

Enjeux et limites du bois dans le cadre de la décarbonation de la construction

Xavier DAVY¹

¹ *Directeur technique – activité Bâtiment - Egis*

RESUME

Le secteur de la construction est un contributeur majeur aux émissions de gaz à effet de serre, représentant plus d'un tiers des émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie. Pour répondre aux objectifs de réduction des émissions, il est essentiel de transformer les pratiques de construction actuelles. Cet article explore le potentiel du bois comme matériau de construction bas carbone. Le bois, en tant que matériau issu de la biomasse, offre des avantages significatifs en termes de séquestration du carbone et de réduction des émissions de CO₂. En examinant les avantages environnementaux et techniques du bois, ainsi que ses limites, cet article vise à fournir aux acteurs de la construction les connaissances nécessaires pour optimiser l'utilisation du bois dans leurs projets, contribuant ainsi à la décarbonation du secteur tout en répondant aux exigences de durabilité et de performance.

Mots-clés

Décarbonation, Bois, Construction durable, Matériaux bas carbone

I. INTRODUCTION

1.1 Contexte de la décarbonation dans le secteur de la construction

Le secteur de la construction est l'un des plus grands contributeurs aux émissions de gaz à effet de serre (GES) à l'échelle mondiale, représentant plus d'un tiers des émissions totales de CO₂ liées à l'énergie. Cette proportion inclut à la fois les émissions directes provenant des opérations de construction et d'exploitation des bâtiments, ainsi que les émissions indirectes liées à la production des matériaux de construction. Face à l'urgence climatique et aux objectifs de réduction des émissions de GES fixés par les accords internationaux, il est impératif de transformer les pratiques actuelles de construction pour les rendre plus durables et respectueuses de l'environnement.

La décarbonation du secteur de la construction repose sur plusieurs leviers, parmi lesquels l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments, l'adoption de nouvelles technologies et techniques de construction, ainsi que l'utilisation de matériaux de construction à faible empreinte

carbone. Dans ce contexte, le bois s'impose comme une option particulièrement intéressante. Intrinsèquement, étant issu de la biomasse, le bois offre des avantages significatifs en termes de réduction des émissions de CO₂, tout en répondant aux exigences de performance et de durabilité des constructions modernes.

L'intégration du bois dans la construction s'inscrit donc dans une démarche globale de transition écologique, visant à minimiser l'impact environnemental des bâtiments tout au long de leur cycle de vie. Cette approche englobe non seulement la phase de construction, mais aussi l'exploitation, la maintenance et la fin de vie des bâtiments. En adoptant le bois comme matériau de construction principal, il est possible de contribuer de manière significative à la décarbonation du secteur, tout en favorisant le développement de filières locales et durables, et en répondant aux attentes sociétales en matière de respect de l'environnement et de qualité de vie.

1.2 Importance du bois comme matériau de construction bas carbone

Le bois a depuis toujours occupé une place centrale dans la construction, en raison de sa disponibilité naturelle et de sa facilité de mise en œuvre. Utilisé depuis des millénaires, il a permis l'édification de structures variées allant des habitations simples aux édifices monumentaux. Toutefois, avec l'avènement de la pierre, puis des matériaux modernes tels que le béton et l'acier, le bois a progressivement été relégué au second plan. Ces matériaux étaient perçus comme plus nobles ou offrant de meilleures performances structurelles et durabilité.

Cependant, nous assistons aujourd'hui à un retour important du bois dans le secteur de la construction. Ce regain d'intérêt est principalement motivé par la prise de conscience environnementale et la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Le bois se distingue des autres matériaux de construction par sa capacité unique à agir comme un puits de carbone. En effet, les arbres absorbent le dioxyde de carbone (CO₂) de l'atmosphère au cours de leur croissance, le stockant sous forme de carbone dans leur biomasse. Lorsque le bois est utilisé dans la construction, ce carbone reste séquestré pendant toute la durée de vie du bâtiment, contribuant ainsi à la réduction des émissions globales de CO₂.

Il est important de souligner que le caractère carbo-négatif du bois dépend de plusieurs facteurs. Pour maximiser ses bénéfices environnementaux, il est crucial de limiter les transformations du bois et de réduire l'utilisation d'intrants chimiques tels que les colles et les traitements de préservation. De plus, une approche d'optimisation et de rationalisation de l'usage de la matière est essentielle pour minimiser les déchets et maximiser l'efficacité des ressources.

