il faut envisager de porter cette limite à 18 étages lors de révisions ultérieures.*

produits (EPD) spécifiques à un produit et à une moyenne de l'industrie, ainsi que des entrées génériques dans des logiciels ou des bases de données. En ce qui concerne les analyses impliquant le bois massif, le taux de carbone intrinsèque varie grandement en fonction de la localisation précise de l'approvisionnement en bois et des usines de production.<sup>52</sup>

Il n'existe actuellement aucun consensus sur la manière de prendre en compte le stockage du carbone lors de l'analyse du cycle de vie complet et du carbone intrinsèque des matériaux de construction en bois (y compris en bois massif).<sup>53</sup> Cela est dû en partie à la diversité des pratiques forestières dans le monde et à la manière de modéliser les stocks de carbone, ainsi qu'à des enjeux en aval, tels que l'incertitude liée à la durée de vie d'un bâtiment et à l'utilisation ultérieure de matériaux.<sup>54</sup> Un effort de coordination et de direction technique est nécessaire à cet égard. Le Conseil national de recherches a élaboré des lignes directrices sur l'analyse du cycle de vie (ACV) de l'ensemble du bâtiment qui peuvent servir de base et être promues dans le cadre de la Stratégie fédérale pour un gouvernement vert.<sup>55</sup> Cela nécessite une analyse du cycle de vie des GES pour tous les nouveaux bâtiments publics.<sup>56</sup>

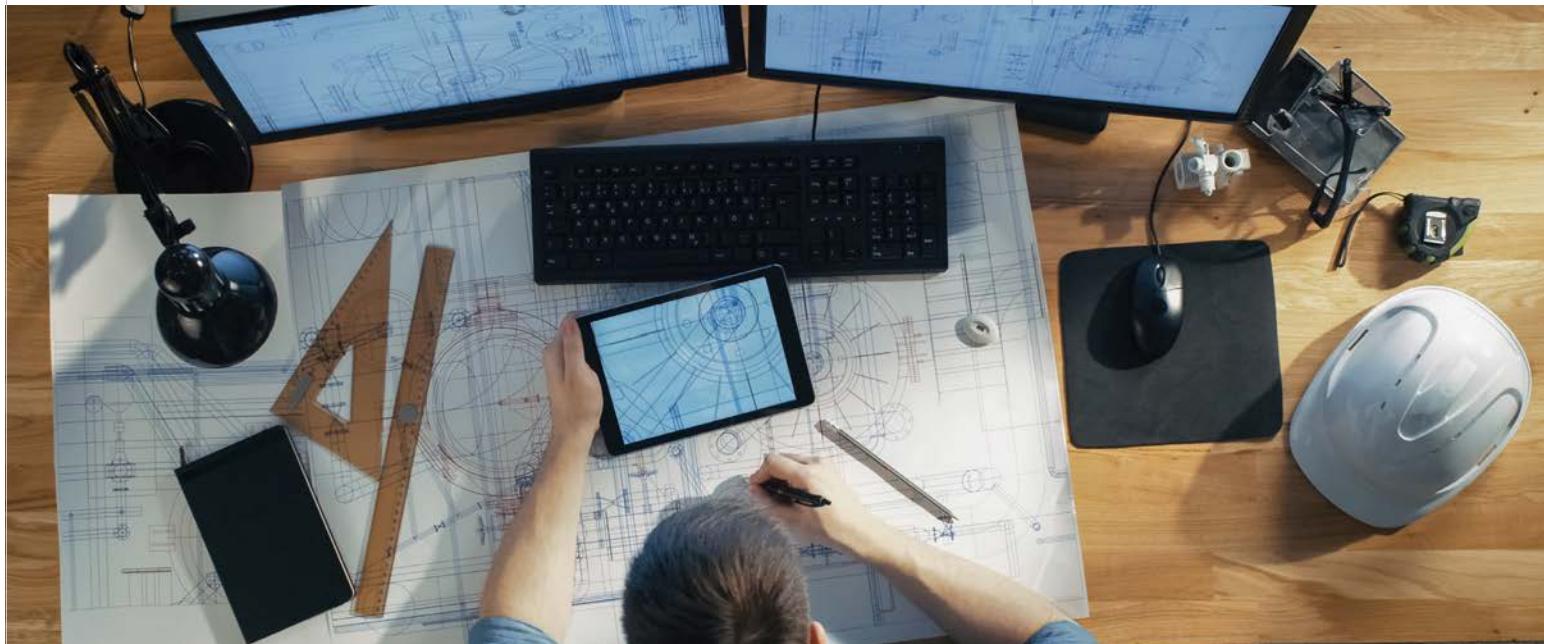
Néanmoins, certaines grandes municipalités, comme Toronto et Vancouver, progressent dans leur élaboration de lignes directrices sur le carbone intrinsèque dans les bâtiments. La quatrième et dernière version de la Norme verte de Toronto, en vigueur depuis mai 2022, comprend des exigences volontaires de déclaration des émissions provenant des matériaux de construction des bâtiments. La Ville a entrepris une étude qui servira de base aux futures normes relatives aux émissions intrinsèques des matériaux de construction.<sup>57</sup>

Afin d'exploiter les avantages potentiels du carbone intrinsèque des bâtiments en bois massif, il est nécessaire d'accorder une plus grande attention à la fin de vie des bâtiments et à leur déconstruction (conception pour la fabrication, l'assemblage et la déconstruction, DfMAD). La construction en bois massif offre des avantages par rapport aux structures traditionnelles en béton et en acier. La déconstruction d'une structure en bois massif peut être relativement simple si les connecteurs sont bien conçus, ce qui permet d'augmenter le potentiel de réutilisation des matériaux.<sup>58</sup> Ainsi, la durée de séquestration du carbone des matériaux de construction en bois est prolongée, car le carbone stocké dans le bois a plus de chances de rester dans les matériaux de construction au-delà de la durée de vie prévue du bâtiment. Le bois massif aura donc un plus grand avantage carbone par rapport à d'autres matériaux.

À l'heure actuelle, le taux de carbone est le principal paramètre des ACV et il est nécessaire d'ajouter d'autres paramètres clés, comme la consommation d'eau, pour lesquels les produits du bois peuvent également présenter un avantage. On peut également envisager l'utilisation des terres et d'autres matériaux. Mais à long terme, nous devrions nous efforcer de tirer le maximum de notre utilisation d'un matériau à faible teneur en carbone, biosourcé et renouvelable. En se concentrant uniquement sur le carbone, on risque de réduire le débat sur l'environnement à un concours de chiffres.

Les modifications aux codes ont été essentielles à la croissance du secteur du bois massif. D'autres changements dans les codes du bâtiment et de la prévention des incendies pourraient contribuer à résoudre les problèmes d'assurance et d'éducation du public. Actuellement, le *Code national du bâtiment* (CNB) du Canada et les codes





provinciaux classent les matériaux en deux catégories : les matériaux combustibles et les matériaux non combustibles. L'évolution des propriétés des matériaux fait que cette distinction simpliste ne reflète pas les normes de sécurité incendie pour les structures en bois massif. Les codes du bâtiment sont en cours de révision pour passer à des normes basées sur la performance. Un nouveau type de construction, la construction en bois massif encapsulé, a été inclus dans la mise à jour 2020 du CNB pour compléter l'ensemble des types qui existent actuellement (construction combustible, bois lourd et construction non combustible). Le CNB actuel autorise la construction de bâtiments en bois massif jusqu'à 12 étages, mais il faut envisager de porter cette limite à 18 étages lors de révisions ultérieures. Les révisions au CNB doivent également prendre en compte les bâtiments hybrides, tels que ceux composés de planchers en bois massif et de charpentes en béton ou en acier (y compris dans les structures de plus de 18 étages). D'autres modifications dans les classes de résistance au feu du CNB devraient être envisagées, notamment en ajoutant une classe pour un degré de résistance de 90 minutes pour les bâtiments de 7 à 12 étages.

Le CCB, le Conseil national de recherches et une série d'organismes publics et privés ont collaboré à l'organisation d'une série de tests de démonstration de la sécurité incendie.<sup>59</sup> Les résultats de ces études ont confirmé la résistance au feu des éléments en bois massif par rapport aux matériaux de construction conventionnels. L'assurance demeure plus dispendieuse pour le bois massif et il reste encore à identifier et à surmonter les difficultés et le manque d'information qui subsistent. Il s'agit d'un sujet prioritaire pour la Climate Smart Buildings Alliance, créée en 2023.<sup>60</sup>

Dans la construction de bâtiments en bois massif, on utilise fréquemment des systèmes latéraux non standardisés, tels que les systèmes de contreventement en CLT dans les charpentes contreventées et celles à claire-voie. Woodworks a mis au point des normes pour ces systèmes puis fourni des guides de conception, par exemple pour des entretoises en CLT.<sup>61</sup> Les codes canadiens du bâtiment devraient suivre le rythme de ces progrès.

Le travail du bois massif reste un domaine dynamique et en pleine évolution. Pour soutenir ce déploiement, les architectes, les concepteurs et les ingénieurs doivent

*Il y a notamment un retard à rattraper quant à la maîtrise des outils numériques et des méthodologies de conception et d'ingénierie (telles que DfMA, BIM, CAD). À mesure qu'on gagnera de l'expérience dans ces domaines, les coûts diminueront pour éventuellement devenir plus compétitifs.*



développer leurs connaissances et leur expertise en ce qui concerne le matériau. Le secteur évolue rapidement sur tous les plans, qu'il s'agisse des types de construction en bois, des propriétés structurelles du bois et des produits en bois massif, de la transmission du son, de la sécurité incendie, de la gestion de l'humidité, des propriétés thermiques du bois ou des codes du bâtiment. Il est relativement facile de former de nouveaux professionnels et de perfectionner ceux déjà en fonction dans ces domaines, mais l'acquisition d'expérience est essentielle pour généraliser l'utilisation du matériau et pour éveiller les consciences quant à ses avantages.

De manière plus générale, il est encore nécessaire d'affiner nos connaissances sur le bois massif et de défaire ce matériau des mythes qui l'entourent, notamment des mythes entretenus par les financiers, les assureurs et les promoteurs au sujet de la sécurité incendie. Les coûts initiaux des projets en bois massif sont généralement plus élevés que ceux d'une construction traditionnelle. Les banques et les bailleurs de fonds doivent comprendre que le déroulement du projet sera différent de celui d'une construction plus traditionnelle. Les équipes chargées du développement des projets de construction en bois massif doivent mieux connaître les processus et les procédures de l'industrie de la construction. Il y a notamment un retard à rattraper quant à la maîtrise des outils numériques et des méthodologies de conception et d'ingénierie (telles que DfMA, BIM, CAD). À mesure qu'on gagnera de l'expérience dans ces domaines, les coûts diminueront pour éventuellement devenir plus compétitifs.



## Lacunes principales

- » Des méthodologies et des données d'ACV standardisées (captage du carbone forestier).
- » Des modifications aux codes du bâtiment.
- » Des compétences en matière de conception et d'ingénierie.



## Principales mesures à prendre pour atteindre l'objectif à court terme

### 1. Développer les possibilités en matière de connecteurs standards.

- » La conception et la construction en bois massif bénéficieraient d'une gamme de connecteurs standards, semblables à ceux dont dispose l'industrie sidérurgique, qui indiquerait les connexions entre les panneaux, les poutres et les colonnes.





» Les concepteurs devraient pouvoir utiliser des tableaux simples (qui incluent les valeurs de conception pour la résistance au cisaillement et à l'arrachement) afin d'éviter les études techniques redondantes.

» La première étape consiste à identifier les possibilités de connexion et à commander les études d'ingénierie et de conception nécessaires pour concrétiser les idées.

## 2. Créer des normes simples et crédibles en matière de carbone intrinsèque et d'analyse du cycle de vie, puis recueillir des données justificatives.

» Le taux de carbone est le paramètre principal, mais l'ACV devrait inclure d'autres paramètres (terre, eau, matériaux).

» Les méthodes de mesure du taux de carbone devraient être incluses dans les dossiers d'appel d'offres.

» La base de données des déclarations environnementales de produits (DEP) doit être étendue pour couvrir de nouveaux produits (pas seulement le bois massif, mais aussi les connexions, etc.), pour refléter les particularités régionales et, idéalement, les parcelles forestières précises (traçabilité).

## 3. Modifier les codes de construction et de prévention des incendies pour assurer une meilleure pénétration.

» Supprimer la notion de matériel « combustible » ou « non combustible » des codes de construction et de prévention des incendies et la remplacer par une norme axée sur les performances. Le bois sera ainsi mis sur un pied d'égalité avec les autres matériaux.

» Ajouter un degré supplémentaire de résistance au feu de 90 minutes pour les bâtiments de 7 à 12 étages.

» Mentionner explicitement le bois massif et clarifier la distinction avec le gros bois d'œuvre.

» Autoriser la construction en bois massif encapsulé (CBME) jusqu'à 18 étages.

» Inclure les charpentes à claire-voie dans le CNB.

» Devancer de 2030 à 2025 l'entrée en vigueur d'une norme sur les GES dans le CNB.





#### 4. Combler les lacunes principales en matière de conception grâce à un programme de recherche focalisé.

- » Valeurs de conception du bois lamellé-collé : flexion selon l'axe faible, classes de résistance faible supplémentaires pour le bois d'œuvre de moindre dureté/rigidité, etc.
- » Détails de conception avec CLT : linteaux, charpente à claire-voie (dans le CNB).
- » NLT/DLT : utiliser des clous pour bois dur afin de permettre l'usinage du NLT à la CNC.
- » Évaluer le comportement des entretoises pour mieux le comprendre (le projet NHERI Tallwood pourrait fournir des résultats).
- » Conception de la sécurité incendie : développer des solutions pour permettre l'exposition de plus de bois. Par exemple, entreprendre des recherches sur le bois ignifugé pour réduire la propagation des flammes, faire des tests sur la délamination du bois ignifugé, mener des recherches sur les revêtements non bétonnés.
- » Assemblages testés : ULC dans les codes du bâtiment pour la résistance au feu et STC/IIC pour l'isolation acoustique.

#### 5. Formation pour les architectes, les ingénieurs, les équipes de financement et de développement.

- » Créer des cours supplémentaires sur la conception de charpentes de bois dans les universités, en s'inspirant de l'initiative de l'UBC et du programme de feuille de route pour l'éducation développé par le CCB qui inclue notamment le programme woodSMART.<sup>62</sup> Explorer la possibilité d'introduire des cours en ligne ou des cours abrégés pour faciliter l'accès à la matière.
- » Intégrer la sécurité incendie aux programmes universitaires.
- » Élaborer des programmes sur mesure pour les autorités compétentes.

#### 6. Économie circulaire : encourager la conception en vue de la déconstruction.

- » Il faut passer de la conception pour la fabrication et l'assemblage (DfMA) à la conception pour la fabrication, l'assemblage et la déconstruction (DfMAD) – passer de la démolition à la réutilisation des matériaux de construction.
- » Le bois massif offre des possibilités intéressantes pour la déconstruction des bâtiments en fin de vie, étant donné la nature des connexions (en particulier les connexions boulonnées).<sup>63</sup>
- » Encourager la conception en vue de la déconstruction permettra de prolonger le stockage du carbone et d'accroître l'avantage carbone du bois massif.



## Construction



### Réussite en 2035 :

Le bois massif est un matériau conventionnel représentant 5 % de tous les matériaux de construction, y compris dans 25 % des constructions résidentielles multifamiliales et des bâtiments non résidentiels (4 à 6 et 7 à 12 étages), tirant partie d'une proportion significative d'éléments modulaires ou préfabriqués.



### Objectif à court terme :

Favoriser l'adoption du bois massif comme matériau conventionnel en construction et atteindre une part de 2 % de l'ensemble des matériaux de construction. Étendre l'utilisation au-delà des bâtiments uniques, pour passer à des formes reproductibles, aux marchés des grands immeubles et à la construction hybride.



### Évaluation stratégique :

- » Le bois massif représente actuellement à peine 1 % des matériaux de construction.<sup>64</sup>
- » En raison de l'exposition du public à des réalisations d'envergure, les bâtiments en bois massif sont de plus en plus demandés.
- » La construction en bois massif présente d'importants avantages : les bâtiments peuvent être construits plus rapidement avec une main-d'œuvre moins nombreuse.
- » Cependant, la gestion des coûts a parfois posé problème pour les constructeurs. L'industrie doit réduire les coûts et accroître la certitude.
- » La persistance d'une forte demande de logements, en particulier compte tenu des objectifs d'immigration du Canada pour la prochaine décennie, fait du logement un segment de construction prioritaire. C'est une occasion à saisir en matière de construction hors site et de normalisation.
- » Les infrastructures du secteur public sont également vieillissantes et constituent un vaste marché à exploiter.



- » Les besoins en logement des communautés autochtones offrent également des possibilités de partenariats qui entraînent des avantages économiques pour les communautés.
- » La construction modulaire, les éléments préfabriqués et d'autres éléments de construction hors site sont tous des domaines prometteurs. Le bois massif peut contribuer à réduire les coûts et à accélérer la construction.

*Le potentiel de réduction des coûts et la rapidité des délais de construction offrent des avantages évidents dans les efforts pour résoudre la crise du logement. Mais pour profiter de ces avantages, l'industrie du bois massif doit s'organiser et créer un ensemble d'archétypes de bâtiments qui intègrent l'expertise de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.*

Notre vision pour le secteur de la construction est que le bois massif devienne un matériau courant, utilisé dans de nombreux types de bâtiments. Le bois massif s'est fait connaître par des constructions uniques et exemplaires. Mais pour qu'il se transforme en un moteur économique d'importance, il doit devenir un élément clé des maisons résidentielles et des logements de taille moyenne. Nombre de ces applications mèneront à des bâtiments hybrides, dans lesquels le bois massif côtoiera le béton et l'acier pour créer des structures solides, abordables et à faible émission de carbone.

Le bois massif présente un potentiel énorme dans ce genre de bâtiments. Son prix est déjà compétitif dans de nombreuses applications, les majorations de prix ne dépassant pas les 5 %. Mais à mesure que l'industrie se développe, le prix des constructions en bois massif pourrait encore baisser. En effet, les structures en bois massif peuvent être construites jusqu'à 25 % plus rapidement.<sup>65</sup> La construction en bois massif nécessite également moins de main-d'œuvre. Alors que le secteur de la construction peine à trouver de la main-d'œuvre qualifiée, le bois massif offrira des avantages non négligeables.

Il reste beaucoup à faire pour atteindre ce potentiel. La feuille de route présente les actions prioritaires qui permettraient au secteur de la construction de bénéficier du bois massif. Tout d'abord, l'absence d'un outil de calcul des coûts fiable et précis est un obstacle majeur pour les promoteurs, les concepteurs et autres métiers qui souhaitent estimer correctement les coûts d'un projet en bois massif. Il en résulte une incertitude et des contingences accrues, ainsi qu'un délai plus long pour la planification des projets en bois massif. Cela conduit également à des blocages avec les clients des secteurs privé et public.

Le développement des compétences pour la construction en bois massif n'est pas sans défis non plus. L'un des principaux problèmes posés par les cours en personne comportant des éléments pratiques (par exemple, des charpentiers apprenant à construire une structure en bois massif) est de savoir comment en étendre la portée. L'Institut de technologie de la Colombie-Britannique ne peut accueillir qu'environ 16 élèves par semestre. La province investit néanmoins 3,3 millions \$ dans son pôle de formation au travail du bois massif.<sup>66</sup>

Le potentiel de réduction des coûts et la rapidité des délais de construction offrent des avantages évidents dans les efforts pour résoudre la crise du logement.<sup>67</sup> Mais pour profiter de ces avantages, l'industrie du bois massif doit s'organiser et créer un ensemble d'archétypes de bâtiments qui intègrent l'expertise de l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement. Le secteur de la construction doit également saisir le potentiel de la préfabrication pour réduire les coûts et le temps de travail sur le chantier. Cela permettra d'accroître la productivité et de réaliser des gains sociaux importants.