Ainsi, en adoptant des pratiques de gestion durable des forêts, en favorisant des processus de transformation à faible impact et en optimisant l'utilisation du bois dans la construction, il est possible de tirer pleinement parti des avantages environnementaux de ce matériau. Le bois se positionne ainsi comme une solution clé pour la décarbonation du secteur de la construction, tout en offrant des performances techniques et esthétiques qui répondent aux exigences contemporaines.

1.3 Objectifs et portée de l'article

Cet article a pour objectif de démontrer en quoi le bois constitue un atout majeur pour le secteur de la construction, notamment dans le cadre de la transition vers des pratiques plus durables et

respectueuses de l'environnement. En abordant les notions de "substitution", nous examinerons comment le bois peut remplacer d'autres matériaux de construction plus émetteurs de carbone, tels que le béton et l'acier, tout en offrant des avantages environnementaux significatifs.

L'article se propose également de présenter les limites inhérentes à l'utilisation du bois. En raison de ses propriétés mécaniques et physiques, le bois peut ne pas convenir à certaines typologies constructives ou nécessiter des dispositions techniques spécifiques pour assurer la performance et la durabilité des structures. Ces dispositions techniques, qui seront détaillées dans le corps de l'article, peuvent parfois atténuer voire annuler les avantages environnementaux du bois. Il est donc crucial de bien comprendre ces contraintes et de les intégrer dans une approche globale de conception et de construction.

Nous explorerons les avantages environnementaux et techniques du bois, tout en reconnaissant les défis et les limites associés à son utilisation. L'objectif est de fournir aux acteurs du secteur de la construction les connaissances nécessaires pour prendre des décisions éclairées et optimiser l'usage du bois dans leurs projets, contribuant ainsi à la décarbonation du secteur tout en répondant aux exigences de leurs projets.

II. AVANTAGES DU BOIS DANS LA CONSTRUCTION DÉCARBONÉE

2.1 Propriétés environnementales du bois

Stockage du carbone

Les arbres jouent un rôle crucial dans la séquestration du carbone atmosphérique. Pendant leur croissance, les arbres absorbent du dioxyde de carbone (CO₂) par photosynthèse, le convertissant en carbone et le stockant dans leur biomasse (tronc, branches, racines). En moyenne, un mètre cube de bois peut stocker environ 1 tonne de CO₂. Ainsi, l'utilisation du bois dans la construction permet de maintenir ce carbone séquestré pendant toute la durée de vie du bâtiment.

Cependant, il est important de noter qu'à la fin de vie des produits en bois, ce carbone peut potentiellement être relâché dans l'atmosphère. Si le bois est démonté ou démolé et qu'il est recyclé en bois énergie, le CO₂ capté est libéré lors de sa combustion. De même, si le bois est mis en décharge, le processus de biodégradation conduira également à la libération du CO₂ séquestré. Par conséquent, des stratégies de gestion de fin de vie appropriées sont essentielles pour maximiser les avantages environnementaux du bois.

Caractère renouvelable du bois

Le bois est un matériau renouvelable, à condition qu'il soit issu de forêts gérées de manière durable. Les arbres peuvent être replantés et cultivés, assurant ainsi un approvisionnement continu en bois. La durée de croissance des arbres varie selon les espèces : par exemple, les résineux comme le pin ou l'épicéa peuvent atteindre une taille exploitable en 30 à 50 ans, tandis que les feuillus comme le chêne peuvent nécessiter jusqu'à 100 ans ou plus.

La gestion durable des forêts implique des pratiques qui maintiennent la biodiversité, la productivité, la capacité de régénération, la vitalité et le potentiel à satisfaire, maintenant et dans le futur, les fonctions écologiques, économiques et sociales pertinentes. Les certifications telles que le FSC (Forest Stewardship Council) et le PEFC (Programme for the Endorsement of Forest

Certification) garantissent que le bois provient de forêts gérées de manière durable. Bien que ces certifications soient de plus en plus courantes, il peut encore être complexe de s'assurer que tout le bois utilisé dans la construction provient de sources certifiées.

Disponibilité du bois en France

La France est un pays riche en ressources forestières, avec environ 31 % de son territoire couvert de forêts. Cependant, la disponibilité du bois pour la construction doit être nuancée. En France, les forêts sont majoritairement composées de feuillus, alors que le bois de construction est principalement du résineux, en raison de ses propriétés mécaniques et de sa rapidité de croissance. Ainsi, une grande partie du bois de construction utilisé en France est importée.

Le développement technique et économique de la filière bois feuillus pour la construction en France est en cours, mais il reste encore des défis à relever pour augmenter l'utilisation des ressources locales. En attendant, il est crucial de promouvoir une gestion durable des forêts et de continuer à développer des solutions pour utiliser de manière optimale les essences disponibles localement.

2.2 Analyse de cycle de vie du matériau bois pour la construction

L'analyse du cycle de vie (ACV) du bois permet de comprendre les impacts environnementaux associés à chaque étape de son utilisation en tant que matériau de construction, de l'extraction à la fin de vie. Cette approche globale est essentielle pour évaluer les avantages et les inconvénients du bois dans une perspective de durabilité.

Extraction

L'extraction du bois commence par la gestion et l'exploitation des forêts. Lorsque les forêts sont gérées de manière durable, cette étape peut avoir un impact environnemental relativement faible. Les pratiques de gestion durable incluent la préservation de la biodiversité, la régénération naturelle des arbres, et la minimisation des perturbations écologiques. Les émissions de CO₂ associées à l'extraction sont principalement liées aux opérations de coupe et de transport des grumes vers les sites de transformation.

Transformation

La transformation du bois comprend plusieurs étapes, telles que le sciage, le séchage, et le traitement. Ces étapes nécessitent de l'énergie, mais elles ont généralement un impact carbone inférieur à celui des procédés de fabrication du béton ou de l'acier. Le séchage du bois, en particulier, peut être énergivore, mais des technologies plus efficaces et l'utilisation d'énergie renouvelable peuvent réduire cet impact. De plus, les sous-produits de la transformation, tels que les copeaux et la sciure, peuvent être valorisés comme biomasse pour produire de l'énergie, contribuant ainsi à un bilan carbone favorable.

Utilisation

Pendant la phase d'utilisation, le bois continue de stocker le carbone qu'il a séquestré durant la croissance de l'arbre. Les structures en bois peuvent offrir des performances thermiques et acoustiques avantageuses, améliorant l'efficacité énergétique des bâtiments. De plus, le bois est un matériau léger, ce qui peut réduire les besoins en fondations et en matériaux de construction complémentaires, diminuant ainsi l'impact environnemental global du projet.

Fin de vie

La gestion de la fin de vie du bois est cruciale pour maintenir ses avantages environnementaux. Plusieurs options existent :

- Réutilisation et recyclage : Le bois peut être démonté et réutilisé dans de nouvelles constructions ou transformé en produits dérivés, tels que les panneaux de particules. Cette approche prolonge la durée de vie du bois et maintient le carbone séquestré.
- Valorisation énergétique : Si le bois ne peut pas être réutilisé ou recyclé, il peut être utilisé comme biomasse pour produire de l'énergie. Bien que cette option libère le CO₂ séquestré, elle peut remplacer des combustibles fossiles et contribuer à une réduction nette des émissions de CO₂.
- Mise en décharge : Le bois mis en décharge subit une biodégradation, libérant progressivement le CO₂ séquestré. Cette option est la moins favorable d'un point de vue environnemental et doit être minimisée.

En conclusion, l'analyse du cycle de vie du bois montre que, lorsqu'il est géré et utilisé de manière durable, le bois peut offrir des avantages environnementaux significatifs tout au long de son cycle de vie. De l'extraction à la fin de vie, chaque étape présente des opportunités pour maximiser les bénéfices environnementaux du bois, en particulier en termes de séquestration du carbone et de réduction des émissions de CO₂.

La réutilisation, le recyclage et la valorisation énergétique sont des stratégies clés pour optimiser la durabilité du bois en fin de vie, contribuant ainsi à la décarbonation du secteur de la construction.

2.3 Comparaison avec d'autres matériaux de construction

Pour comprendre les avantages du bois en tant que matériau de construction bas carbone, il est essentiel de le comparer aux matériaux conventionnels tels que le béton et l'acier.