## Possibilités de préfabrication en bois massif

Il existe trois types d'éléments de préfabrication : les panneaux ouverts, les panneaux fermés et les panneaux structuraux isolés.<sup>68</sup> Les panneaux ouverts sont des assemblages muraux simples. Les panneaux fermés comprennent le revêtement, l'isolation, les fenêtres et même les éléments mécaniques (plomberie, électricité). Les panneaux structuraux isolés sont généralement constitués d'une couche isolante collée entre deux couches de revêtement. Des entreprises canadiennes proposent aujourd'hui différentes solutions pour les trois types de panneaux destinés à la construction à ossature légère en bois.

Les panneaux de bois massif, en particulier ceux en bois lamellé-croisé, se prêtent bien à la préfabrication de panneaux ouverts, car ils permettent de fabriquer et de personnaliser hors site des assemblages muraux entiers.<sup>69</sup> Les ouvertures des fenêtres et des portes peuvent être prédécoupées et des éléments d'assemblage standardisés peuvent être utilisés pour un montage rapide. Cependant, ces éléments de préfabrication peuvent être utilisés pour créer des bâtiments hautement personnalisables.

Ainsi, la chaîne de valeur complète du bois massif comprend une étape d'intégration entre la fabrication, la conception et la construction. Les entreprises européennes ont intégré cette étape dans un modèle en étoile où les opérations forestières et la

fabrication de panneaux sont regroupées, tandis que les pôles d'intégration sont situés à proximité des grands centres de population.<sup>71</sup>

Mais le bois massif présente également un potentiel incroyable pour la fabrication de panneaux fermés, ce qui pourrait donner naissance à une autre industrie d'intégration. Le projet On5 de Timber Engineering a été le premier à utiliser des panneaux fermés préfabriqués.<sup>72</sup> Les panneaux CLT principaux étaient préfinis et leur écran pare-pluie était déjà en place pour accélérer l'installation et assurer une protection immédiate contre les éléments. Mais la véritable aubaine mise en évidence par le projet reste à saisir : aucune entreprise ne fournit encore de solution offrant des panneaux de bois massif avec une enveloppe complète.

Des entreprises européennes ont également développé un certain nombre d'options préfabriquées et il existe des maisons en CLT prêtes à monter sur le marché américain.<sup>73</sup>

L'Europe fait des avancées dans la construction modulaire volumétrique (ou 3D) en bois massif. Kaufmann Bausysteme préfabrique des caissons CLT complets à partir de panneaux préparés par machine-outil CNC. Les modules

**FIG 1:** Installation d'un panneau ouvert.<sup>70</sup>



Source: [Nordic Structures](#)



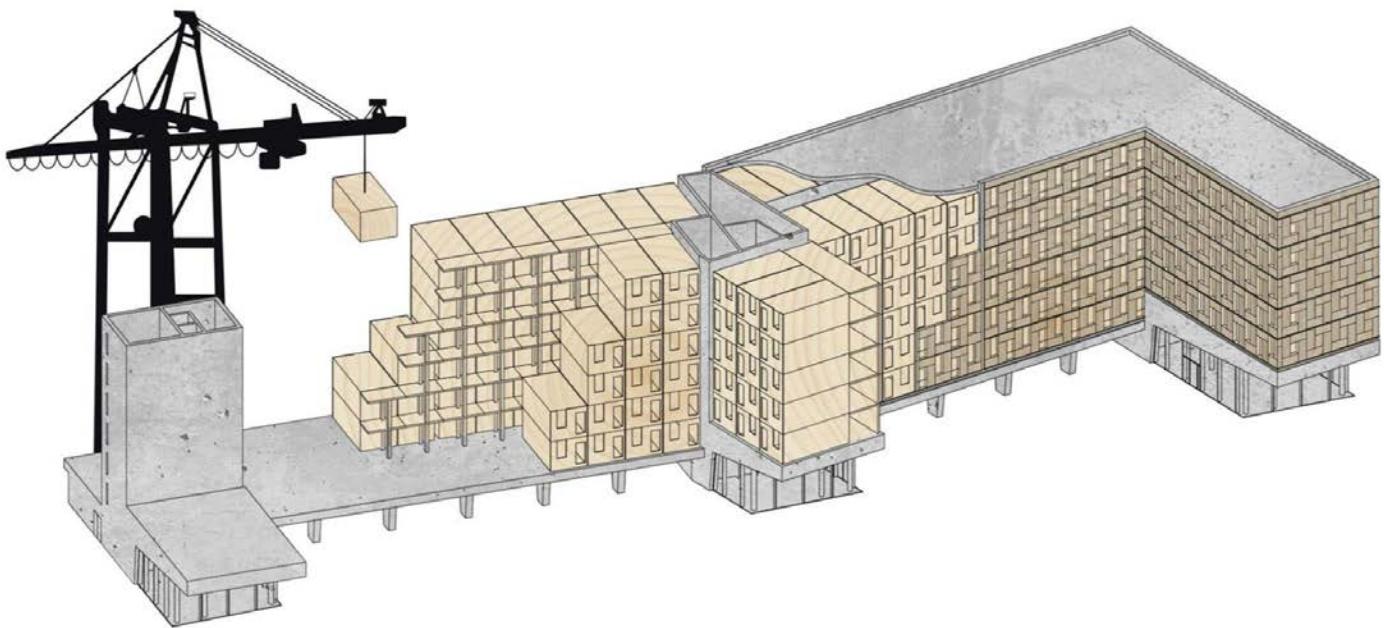


**FIG 2:** Production de modules 3D par Kaufmann Bausysteme.



Source: [konstruktiver-holzbau.de](http://konstruktiver-holzbau.de)

**FIG 3:** Projet de logements universitaires de Kaufmann Bausysteme à Hambourg.<sup>74</sup>



Source: [konstruktiver-holzbau.de](http://konstruktiver-holzbau.de)





sont disposés en ligne droite, ce qui permet un passage rapide et efficace des ouvriers des différents corps de métiers. Les unités sont équipées des éléments électriques et de plomberie. Le système a été utilisé pour construire des immeubles gouvernementaux et des logements universitaires.

Si le Canada dispose de capacités et d'une expérience en matière de bâtiments modulaires, il n'a pas encore tiré parti du potentiel que représente le mariage du bois massif et de la construction modulaire. Les pouvoirs publics nationaux, provinciaux et municipaux devraient s'efforcer d'explorer cette voie en tant qu'outil de résolution de la crise du logement.



## Lacunes principales

- » Des archétypes de bâtiments pour les classes de structures clés ciblées pour la croissance.
- » Des solutions de préfabrication.
- » De l'information précise et facilement accessible sur les coûts.
- » Des compétences en matière de construction en bois massif.



## Principales mesures à prendre pour atteindre l'objectif à court terme

### 1. Développer des systèmes abordables et pratiques pour différents archétypes de bâtiments.

- » Pour accroître la standardisation, il est nécessaire d'établir des archétypes de bâtiments dans les segments de construction ciblés.
- » Les efforts devraient se concentrer d'abord sur les marchés des maisons individuelles et des immeubles de 8 à 12 étages.
- » Un objectif essentiel à court terme est de veiller à ce que des options de construction résidentielle en bois massif figurent dans le catalogue national de conceptions de logements à paraître.<sup>75</sup>
- » Les archétypes doivent être adaptés selon la région ; par exemple, les plus petits (4 à 6 étages) seront plus appropriés loin des grands centres urbains.





## 2. Identifier des éléments de bâtiment spécifiques de grande valeur qui pourraient servir de cas d'essai pour faire baisser la courbe des coûts de préfabrication.

- » Par exemple, les puits d'ascenseur ont été identifiés comme un marché important pour les panneaux CLT.<sup>26</sup> Des systèmes de fixations et des connecteurs préfabriqués permettraient également de réduire les coûts et les délais.<sup>27</sup>
- » Donner la priorité aux installations de préfabrication automatisées.

## 3. Crée une base de données *pro forma* de calcul des coûts pour les bâtiments en bois massif.

- » Les archéotypes de bâtiment devraient constituer la base des éléments inclus.

## 4. Des méthodes de construction innovantes.

- » Développer de meilleures méthodes de contrôle de l'humidité. L'humidité peut avoir un impact significatif sur le calendrier des travaux et l'esthétique.
- » Développer des unités entières pour aller au-delà des 2 x 4 et les utiliser également dans des éléments composés en bois massif.
- » Développer des installations mobiles de récolte, de sciage, de fabrication d'éléments et de préfabrication pour répondre à la demande et construire localement.

## 5. Instaurer un programme national de formation pour les travailleurs qualifiés du bois massif.

- » L'industrie de la construction en bois massif a besoin d'une meilleure formation et d'un meilleur enseignement pour la main-d'œuvre qualifiée.
- » Le manque de technologues ayant des compétences en matière de détaillage et d'estimation fiable doit être comblé en priorité.
- » Poursuivre les actions de sensibilisation auprès des universités et des collèges techniques afin de concevoir des cours à différents niveaux pour soutenir la construction en bois massif dans le cadre des programmes d'enseignement et d'apprentissage existants, afin de créer un vivier de talents (ingénieurs, architectes, charpentiers, etc.).



- » Développement de cours d'introduction à l'architecture en bois pour les artisans et les gens de métiers, incluant des visites de réalisations exemplaires.
- » Inclure des architectes et des techniciens dans les ateliers pratiques sur la construction en bois massif.
- » Soutenir la parution rapide et périodique de livres et de publications éducatives (en particulier en ligne) pendant l'élaboration de cours et de programmes plus exhaustifs.



# Politique, programmes et durabilité



## Réussite en 2035 :

Un ensemble solide de politiques et de programmes soutient une industrie du bois massif en pleine croissance et à forte valeur ajoutée.



## Objectif à court terme :

Élaborer un ensemble de mesures qui aiderait l'industrie à se développer tout en renforçant les capacités locales tout au long de la chaîne d'approvisionnement.



## Évaluation stratégique :

- » Le bois massif représente une occasion de construire une industrie qui contribuera aux objectifs de consommation carboneutre tout en créant des avantages économiques pour les communautés rurales d'un bout à l'autre du pays.
- » *L'Inflation Reduction Act*, le plan industriel européen et le plan canadien du budget 2023 soutiennent les industries de l'énergie propre par des investissements stratégiques et des crédits d'impôt ciblés sur la fabrication.
- » Comme nous l'avons vu dans d'autres secteurs, la transformation d'entreprises canadiennes en acteurs de premier plan à l'échelle mondiale est un défi de taille. Il est essentiel d'apporter un soutien financier innovant dès les niveaux de maturité technologique 6 à 9.
- » Les politiques sectorielles en matière d'énergie propre devraient chercher à aligner l'offre et la demande. À l'heure actuelle, la demande de bois massif est forte. Il existerait déjà de vastes marchés si l'offre pouvait s'adapter et baisser la courbe des coûts. Cela indique que des politiques axées sur l'offre devraient être la priorité actuelle.
- » Les politiques axées sur l'offre doivent aider les fabricants à obtenir le financement nécessaire à l'expansion et à la construction d'installations. Ces politiques doivent





également respecter l'*Accord sur le bois d'œuvre résineux* et être conçues de manière à éviter les différends commerciaux. À ce titre, elles doivent offrir un soutien spécifique aux produits du bois, même si des incitatifs plus larges à l'utilisation des technologies propres pourraient être conçus pour soutenir les matériaux de construction à faible teneur en carbone.

- » Il est nécessaire d'innover tout au long de la chaîne d'approvisionnement pour créer une industrie du bois massif de premier plan à l'échelle mondiale, capable d'exporter à l'étranger.
- » Le bois massif est un matériau de construction à faible émission de carbone. Il remplace les matériaux conventionnels (à fortes émissions) et séquestre le carbone dans les bâtiments. Ainsi, il réduit l'empreinte carbone totale (par le biais du carbone séquestré aussi bien que du carbone intrinsèque) des bâtiments.<sup>78</sup>
- » Des programmes de formation sont nécessaires tout au long de la chaîne d'approvisionnement. Un besoin critique se fait sentir dans le domaine du détaillage.
- » Assurer les bâtiments en bois massif est un défi. Les données de sécurité étant limitées, les assureurs facturent une prime aux propriétaires de ces bâtiments. Un programme visant à maintenir ces coûts à un niveau peu élevé contribuerait à stimuler le marché.
- » La passation de marchés publics par les gouvernements fédéral et provinciaux pourrait favoriser l'essor des matériaux de construction à faible teneur en carbone. Les gouvernements qui entreprennent de nombreux projets de construction pourraient soutenir l'expansion de l'industrie manufacturière en proposant aux fabricants des accords d'enlèvement importants.
- » Des incitatifs municipaux visant à encourager la construction en bois massif par le biais du zonage et des processus de demande permettraient de réduire l'incertitude pour les promoteurs.



## Lacunes principales

- » Un ensemble de mesures intégrées.
- » La coopération et la coordination de l'industrie.
- » Des incitatifs financiers et des investissements.

La mise en place de l'industrie du bois massif au Canada nécessite un ensemble de politiques innovantes et tournées vers l'avenir. Ces politiques peuvent et doivent





*Du côté de la demande, le bois massif présente un énorme avantage : un marché potentiel massif en aval. Le secteur de la construction est l'un des plus importants au pays et constitue un marché stable à long terme.*

s'inspirer des meilleures pratiques d'autres secteurs dans le cadre de la transition énergétique.<sup>79</sup> Après tout, comme de nombreuses autres industries nécessaires à la transition énergétique, le bois massif est un secteur en croissance, mais encore émergent, et donc soumis aux défis des nouveaux marchés.

Les nouveaux marchés souffrent souvent du problème de l'œuf et de la poule en ce qui concerne l'offre et la demande. Pour créer une chaîne d'approvisionnement rentable à grande échelle, il faut une forte demande. Mais pour créer une demande pouvant répondre à un nouveau problème, il faut que le prix des produits soit compétitif, et donc que l'industrie aie l'ampleur nécessaire. Cette situation appelle des politiques industrielles intelligentes qui cherchent à stimuler et à aligner l'offre et la demande.<sup>80</sup>

Du côté de la demande, le bois massif présente un énorme avantage : un marché potentiel massif en aval. Le secteur de la construction est l'un des plus importants au pays et constitue un marché stable à long terme. Actuellement, le bois massif représente 1 % du marché des matériaux de construction.<sup>81</sup> Le marché nord-américain des matériaux de construction représente 277,7 milliards \$.<sup>82</sup> Si le bois massif parvient à se généraliser, il aura accès à un puissant levier de demande.



Source: [Canadian Wood Council](#)



Les clés de la généralisation du bois massif sont les suivantes :

- » Intégrer la chaîne d'approvisionnement.
- » Développer la production à plus grande échelle.
- » Généraliser la demande.

Pour réaliser ces trois objectifs en même temps, le bois massif a besoin d'un ensemble de mesures comprenant une collaboration entre les secteurs public et privé, un soutien aux producteurs de bois massif, des modifications de la réglementation et des codes, ainsi que la passation de marchés publics

## Coordination public-privé

Une bonne politique industrielle exige que des informations de qualité circulent entre les gouvernements et les entreprises, en amont et en aval de la chaîne d'approvisionnement. Un tel échange d'informations, lorsqu'il est bien fait, peut faciliter l'intégration de la chaîne d'approvisionnement et garantir que la politique gouvernementale est calibrée pour soutenir l'industrie.

La présente feuille de route met en évidence les défis de l'intégration de la chaîne d'approvisionnement. Il est essentiel de créer une plateforme de communication entre les entreprises afin de favoriser les types de partenariats qui permettent de construire et d'intégrer les chaînes d'approvisionnement. Le Conseil canadien du bois serait l'hôte idéal d'une telle plateforme, mais de nombreuses entreprises n'ont pas de lien avec le CCB ou comprennent mal son mandat. Il serait bénéfique de se doter d'un organe de coordination encadré et animé de manière simple pour tenir des discussions et développer des solutions aux problèmes découlant de la formation de l'industrie.

Cette plateforme devrait également être utilisée pour créer des échanges d'informations sains entre les entreprises et le gouvernement. C'est un élément essentiel à la conception de bonnes politiques. L'industrie dispose d'information dont le gouvernement a besoin pour finaliser la réglementation et pour créer des structures habilitantes. La clé est de trouver des moyens de créer un échange ouvert entre le gouvernement et l'industrie en évitant que les actions du gouvernement soient entièrement orientées par les intérêts spécifiques d'une entreprise. Réunir les différents acteurs autour d'une entité indépendante, mais financée par des fonds publics, comme le CCB, permettrait d'éviter cet écueil.

En somme, l'industrie du bois massif a besoin d'un organe de coordination public-privé. La première tâche de cet organe devrait être d'aider à trouver des solutions à la crise du logement et de proposer un ensemble de mesures politiques pour aligner les soutiens à l'offre aussi bien qu'à la demande dans l'industrie canadienne.

## L'impulsion par la demande : le carbone intrinsèque

Une réglementation sur le carbone intrinsèque serait une composante essentielle d'un ensemble de mesures visant à favoriser le bois massif. Elle peut constituer une puissante incitation à utiliser le bois massif, dont les émissions sont inférieures à celles du béton et de l'acier . Elle permettrait de générer l'impulsion par la demande

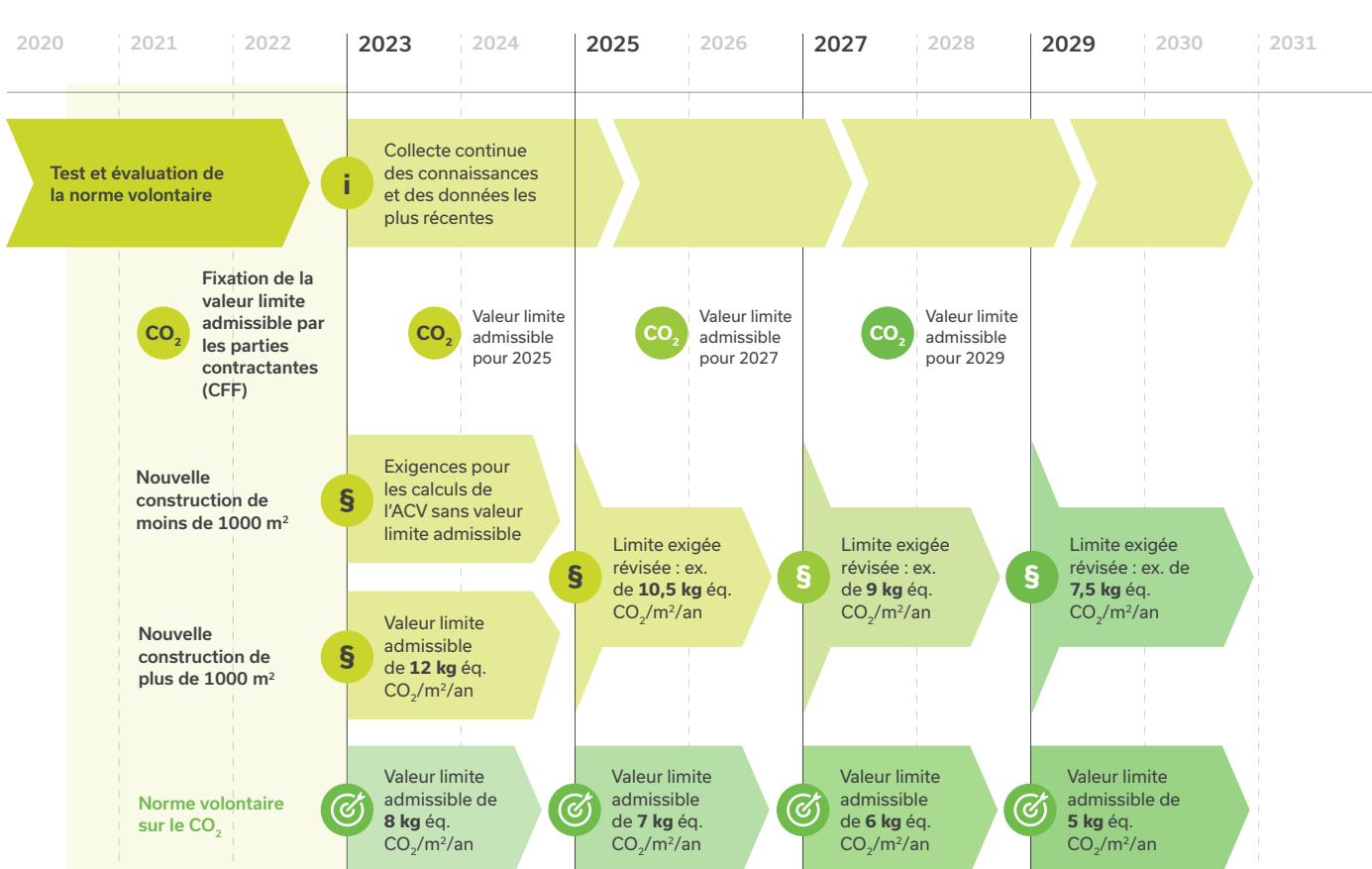


nécessaire à ce que l'industrie du bois massif prenne de l'ampleur. Une bonne politique industrielle verte déployerait une réglementation intelligente pour encourager la demande de produits verts qui apportent des avantages économiques aux communautés locales.<sup>84</sup>