Analyse quantitative

Il est utile ici de mener une comparaison basée sur plusieurs critères clés : impact carbone, densité, résistance en compression, et un ratio combinant ces facteurs pour évaluer l'intensité carbone de la reprise de charges.

Les valeurs données ci-dessous ont vocation à donner des clés, des ordres de grandeur, et ont une variabilité intrinsèque, du fait de fournisseurs variés, d'usages multiples ou encore de compositions adaptées au cas par cas.

Impact carbone

- Bois : environ - 0,6 kgCO₂éq/kg de matériau
- Béton armé : environ + 0,12 kgCO₂/kg de matériau
- Acier : environ + 1,6 kgCO₂/kg de matériau

Densité

- Bois : environ 450 kg/m³
- Béton : environ 2 500 kg/m³
- Acier : environ 7 850 kg/m³

Résistance en compression de calcul

- Bois : environ 15 MPa
- Béton : environ 20 MPa
- Acier : environ 250 MPa

Ratio "impact carbone" x "densité" / "résistance"

Ce ratio permet d'évaluer l'intensité carbone de la reprise de charges pour chaque matériau. Calculons ce ratio pour chaque matériau :

- Bois = -18 kgCO₂/m³/MPa
- Béton = + 15 kgCO₂/m³/MPa
- Acier = + 50 kgCO₂/m³/MPa

Analyse des résultats

Le bois présente un impact carbone négatif par kilogramme, ce qui signifie qu'il stocke plus de CO₂ qu'il n'en émet. Sa densité est relativement faible et sa résistance en compression de calcul est modérée. Cela lui confère un ratio d'intensité carbone de la reprise de charges négatif (-18 kgCO₂/m³/MPa), soulignant son efficacité environnementale exceptionnelle.

Le béton armé a un impact carbone positif par kilogramme, une densité élevée et une résistance en compression de calcul modeste. Son ratio d'intensité carbone de la reprise de charges est relativement élevé (15 kgCO₂/m³/MPa), indiquant une intensité carbone significative pour sa capacité à reprendre des charges.

L'acier a également un impact carbone positif par kilogramme, une densité très élevée, mais une résistance en compression de calcul très élevée. Son ratio d'intensité carbone de la reprise de charges reste particulièrement fort (50 kgCO₂/m³/MPa), ce qui montre une intensité carbone notable.

Cet indicateur traduit ainsi qu'au premier ordre, le bois a de très bonnes dispositions pour supporter des chargements en compression en générant qu'un faible impact carbone, voire une séquestration. Il manifeste également que l'usage de l'acier devrait être réservé aux cas où il ne peut pas être substitué, afin de minimiser l'impact de la construction.

Bien entendu, cette approche simplifiée néglige les phénomènes de dimensionnement et d'instabilités mécaniques, ce qui ne permet pas de refléter pleinement la réalité, mais exprime néanmoins une tendance.

Évolutions des filières matériaux

Il est important de noter que toutes les filières matériaux sont en constante évolution pour répondre aux défis environnementaux. Nous pourrions citer notamment et à titre d'exemple :

- Des innovations telles que les ciments bas carbone, qui utilisent des liants alternatifs comme les cendres volantes ou les laitiers de haut fourneau, permettent de réduire considérablement les émissions de CO₂ associées à la production de béton. De plus, des techniques comme le béton recyclé et le béton absorbant du CO₂ sont en développement pour améliorer encore son empreinte environnementale.
- L'industrie sidérurgique explore des procédés de fabrication plus durables, tels que la réduction directe du minerai de fer à l'aide d'hydrogène produit à partir d'électricité

renouvelable. Ce procédé, connu sous le nom de réduction directe, pourrait réduire drastiquement les émissions de CO₂ par rapport aux méthodes traditionnelles utilisant le charbon.

Ces évolutions montrent que, bien que le bois présente actuellement des avantages environnementaux significatifs, les autres matériaux de construction ne sont pas en reste et font l'objet de recherches et développements pour améliorer leur performance environnementale.

En combinant ces innovations avec une utilisation optimisée du bois, il est possible de créer des solutions de construction encore plus durables et respectueuses de l'environnement.