Le carbone intrinsèque désigne toutes les émissions de gaz à effet de serre associées à la création de matériaux de construction, y compris dans leur fabrication, leur transport, leur installation, leur entretien et leur élimination.<sup>85</sup> Le carbone intrinsèque est un enjeu critique, car il représente de 8 à 11 % des émissions mondiales.<sup>86</sup> Le carbone opérationnel désigne les émissions associées à l'exploitation d'un bâtiment et représente 20 % des émissions globales. Mais dans les régions qui disposent déjà de réseaux à faible émission de carbone, comme Vancouver, Toronto et Montréal, les émissions intrinsèques d'un nouveau bâtiment à haute performance représenteront 83 % à 93 % des émissions de l'ensemble du cycle de vie du bâtiment en 2050. Une étude danoise estime que le carbone intrinsèque représente 64 % des émissions pour toute la durée de vie des bâtiments.<sup>87</sup> Ainsi, pour faire preuve de sérieux quand on parle des bâtiments carboneutres, il faut prendre en compte le carbone intrinsèque.<sup>88</sup>

Diverses expériences politiques sont actuellement menées au Danemark, en Californie et dans des villes d'Amérique du Nord, ouvrant la voie pour le reste du monde.<sup>89</sup> Le Danemark a institué la toute première réglementation nationale sur le carbone intrinsèque dans le cadre de sa stratégie nationale pour la construction durable.<sup>90</sup> Le

**FIG 4:** La réglementation danoise sur le carbone intrinsèque par étapes.<sup>91</sup>





nouveau code du bâtiment fixe un plafond progressif pour l'empreinte carbone des bâtiments : 12 kg éq. CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an pour les nouveaux bâtiments de plus de 1000 m<sup>2</sup>. En 2025, les bâtiments de moins de 1000 m<sup>2</sup> seront également soumis au plafond, qui passera à 10,5 kg éq. CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/an. La norme sera de nouveau abaissée en 2027 et en 2029 pour atteindre 7,5 kg éq. CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>/an.



La Californie étudie également la possibilité d'une réglementation sur le carbone intrinsèque. Le projet de loi 2446 charge le California Air Resources Board, le puissant régulateur qui pilote la décarbonation en Californie, d'élaborer un cadre qui permettrait de réduire le carbone intrinsèque de 20 % d'ici 2030 et de 40 % d'ici 2035.<sup>92</sup> Une fois de plus, la Californie se positionne en tant que leader politique et commercial en Amérique du Nord. La réglementation sur le carbone intrinsèque s'appuierait sur le *Buy Clean California Act* pour soutenir le marché des matériaux de construction à faible teneur en carbone.<sup>93</sup>

Des villes canadiennes sont également en tête de file dans ce domaine. La ville de Toronto a institué un plafond d'émissions intrinsèques de 250 kg éq. CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> pour tous les nouveaux bâtiments appartenant à la ville et a créé une norme volontaire pour les bâtiments non municipaux.<sup>94</sup> Cette norme volontaire de « niveau 2 » est susceptible de devenir une norme de « niveau 1 » (obligatoire) dans la prochaine version de la Norme verte de Toronto, prévue pour 2025.<sup>95</sup>

La Ville de Vancouver s'est fixé pour objectif de réduire les émissions intrinsèques de 40 % d'ici 2030.<sup>96</sup> Le conseil municipal a indiqué qu'en 2025, il exigerait que les bâtiments de 1 à 6 étages « qui peuvent être construits en bois ou en bois massif » réduisent le carbone intrinsèque de 20 % et que les bâtiments de plus de 7 étages et ceux qui ne se prêtent pas à des solutions en bois réduisent leurs émissions de



*Du côté de l'offre, la Colombie-Britannique a créé un fonds de 180 millions \$ pour augmenter la valeur ajoutée manufacturière dans la province, en mettant l'accent sur le secteur forestier. Les projets de bois massif peuvent bénéficier d'une aide en capital allant jusqu'à 10 millions \$.*

contribuer à l'expansion du marché des matériaux à faible teneur en carbone et permet de se familiariser avec les cadres nécessaires à la création d'une norme relative au carbone intrinsèque.<sup>100</sup>

### **Pression de l'offre : le financement stratégique dans une approche de politique industrielle intelligente**

Réfléchir au carbone intrinsèque sous l'angle de la politique industrielle suggère une approche politique unique. Plutôt que de se concentrer exclusivement sur les réductions d'émissions, cette approche souligne l'importance de produire des avantages économiques locaux. Étant donné que le bois massif permettrait de mettre en place une chaîne d'approvisionnement purement canadienne, il en découlerait des possibilités pour les communautés rurales et les communautés de ressources. Ce seul fait justifierait la création d'une nouvelle réglementation si celle-ci était calibrée pour offrir de tels avantages. Mais l'optique de la politique industrielle met également en évidence l'importance du contrôle des coûts : les politiques climatiques réussies combinent des incitatifs à l'offre et des mesures qui impulsent la demande.

Une réglementation sur le carbone intrinsèque pourrait être conjuguée aux incitations à la production offertes par les programmes de soutien aux technologies propres du Canada. Le plan canadien annoncé dans le budget 2023 décrit comment une réglementation axée sur la demande et des soutiens plus ciblés peuvent être combinés de manière efficace dans des domaines critiques.

Le plan d'action pour le bois massif de la Colombie-Britannique illustre cette approche.<sup>101</sup> Du côté de la demande, il y a l'utilisation du bois massif dans les bâtiments du secteur public et la proposition de réglementation sur le carbone intrinsèque de Vancouver. Ces deux mesures encouragent l'utilisation du bois massif, mais une politique systématique visant à encourager les matériaux à faible teneur en carbone au niveau provincial serait encore plus efficace. Du côté de l'offre, la Colombie-Britannique a créé un fonds de 180 millions \$ pour augmenter la valeur ajoutée manufacturière dans la province, en mettant l'accent sur le secteur forestier.<sup>102</sup> Les projets de bois massif peuvent bénéficier d'une aide en capital allant jusqu'à 10 millions \$.<sup>103</sup>

10 %. Vancouver a désormais mis en place des exigences de déclaration du carbone intrinsèque pour les nouveaux bâtiments. Les nouveaux bâtiments doivent démontrer qu'ils sont sur la bonne voie pour répondre aux exigences pertinentes.<sup>97</sup> En outre, la Ville a pris des mesures incitatives pour les demandes concernant les bâtiments en bois massif, soit d'autoriser des hauteurs supérieures à 6 étages et d'accélérer le processus d'approbation.<sup>98</sup>

Le Canada dispose également d'une norme de divulgation pour les grands projets de construction dans le cadre de sa Stratégie pour un gouvernement vert.<sup>99</sup> Comme d'autres politiques d'approvisionnement écologiques, cette mesure promet de





L'offre et la demande pourraient également être plus directement liées. Le Canada pourrait introduire un plafond volontaire sur les émissions intrinsèques en vertu duquel les bâtiments admissibles recevraient également une subvention calculée au m<sup>2</sup> par l'intermédiaire de la Banque de l'infrastructure du Canada (BIC). Comme pour le programme de rénovations de la BIC, un ensemble standardisé de paramètres pourrait être élaboré pour faciliter les demandes et les décaissements.

Cela contribuerait à créer plus de certitude. La certitude est un besoin essentiel pour les entreprises qui prévoient augmenter leur capacité de production et pour les investisseurs qui financent de tels projets. Une réglementation calibrée pour créer en toute confiance une demande à long terme aura un effet plus important que la demande au coup par coup créée par des investissements ponctuels du secteur public.

Un autre moyen de créer une certitude serait de mettre en place un crédit d'impôt direct à la production ou à l'investissement. Le plan canadien du budget 2023 propose un certain nombre de crédits d'impôt à l'investissement pour concurrencer les crédits d'impôt à la production manufacturière prévus par l'*Inflation Reduction Act*.

En Autriche, la loi sur le fonds forestier de 2020 prévoit une subvention par kg de panneaux pour les bâtiments ayant une forte proportion de matières premières renouvelables.<sup>104</sup> C'est une option qui pourrait être envisagée au Canada. Toutefois, elle ne permettrait pas nécessairement de résoudre les problèmes de financement auxquels sont confrontés les fabricants, qui ont besoin d'incitatifs fiables pour financer une expansion ou de nouvelles installations. Or un instrument politique axé sur les bâtiments n'y parviendrait probablement pas. En outre, pour se conformer à l'*Accord sur le bois d'œuvre résineux*, tout instrument politique devrait être neutre du point de vue des matériaux, c'est-à-dire qu'il ne doit pas s'appliquer spécifiquement au bois.

Des crédits d'impôt à la production semblables à ceux de l'*Inflation Reduction Act* pourraient néanmoins être indexés sur le carbone intrinsèque du matériau. Tous les matériaux répondant à la norme par m<sup>2</sup> ou m<sup>3</sup> seraient admissibles au crédit. Cela permettrait de compenser les coûts éventuels d'un crédit carbone intrinsèque et de

le financer, tout comme la taxe fédérale sur le carbone est remboursable. Un tel assortiment de mesures – une exigence de carbone intrinsèque assortie d'un contrôle des coûts pour les fabricants – pourrait aligner l'offre et la demande de manière efficace.