III. ÉTAT DES LIEUX DES TECHNIQUES PASSÉES, PRÉSENTES ET FUTURES

L'utilisation du bois dans la construction remonte à des millénaires. Dès les premières civilisations, le bois a été un matériau de choix pour la construction de maisons, de ponts et de navires. En Europe, les maisons à colombages, apparues au Moyen Âge, sont un exemple emblématique de l'utilisation du bois dans l'architecture. Ces structures, faites de poutres en bois entrecroisées et de remplissages en torchis ou en briques, témoignent de la durabilité et de la flexibilité du bois. Au fil des siècles, le bois a continué à être utilisé dans la construction, évoluant avec les techniques et les besoins architecturaux.

Les techniques traditionnelles de construction en bois varient selon les régions et les cultures, mais elles partagent des principes communs d'utilisation du bois massif et de techniques d'assemblage sans clous ni vis. Parmi les techniques les plus répandues, on trouve :

- La charpente à colombages : Utilisée principalement en Europe, cette technique consiste en une structure de poutres en bois entrecroisées, remplie de torchis, de briques ou de pierres. Elle est connue pour sa solidité et sa capacité à supporter des charges importantes.
- La construction en rondins : Courante en Europe de l'Est, en Russie et en Amérique du Nord, cette technique utilise des troncs d'arbres empilés horizontalement et ajustés pour former les murs d'une structure. Les rondins sont souvent taillés pour s'embôter parfaitement, offrant une excellente isolation thermique.
- Le poteau-poutre : Utilisée en Asie, notamment au Japon, cette technique implique l'utilisation de poteaux verticaux et de poutres horizontales pour créer une structure stable. Les assemblages sont souvent réalisés à l'aide de tenons et de mortaises, sans recours à des fixations métalliques.

Les innovations technologiques ont considérablement transformé l'utilisation du bois dans la construction contemporaine, avec l'introduction de matériaux et de techniques avancées :

- Le bois lamellé-croisé, ou CLT (Cross-Laminated Timber), est composé de plusieurs couches de bois massif collées ensemble à angle droit. Cette technique confère au CLT une grande résistance et stabilité dimensionnelle, permettant la construction de bâtiments de grande hauteur. Le CLT est apprécié pour sa rapidité de montage, ses performances structurales et ses qualités environnementales.

- Le bois lamellé-collé est constitué de lamelles de bois collées ensemble pour former des poutres ou des poteaux. Ce matériau offre une grande flexibilité de conception et une résistance accrue par rapport au bois massif. Le lamellé-collé est couramment utilisé pour des structures nécessitant de grandes portées, comme les ponts, les toitures de bâtiments industriels ou sportifs et pour les structures bâtementaires à étages.
- La construction à ossature bois est une technique largement utilisée pour les maisons individuelles et les petits bâtiments. Elle consiste en une structure de montants et de traverses en bois, formant un cadre qui est ensuite rempli d'isolant et recouvert de panneaux de contreventement. Cette méthode est appréciée pour sa légèreté, sa rapidité de mise en œuvre et ses excellentes performances thermiques. L'ossature bois permet également une grande flexibilité architecturale et est compatible avec des techniques de préfabrication.
- Les traitements thermiques ou chimiques permettent de modifier les propriétés du bois, améliorant sa durabilité, sa résistance aux insectes et aux champignons, et sa stabilité dimensionnelle. Ces bois modifiés ouvrent de nouvelles possibilités pour l'utilisation du bois dans des environnements difficiles ou pour des applications spécifiques.

L'avenir de la construction en bois s'annonce prometteur, avec plusieurs tendances et innovations émergentes :

- Les avancées dans les matériaux comme le CLT permettent la construction de bâtiments en bois de grande hauteur, également appelés "gratte-ciel en bois". Ces projets démontrent le potentiel du bois pour répondre aux besoins urbains tout en réduisant l'empreinte carbone des constructions.
- L'utilisation combinée du bois avec d'autres matériaux (hybridation), comme l'acier et le béton, permet de tirer parti des avantages de chaque matériau. Les structures hybrides peuvent offrir des solutions optimisées en termes de performance, de coût et d'impact environnemental.
- L'intégration de technologies numériques et de processus de préfabrication permet de réduire les délais de construction, d'améliorer la précision et de minimiser les déchets. Les usines de préfabrication de composants en bois utilisent des machines à commande numérique pour produire des éléments sur mesure, prêts à être assemblés sur site.
- La réutilisation des matériaux en bois et le développement de stratégies d'économie circulaire sont des tendances croissantes. Les bâtiments en bois peuvent être conçus pour être démontés et réutilisés, prolongeant ainsi la durée de vie des matériaux et réduisant les déchets.