En 2010, le Japon a promulgué un programme pour encourager la construction en bois qui comprenait des politiques d'approvisionnement gouvernementales et un soutien à la production de bois massif par le biais de prêts et d'incitatifs. Cette politique était motivée par l'objectif de maximiser la valeur ajoutée manufacturière des peuplements de cèdres arrivés à maturité, plantés en vertu des stratégies de gestion forestière de l'après Seconde Guerre mondiale.<sup>105</sup>

Vue aérienne de la ville de Toronto et port le long du lac Ontario





## Principales mesures à prendre pour atteindre l'objectif à court terme

**1. Créer un organe de coordination public-privé chargé de développer et de faire avancer les priorités en matière de politiques et de programmes, notamment en élaborant des archétypes de bâtiments pour répondre à la crise du logement ainsi qu'un ensemble de mesures qui ajouteront de la valeur aux ressources forestières du Canada tout en renforçant les capacités locales tout au long de la chaîne d'approvisionnement.**

- » Une Alliance pour le bois massif pourrait rassembler les leaders actuels, tels que le Conseil canadien du bois, Forest Policy Innovations, Forest Innovation Investment, l'Association des produits forestiers du Canada, ainsi que des entreprises et des agences gouvernementales autour d'une démarche de collaboration pour bâtir l'industrie. L'Alliance pourrait être animée par le CCB en collaboration avec d'autres partenaires.
- » La priorité à court terme (1 à 6 mois) de l'Alliance devrait être de fournir au catalogue national de conceptions de logements un ensemble d'archétypes de bâtiments unifamiliaux et de taille moyenne préapprouvés pour APH Select, le nouveau programme d'assurance hypothécaire de la SCHL.<sup>106</sup>
- » La priorité à moyen terme (6 à 18 mois) devrait être de concevoir précisément un ensemble d'incitatifs pour encourager l'offre et la demande en bois massif.

**2. Créer un plan gouvernemental de déploiement d'un financement stratégique pour soutenir le bois massif.**

- » Le plan canadien annoncé dans le budget 2023 établit un système d'outils à plusieurs niveaux pour faire avancer les priorités en matière de décarbonation. Le «financement stratégique» constitue un volet essentiel : le Fonds de croissance du Canada (15 milliards \$) et la Banque de l'infrastructure du Canada (33 milliards \$). Ces institutions pourraient soutenir l'industrie du bois massif par des financements à faible coût, des garanties de prêts, des subventions et des prises de participation.
- » La Banque de l'infrastructure du Canada a développé un portefeuille de prêts et une stratégie pour les investissements dans la rénovation des bâtiments. Elle pourrait développer un programme similaire pour les bâtiments carboneutres ou la production de bois massif. Un tel programme pourrait réduire les coûts ou couvrir les dépenses d'investissement nécessaires à l'augmentation de la production.



### 3. Songer à imposer une exigence en matière de carbone intrinsèque dans le cadre de la Stratégie canadienne pour les bâtiments verts.

- » Une exigence en matière de carbone intrinsèque stimulerait la demande de bois, qui séquestre le carbone et présente un profil de production à plus faibles émissions que le béton et l'acier. Une mesure basée sur la performance serait neutre du point de vue des matériaux et favoriserait une décarbonation profonde du secteur des matériaux.
- » Une première tâche analytique consisterait à quantifier la contribution du bois massif à la réduction de Mt de gaz à effet de serre exigée pour l'environnement bâti.

### 4. Stratégie d'approvisionnement gouvernemental pour aider le bois massif à se développer.

- » Une normalisation et une expansion de la production sont nécessaires pour faire baisser les coûts unitaires dans le bois massif. Des achats importants par les pouvoirs publics pourraient contribuer à la construction de nouvelles installations et à la réduction des coûts.
- » Le gouvernement fédéral pourrait orienter ses propres achats vers l'utilisation prioritaire du bois, en regroupant les achats pour un ensemble de bâtiments dans plusieurs régions. Il pourrait également inciter les provinces et les municipalités à effectuer des achats groupés afin de contribuer à l'expansion de l'industrie.
- » Les exigences de priorisation du bois, comme celle la Colombie-Britannique en matière de marché public, peuvent également être bénéfiques, bien qu'il s'agisse d'outils moins efficaces pour parvenir à une expansion.

### 5. Stratégie d'innovation.

- » Des organismes comme le CRIBE ont fait progresser le programme de recherche et de développement sur le bois massif et les composants en bois.<sup>107</sup> Le Canada a besoin d'une analyse systématique des possibilités d'innovation tout au long de la chaîne d'approvisionnement qui soit soutenue par des fonds de R et D.
- » La stratégie d'innovation devrait faire partie intégrante d'une stratégie nationale pour le secteur forestier.

### 6. Formation.

- » Formation : cours spécifiques pour former les ingénieurs, les chefs de projet, les modélistes, les opérateurs de CNC, les installateurs, les coordonnateurs architecturaux et les dessinateurs de détail (en développant les programmes actuels de RNCan et du CCB).
- » Développer des pôles éducatifs régionaux pour accroître et développer les compétences de tous ces groupes, sous la direction des écoles professionnelles et techniques locales qui proposent déjà des formations pour ces professions spécifiques.



## Conclusion

*Les possibilités pour le bois massif de contribuer à la décarbonation du secteur du bâtiment, de générer de la croissance dans les secteurs de compétitivité propre et de répondre à la demande en matière de logement sont évidentes.*

Cette feuille de route présente une vision assortie d'objectifs précis pour le secteur du bois massif au Canada ; une vision ambitieuse, mais réalisable. Les possibilités pour le bois massif de contribuer à la décarbonation du secteur du bâtiment, de générer de la croissance dans les secteurs de compétitivité propre et de répondre à la demande en matière de logement sont évidentes. Vu l'augmentation considérable de la demande aux États-Unis et dans d'autres marchés d'exportation, cette feuille de route vise à voir la production canadienne de bois massif doubler d'ici 2030 et quadrupler d'ici 2035.

Pour concrétiser cette possibilité, la feuille de route repose sur une stratégie claire : le développement d'une chaîne d'approvisionnement intégrée de la forêt aux bâtiments. C'est la stratégie éprouvée des entreprises qui ont créé et développé le secteur du bois massif en Europe. Grâce à l'intégration verticale, le bois est géré et récolté de manière à optimiser la matière première nécessaire à la fabrication de panneaux et de poutres en bois massif. Ces éléments sont ensuite facilement incorporés dans des bâtiments facilement reproductibles, avec des temps de construction plus courts.

La présente feuille de route détaille les objectifs et les principales lacunes à chaque étape de la chaîne de valeur, traçant des axes de travail distincts – la foresterie et l'approvisionnement en bois, la fabrication, l'architecture et la conception de bâtiments, la construction – tout en portant une attention spécifique aux politiques et aux programmes qui favorisent la croissance à un ou plusieurs de ces stades.

Cette feuille de route identifie **trois domaines d'action essentiels** qui sont nécessaires pour concentrer les efforts et faire avancer la chaîne de valeur du bois massif.

- 1.** Créer une collaboration entre les secteurs public et privé afin d'élaborer et de faire progresser un ensemble de mesures permettant de valoriser les ressources forestières du Canada tout en renforçant les capacités locales au fil de la chaîne d'approvisionnement.
- 2.** Standardiser les archétypes de bâtiment, les spécifications du bois et les connecteurs dans l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.
- 3.** Élaborer et mettre en œuvre un plan de développement des compétences qui couvre tous les aspects de la chaîne d'approvisionnement.

## La prochaine étape : une Alliance pour le bois massif

La présente feuille de route doit maintenant être portée par une coalition d'acteurs de l'industrie et d'autres parties prenantes, en étroite collaboration avec les pouvoirs publics. Un conseil de coordination devrait superviser la mise en œuvre de la feuille de route, avec le soutien d'un groupe de travail pour chacun des cinq axes de travail.

Les groupes devraient d'abord élaborer des plans de travail basés sur les actions prioritaires identifiées dans cette feuille de route. Il sera nécessaire de préciser les résultats escomptés et d'établir des calendriers spécifiques.

Ces calendriers et ces résultats doivent permettre aux membres de l'Alliance de se concerter et de s'orienter, mais leur mise en œuvre ne doit pas être rigide. Le conseil et ses groupes de travail devraient plutôt se pencher sur l'ensemble des actions clés de manière continue et itérative. Cela impliquera de résoudre concrètement les problèmes qui se posent et de lancer des expérimentations et des projets pilotes si nécessaire. Au cours de ce processus, la feuille de route sera mise à jour et ajustée en fonction des enseignements tirés en cours de route et des nouveaux développements du marché. Le suivi de ces évolutions débouchera sur des actions visant à renforcer la croissance du secteur du bois massif. La feuille de route représente donc un document vivant qui évoluera, plutôt qu'un rapport stratégique ponctuel destiné à prendre la poussière sur une étagère.

Nous invitons les gouvernements, à différents niveaux, à jouer un rôle essentiel dans la mise en œuvre de la feuille de route. Ils doivent participer activement au processus, en tant que membres du conseil et des groupes de travail. Le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux concernés devraient considérer le processus d'élaboration de la feuille de route pour le secteur du bois massif comme une initiative stratégique prioritaire. En s'inspirant du succès d'autres initiatives, on constate que la meilleure approche pour mettre en œuvre la feuille de route consiste en un partenariat entre les secteurs public et privé.

Le Canada a la possibilité de développer le secteur du bois massif en réponse à une demande importante du marché, à l'échelle nationale aussi bien qu'internationale. Cela créera des possibilités de développement économique régional, emplois qualifiés inclus. Le bois massif peut également jouer un rôle majeur dans la lutte contre la pénurie de logements au Canada, en combinant une construction plus rapide et moins coûteuse avec une empreinte carbone réduite, et ce, pour les décennies à venir. Pour saisir cette occasion, les entreprises et les autres acteurs de l'écosystème doivent désormais déployer des efforts intentionnels et concertés.