Le bois continue d'évoluer en tant que matériau de construction, avec des techniques traditionnelles toujours pertinentes et des innovations contemporaines ouvrant de nouvelles perspectives. Les tendances futures promettent de renforcer encore le rôle du bois dans la construction durable,

contribuant à la décarbonation du secteur et à la création d'environnements bâtis plus respectueux de l'environnement.

IV. ATOUTS ET LIMITES DE LA CONSTRUCTION EN BOIS

4.1 Atouts

La construction en bois présente de nombreux avantages qui en font un choix attractif pour des projets de construction durable. Voici quelques-uns des principaux atouts :

Réduction des émissions de CO2

Déjà évoqué à plusieurs reprises ci-dessus, la construction en bois contribue à la réduction des émissions de CO2 grâce à sa capacité à stocker le carbone capturé par les arbres au cours de leur croissance. Les procédés de transformation du bois nécessitent généralement moins d'énergie et génèrent moins d'émissions que ceux du béton ou de l'acier, ce qui renforce encore son bilan carbone positif.

Contribution à l'économie circulaire

La construction en bois s'inscrit parfaitement dans une logique d'économie circulaire. Le bois est un matériau réutilisable, et à défaut recyclable.

À la fin de vie d'un bâtiment en bois, les éléments peuvent être démontés et réutilisés dans de nouvelles constructions ou transformés en produits dérivés, tels que les panneaux de particules.

Contrairement au béton, qui est souvent difficile à recycler et à réutiliser, le bois peut être démonté plus facilement grâce à des techniques d'assemblage réversibles.

En termes de conception, cela se traduit par des bâtiments conçus pour être démontables, avec des éléments standardisés et des fixations mécaniques plutôt que collées ou soudées, facilitant ainsi la réutilisation des matériaux.

Amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments

Les bâtiments en bois offrent d'excellentes performances thermiques, contribuant à une meilleure efficacité énergétique.

Le bois possède des propriétés isolantes naturelles qui réduisent les besoins en chauffage et en climatisation, permettant ainsi de réaliser des économies d'énergie.

De plus, les techniques de construction en bois, telles que l'ossature bois et le CLT, permettent de minimiser les ponts thermiques, ce qui améliore encore l'efficacité énergétique.

Les modes constructifs en bois poussent également les acteurs à être plus vigilants sur des enjeux tels que l'étanchéité à l'air, ce qui contribue à une meilleure performance énergétique globale.

Cependant, il est important de noter que le bois apporte peu d'inertie thermique au bâti, ce qui peut être un point faible dans certaines conditions climatiques où l'inertie est nécessaire pour maintenir une température intérieure stable.

Développement de filières locales et durables

La promotion de la construction en bois favorise le développement de filières locales et durables. En utilisant du bois issu de forêts gérées durablement, on soutient l'économie locale et on crée des emplois dans les secteurs de la sylviculture, de la transformation du bois et de la construction.

Le bois est souvent disponible localement, ce qui réduit les coûts et les impacts environnementaux liés au transport. Cette proximité permet également de valoriser les ressources locales et de soutenir les petites et moyennes entreprises (PME) qui sont souvent impliquées dans la filière bois.

En France, par exemple, le tissu d'organismes de formation spécialisés dans les métiers du bois est bien développé, avec des écoles et des centres de formation qui préparent les professionnels aux techniques de construction en bois. Cette formation de qualité contribue à maintenir un haut niveau de compétence et d'innovation dans le secteur.

De plus, les marchés de la construction en bois sont accessibles à des entreprises de toutes tailles, ce qui favorise la diversité et la résilience économique. Les PME peuvent ainsi jouer un rôle clé dans le développement de projets locaux, en apportant leur savoir-faire et en créant des emplois dans les régions rurales et urbaines.