# Références

- 1 <https://experience.arcgis.com/experience/58e313c4ac0247138ba5057d655ed1d4>
- 2 Le bois massif comprend une gamme de produits en bois d'ingénierie, dont les plus courants sont les panneaux en bois lamellé-croisé (CLT), les poutres en lamellé-collé, les panneaux en bois lamellé-collé (GLT), les panneaux en bois lamellé-cloué (NLT) et les panneaux en bois lamellé-goujonné (DLT). Cette feuille de route n'établit pas de distinction nette quant aux différents produits de bois massif. Les produits les plus utilisés, en matière de parts de marché, sont le CLT et le lamellé-collé.
- 3 <https://www.canadianarchitect.com/technical-mass-timber-through-a-life-cycle-lens/>
- 4 <https://www.naturallywood.com/resource/the-state-of-prefabrication-in-canada/>
- 5 <https://www.cisc-icca.ca/ciscwp/wp-content/uploads/2017/12/NRC-COST-COMPARISON.pdf>
- 6 <https://transitionaccelerator.ca/reports/canadas-future-in-a-net-zero-world/>
- 7 Cimoli, Mario, Giovanni Dosi, and Joseph E. Stiglitz. 2009. *Industrial policy and development: The political economy of capabilities accumulation*. Oxford University Press.
- 8 2023 International Mass Timber Report.
- 9 2023 International Mass Timber Report. La capacité de production canadienne à elle seule a été estimée à 1,1 million m<sup>3</sup> par RNCAN.
- 10 Début 2023 ; voir 2023 International Mass Timber Report.
- 11 2023 International Mass Timber Report.
- 12 La classification de RNCAN inclut le bois de longs copeaux lamellés (LSL) et le bois lamellé-plaqué (LVL), que nous excluons de notre étude, car ils utilisent des matériaux en bois conventionnels plutôt que d'exiger le travail difficile d'ouverture de nouveaux marchés et de nouvelles applications. Toutefois, certains produits de bois d'ingénierie existants, tels que le LVL, le Paralan, les poutrelles en I, le bois de copeaux et les fermes en bois d'ingénierie, peuvent être utilisés conjointement avec les nouveaux produits en bois de masse. Voir, RNCAN. 2021. *La situation du bois massif au Canada en 2021*. <https://ostrnrcan-dostrncan.canada.ca/entities/publication/c2ad4993-ab1f-45b5-bf9d-2cfb7f56722a>
- 13 <https://experience.arcgis.com/experience/58e313c4ac0247138ba5057d655ed1d4>
- 14 Entretien avec Wolfgang Wierer, fondateur de KLH. Innsbruck, Autriche, 1er décembre 2023.
- 15 <https://www.timber-online.net/blog/europe-s-top-sawn-timber-producers.html>
- 16 <https://www.pfeifergroup.com/en/>
- 17 <https://www.woodbusiness.ca/making-a-mark/>

- 18 <https://accelerateurdetransition.ca/rapports/feuille-de-route-du-c-saf/> ; <https://accelerateurdetransition.ca/rapports/feuille-de-route-pour-la-chaine-de-valeur-des-batteries-au-canada-2/>
- 19 RNCan. 2021. *La situation du bois massif au Canada 2021*.
- 20 Ce chiffre inclut une large gamme de panneaux : lamellé-collé, CLT, GLT, DLT, NLT. FPInnovations. Mars 2023. *Canadian Market Share 2022*.
- 21 D'après les estimations dans RBC. 2023. « Structure en bois d'œuvre : quel est l'apport du bois pour les constructions écologiques au Canada ? » et naturally:wood, « The State of Prefabrication in Canada » (<https://www.naturallywood.com/resource/the-state-of-prefabrication-in-canada/>)
- 22 219 millions de pieds-planches de CLT, Manuel canadien sur le CLT, édition 2019, p. 19.
- 23 Selon le rapport de FPInnovations *Canadian Market Share 2022 All Canada Report*.
- 24 Conversion des projections des milliards de pieds-planches de bois d'œuvre utilisés dans le secteur du bois massif.
- 25 Ces estimations concordent approximativement avec le scénario de base développé dans le rapport de RBC *Imagine 2025 : Build it and they will come* qui comprend également un scénario plus ambitieux pour la demande américaine de bois massif, soit 4,2 milliards p2 supplémentaires d'ici 2030 et de 6,7 milliards p2 d'ici 2035.
- 26 Forest Economic Advisors, juillet 2022.
- 27 Rapport annuel 2022 sur *L'état des forêts au Canada* (<https://ressources-naturelles.canada.ca/nos-ressources-naturelles/forets/letat-forets-canada-rapport-annuel/16497>).
- 28 Calculé à partir des données figurant dans le *2022 International Mass Timber Report* : la production de bois massif est estimée à environ 1 million m<sup>3</sup> et la production de bois d'œuvre à environ 70 milliards de pied-planches.
- 29 RBC, *Imagine 2025: Build it and they will come*, [https://mcusercontent.com/38b56f4a32b1ab75636758048/files/02ba60af-cd26-4931-a280-4d57b6ecff43/Mass\\_Timber\\_Build\\_it\\_and\\_they\\_will\\_come\\_Imagine\\_2025\\_002\\_.pdf](https://mcusercontent.com/38b56f4a32b1ab75636758048/files/02ba60af-cd26-4931-a280-4d57b6ecff43/Mass_Timber_Build_it_and_they_will_come_Imagine_2025_002_.pdf)
- 30 *2022 International Mass Timber Report*, p. 16.
- 31 KLH. 2014. Cross-laminated timber: A revolution in timber construction. [https://bct.eco.umass.edu/wp-content/uploads/2014/10/KLH\\_Company-presentation\\_UMass-Amherst.pdf](https://bct.eco.umass.edu/wp-content/uploads/2014/10/KLH_Company-presentation_UMass-Amherst.pdf)
- 32 D'autres stratégies complémentaires pourraient être basées sur d'autres possibilités d'utilisation de produits forestiers pour divers éléments de construction, tels que les toits, l'enveloppe du bâtiment, les murs intérieurs, les revêtements de sol, l'asphalte à base de lignine, l'isolation et même l'énergie provenant du chauffage collectif à partir de la biomasse.
- 33 <https://www.ccmf.org/communiqu%C3%A9s/cadre-de-la-bioeconomie-forestiere-renouvele/>
- 34 RBC, *Imagine 2025: Build it and they will come*.
- 35 *2022 International Mass Timber Report*, p. 27.

- <sup>36</sup> Wotton, B.M. et al., 2017, « Potential climate change impacts on fire intensity and key wildfire suppression thresholds in Canada », Environmental Research Letters, vol. 12, no 9, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa7e6e/meta>
- <sup>37</sup> Höglberg, P., L.A. Ceder, R. Astrup, D. Binkley, L. Dalsgaard, G. Egnell, A. Filipchuk, H. Genet et al. 2021. « Sustainable boreal forest management challenges and opportunities for climate change mitigation ». Agence suédoise des forêts. <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/17778/1/rapport-2021-11-sustainable-boreal-forest-management-challenges-and-opportunities-for-climate-change-mitigation-002.pdf>
- <sup>38</sup> <https://www.naturallywood.com/project/squamish-lilwat-cultural-centre/>; <https://www.naturallywood.com/project/nadleh-whutenne-yah-administration-and-cultural-building/>; <https://www.nordic.ca/en/projects/structures/aanischaaukamikw>.
- <sup>39</sup> <https://www.dezeen.com/2023/03/31/mass-timber-carbon-assessment-timber-revolution/>
- <sup>40</sup> Une coordination entre les régions est toutefois nécessaire, car en fin de compte, les normes doivent être définies et adoptées au niveau national.
- <sup>41</sup> D'après les estimations de RBC. 2023. « Structure en bois d'œuvre : quel est l'apport du bois pour les constructions écologiques au Canada ? » et *The State of Prefabrication in Canada*, (<https://www.naturallywood.com/resource/the-state-of-prefabrication-in-canada/>).
- <sup>42</sup> British Columbia Office of Mass Timber Implementation; <https://news.gov.bc.ca/releases/2023JEDI0041-001123>
- <sup>43</sup> *2022 International Mass Timber Report*, p. 58.
- <sup>44</sup> <https://www.budget.canada.ca/fes-eea/2022/doc/gf-fc-fr.html>
- <sup>45</sup> <https://www.newswire.ca/fr/news-releases/fonds-de-croissance-du-canada-annonce-son-premier-investissement-834713985.html>
- <sup>46</sup> Kaufmann, Christian. 2023. « Modular construction—new dimensions ». Forum international Holzbau, Innsbruck, Autriche.
- <sup>47</sup> Exemple de bâtiment hybride : Main and Cordova – huit étages, basilaire en béton, structure en CLT et en acier. <https://www.naturallywood.com/project/main-and-cordova-mac/>
- <sup>48</sup> <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.06.060>; <https://www.conxtech.com/conx-systems/>
- <sup>49</sup> <https://structurecraft.com/projects/hopkins-student-center>; <https://m.facebook.com/story.php?storybid=pfbid02BTW UP1k1fuHxLfWA aSTEuYECHE2ULZE1EQBRuQraCFJuYHb5RvjaxSxDNtjGyU2al&id=1430997727213333>; <https://elementfive.co/projects/118-waverley/>
- <sup>50</sup> <https://www.rothoblaas.fr/>
- <sup>51</sup> <https://mantledev.com/publications/ontarios-first-benchmarking-of-embodied-carbon-for-large-buildings/>
- <sup>52</sup> <https://www.canadianarchitect.com/technical-mass-timber-through-a-life-cycle-lens/>

- 53 <https://www.canadianarchitect.com/technical-mass-timber-through-a-life-cycle-lens/>
- 54 Höglberg, P., Ceder, L.A., Astrup, R., Binkley, D., Dalsgaard, L., Egnell, G., Filipchuk, A., Genet, H., et al. (2021). Sustainable boreal forest management challenges and opportunities for climate change mitigation. Swedish Forest Agency. <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/17778/1/rapport-2021-11-sustainable-boreal-forest-management-challenges-and-opportunities-for-climate-change-mitigation-002.pdf>; <https://www.wri.org/insights/mass-timber-wood-construction-climate-change>
- 55 [https://publications.gc.ca/collections/collection\\_2022/cnrc-nrc/NR24-101-2022-fra.pdf](https://publications.gc.ca/collections/collection_2022/cnrc-nrc/NR24-101-2022-fra.pdf)
- 56 <https://www.canada.ca/fr/secretariat-conseil-tresor/services/innovation/ecologiser-gouvernement/strategie.html>
- 57 [https://www.toronto.ca/news/city-of-toronto-raises-green-performance-standards-for-new-development-and-mandates-netzero-ghg-emissions-for-new-city-owned-buildings/](https://www.toronto.ca/news/city-of-toronto-raises-green-performance-standards-for-new-development-and-mandates-net-zero-ghg-emissions-for-new-city-owned-buildings/)
- 58 <https://www.bchousing.org/publications/Design-for-Disassembly-for-Residential-Construction.pdf>
- 59 <https://firetests.cwc.ca/wp-content/uploads/2022/07/Mass-Timber-Fire-Demonstration-Test-Summary.pdf> and <https://firetests.cwc.ca/wp-content/uploads/2023/06/38e02b27-e352-4189-bcfc-3e38fe1be12d.pdf>
- 60 L'Alliance a été créée par RBC, EllisDon et Mattamy Homes.
- 61 <https://www.woodworks.org/resources/clt-diaphragm-design-guide/>
- 62 Développé avec le soutien du Programme de construction verte en bois (CVBois) de RNCan ; <https://woodsmart.ca/fr/accueil/>
- 63 B.C. Housing Research Centre, *Design for Disassembly for Residential Construction*, 2021.
- 64 RBC. 2023. « Structures en bois d'œuvre : quel est l'apport du bois pour les constructions écologiques au Canada ? ».
- 65 Par exemple, voir le plan d'action pour le bois massif de la Colombie-Britannique, 2022.
- 66 <https://news.gov.bc.ca/releases/2023JEDI0045-001207>
- 67 Plan d'action pour le bois massif de la Colombie-Britannique, 2022.
- 68 Mitchell, Craig. 2021. *L'état de la préfabrication au Canada*. <https://www.naturallywood.com/resource/the-state-of-prefabrication-in-canada/>
- 69 <https://www.naturallywood.com/resource/the-state-of-prefabrication-in-canada/>
- 70 <https://www.nordic.ca/fr/produits/bois-lamelle-croise-clt-nordic-x-lam>
- 71 Entretien avec Pfeifer.
- 72 <https://www.timberengineering.ca/on5>
- 73 <https://ecohousemart.com/products/clt-the-solid-wood-panels-house-kit/>
- 74 <https://blog.prefabium.com/2018/12/woodie-student-dormitory-timber-prefab.html>

- <sup>75</sup> <https://www.cbc.ca/news/politics/canada-home-design-catalogue-1.7056456>
- <sup>76</sup> FPInnovations, 2019. *Manuel canadien sur le CLT*, Chapitre 1, p. 23.
- <sup>77</sup> FPInnovations, 2019, Chapitre 5, p. 5.
- <sup>78</sup> <https://pics.uvic.ca/research/making-embodied-carbon-mainstream>
- <sup>79</sup> <https://accelerateurdetransition.ca/rapports/lavenir-du-canada-dans-un-monde-carboneutre/>
- <sup>80</sup> Brownlee, M., Elgie, S., et Scott, W. 2018. « Canada's next Edge: Why Clean Innovation Is Critical to Canada's Economy and How We Get It Right ». Document de travail. Smart Prosperity Institute, <https://institute.smartprosperity.ca/library/publications/canada-s-next-edge-why-clean-innovation-critical-canada-s-economy-and-how-we>; Nemet, G. F. 2019. How solar energy became cheap: A model for low-carbon innovation. Routledge ; Sivaram, V., Cunliff, C., Hart, D., Friedmann, J., Sandalow, D. 2020. Energizing America: A roadmap to launch a national energy innovation mission.
- <sup>81</sup> <https://thoughtleadership.rbc.com/timber-rising-how-wood-can-spur-canadas-green-building-drive/>
- <sup>82</sup> Mitchell, Craig. 2021. The State of Prefabrication in Canada. <https://www.naturallywood.com/resource/the-state-of-prefabrication-in-canada/>
- <sup>83</sup> Les études montrent des réductions estimatives de 13 à 20 % du carbone intrinsèque. Voir Chen, Zhongjia, Hongmei Gu, Richard D. Bergman et Shaobo Liang. 2020. « Comparative life-cycle assessment of a high-rise mass timber building with an equivalent reinforced concrete alternative using the Athena impact estimator for buildings », *Sustainability*, vol. 12, no 11 : p. 4708; Liang, Shaobo, Hongmei Gu, Richard Bergman et Stephen S. Kelley. 2020. « Comparative life-cycle assessment of a mass timber building and concrete alternative », *Wood and Fiber Science*, vol. 52, no 2 : p. 217-229; Eliassen, A. R., S. Faanes et R. A. Bohne. 2019. « Comparative LCA of a concrete and steel apartment building and a cross-laminated timber apartment building ». Dans *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 323, no 1, p. 012017. IOP Publishing.
- <sup>84</sup> Sabel, Charles F. et David Victor. 2022. *Fixing the Climate*. Princeton University Press.
- <sup>85</sup> Carbon Leadership Forum. 2020. « Carbone incorporé 101 ». <https://carbonleadershipforum.org/fr/carbone-incorpore-101/>; Canada Green Building Council. 2021. *Le carbone intrinsèque : un bilan pour les bâtiments au Canada*. [https://www.cagbc.org/wp-content/uploads/2022/03/2022\\_FR\\_cagbc\\_white-paper\\_embodied-carbon\\_v2-2.pdf](https://www.cagbc.org/wp-content/uploads/2022/03/2022_FR_cagbc_white-paper_embodied-carbon_v2-2.pdf)
- <sup>86</sup> Ibid.; Zizzo, Ryan and Kelly Alvarez Doran. 2022. *Regulating Embodied Emissions of Buildings: Insights for Ontario's Municipal Governments*. <https://www.ashb.com/wp-content/uploads/2023/03/IS-2023-066.pdf>
- <sup>87</sup> Kanafani, Kai, Jonathan Magnes, Søren Munch Lindhard, et Maria Balouktsi. 2023. « Carbon Emissions during the Building Construction Phase: A Comprehensive Case Study of Construction Sites in Denmark ». *Sustainability* vol. 15, no 14 : 10992. <https://doi.org/10.3390/su151410992>
- <sup>88</sup> Conseil du bâtiment durable du Canada. 2021. *Le carbone intrinsèque : un bilan pour les bâtiments au Canada*. [https://www.cagbc.org/wp-content/uploads/2022/03/2022\\_FR\\_cagbc\\_white-paper\\_embodied-carbon\\_v2-2.pdf](https://www.cagbc.org/wp-content/uploads/2022/03/2022_FR_cagbc_white-paper_embodied-carbon_v2-2.pdf)

- 89 <https://rmi.org/embodied-carbon-cities-policy-toolkit/policy-examples>
- 90 [https://im.dk/Media/637602217765946554/National\\_Strategy\\_for\\_Sustainable\\_Construktion.pdf](https://im.dk/Media/637602217765946554/National_Strategy_for_Sustainable_Construktion.pdf)
- 91 [https://www.burohappold.com/news/how-denmark-leads-the-way-in-decarbonising-the-construction-industry/#. Adapté de https://im.dk/Media/637602217765946554/National\\_Strategy\\_for\\_Sustainable\\_Construktion.pdf](https://www.burohappold.com/news/how-denmark-leads-the-way-in-decarbonising-the-construction-industry/#. Adapté de https://im.dk/Media/637602217765946554/National_Strategy_for_Sustainable_Construktion.pdf)
- 92 <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/embodied-carbon>
- 93 <https://www.nrdc.org/press-releases/report-california-legislation-can-cut-carbon-building-materials>
- 94 <https://mantledev.com/insights/toronto-becomes-first-jurisdiction-in-north-america-to-enact-whole-building-embodied-carbon-caps-on-new-city-owned-buildings/>
- 95 <https://www.toronto.ca/city-government/planning-development/official-plan-guidelines/toronto-green-standard/toronto-green-standard-version-4/mid-to-high-rise-residential-non-residential-version-4/buildings-energy-emissions-resilience/#:~:text=Residential%20and%20commercial%20projects%20must,intensity%20of%20400%20kgCO2e%2Fm2>
- 96 <https://vancouver.ca/green-vancouver/zero-emissions-buildings.aspx; https://council.vancouver.ca/20201103/documents/p1.pdf#page=213>
- 97 <https://bylaws.vancouver.ca/Bulletin/bulletin-green-buildings-policy-for-rezoning.pdf>
- 98 <https://council.vancouver.ca/20240227/documents/phea1RR.pdf>
- 99 <https://www.tbs-sct.gc.ca/pol/doc-fra.aspx?id=32742>
- 100 Conseil du bâtiment durable du Canada. 2021. *Le carbone intrinsèque : un bilan pour les bâtiments au Canada.* [https://www.cagbc.org/wp-content/uploads/2022/03/2022\\_FR\\_cagbc\\_white-paper\\_embodied-carbon\\_v2-2.pdf](https://www.cagbc.org/wp-content/uploads/2022/03/2022_FR_cagbc_white-paper_embodied-carbon_v2-2.pdf)
- 101 [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/business/construction-industry/bc\\_masstimber\\_action\\_plan\\_2022.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/business/construction-industry/bc_masstimber_action_plan_2022.pdf)
- 102 <https://www2.gov.bc.ca/gov/content/employment-business/economic-development/support-organizations-community-partners/rural-economic-development/manufacturing-jobs-fund>
- 103 <https://vancouversun.com/news/local-news/premier-david-eby-announces-measures-faltering-forestry-industry>
- 104 [https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user\\_upload/umweltfoerderung/betriebe/Waldfonds/Waldfonds\\_Infoblatt.pdf](https://www.umweltfoerderung.at/fileadmin/user_upload/umweltfoerderung/betriebe/Waldfonds/Waldfonds_Infoblatt.pdf)
- 105 Matsushita, Koji. 2015. « Japanese forestation policies during the 20 years following World War II ». Dans *Precious Forests : Precious Earth* : p. 83-112. <http://dx.doi.org/10.5772/61268>; Zhang, Zhengtao, Ning Li, Ming Wang, Kai Liu, Chengfang Huang, Linmei Zhuang et Fenggui Liu. 2022. « Economic Ripple Effects of Individual Disasters and Disaster Clusters. » *International Journal of Disaster Risk Science* vol. 13, no 6 : p. 948-961. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13753-022-00451-0>
- 106 <https://www.cmhc-schl.gc.ca/professionnels/financement-de-projets-et-financement-hypothecaire/assurance-pret-hypothecaire/assurance-pret-pour-immeubles-collectifs/aph-select>
- 107 CRIBE. « Extracting Whole-Tree Value from Ontario's Forest Resource ». Présentation.



*en partenariat avec*