Notion de biophilie et bien-être

Le bois apporte également des avantages en termes de bien-être et de confort grâce à la notion de biophilie. La biophilie fait référence à l'affinité innée des humains pour la nature et les matériaux naturels.

Les espaces construits en bois sont souvent perçus comme plus chaleureux et apaisants, ce qui peut contribuer à la relaxation et au bien-être des occupants. Les études montrent que la présence de bois visible dans les intérieurs peut réduire le stress et améliorer la qualité de vie. Cependant, il est important de noter que ces effets sont subjectifs et peuvent varier d'une personne à l'autre, rendant difficile leur quantification précise.

4.2 Limites

Bien que la construction en bois présente de nombreux avantages, elle comporte également certaines limites qui doivent être prises en compte. Voici quelques-unes des principales contraintes :

Comportement au feu

L'une des principales contraintes techniques de la construction en bois concerne la résistance au feu. Le bois est un matériau combustible, ce qui peut poser des défis en matière de sécurité incendie. Lorsqu'il est exposé au feu, le bois commence à se carboniser. Ce phénomène de carbonisation se traduit par la formation d'une couche de charbon en surface du bois. Cette couche de carbonisation a des propriétés isolantes locales, ce qui ralentit la progression et le développement du feu.

En effet, la couche de charbon agit comme une barrière thermique, protégeant le bois non carbonisé en dessous et réduisant la vitesse de combustion. Dans certaines conditions, cette propriété peut même conduire à de l'auto-extinction du feu, où le feu s'éteint de lui-même en raison du manque de combustible disponible.

Cependant, les produits en bois d'ingénierie, tels que le CLT (Cross-Laminated Timber), peuvent présenter des défis spécifiques en matière de résistance au feu. Par exemple, les produits à lamelles peuvent se délaminer sous l'effet de la chaleur intense. La délamination se produit lorsque les

couches de bois collées se séparent, exposant des surfaces intactes de bois qui n'ont pas encore été carbonisées. Ces nouvelles surfaces exposées peuvent favoriser le développement rapide du feu, contrecarrant ainsi les avantages de la carbonisation.

Les réglementations actuelles en matière de sécurité incendie sont souvent pensées et écrites sans tenir compte de l'apport de la structure aux matières combustibles du bâtiment. Or, une structure en bois peut contribuer au combustible total, ce qui complexifie beaucoup l'adaptation de la réglementation actuelle et pose de nombreux défis scientifiques, techniques et économiques.

Des traitements ignifuges peuvent également être appliqués au bois pour améliorer sa résistance au feu. Cependant, ces traitements posent trois problèmes majeurs :

- Ils sont issus de procédés chimiques polluants et émissifs.
- Les produits utilisés peuvent générer des fumées ou des composés très toxiques pendant les incendies, mettant en danger les pompiers et les occupants.
- Ils renchérissent fortement le coût des projets en bois.

Durabilité

En termes de durabilité, le bois est sensible aux attaques biologiques, telles que les insectes (comme les termites) et les champignons (comme la pourriture du bois), ainsi qu'aux variations d'humidité.

Pour garantir la longévité des structures en bois, des traitements de préservation doivent être appliqués pour protéger le bois contre ces menaces. Ces traitements peuvent inclure l'utilisation de produits chimiques, de procédés thermiques ou de traitements naturels comme les huiles. Il est important d'insister sur le fait que les traitements de préservation sont eux aussi impactant en termes de chimie, d'émissions de CO₂ et de coût.

Il est donc vraiment préférable de choisir les essences en fonction de leur durabilité naturelle en regard du risque d'exposition des ouvrages. La filière bois a d'ailleurs effectué un travail remarquable sur ce sujet avec la publication de guides et d'aides à la décision pour les professionnels.

Malgré tous les traitements prévus, le bois restera toujours sensible à l'eau.

Par conséquent, c'est dans la conception des ouvrages, des locaux, des parois, des systèmes constructifs et dans leur mise en œuvre que l'attention doit être portée. Des protections provisoires en phase chantier jusqu'à l'étanchéité dans les locaux humides ou des campagnes de mesure et de contrôle en exploitation, des moyens doivent être mobilisés et adaptés à ce point faible majeur du bois, spécifiquement en comparaison des matériaux béton et acier.

Une bonne conception et une mise en œuvre rigoureuse sont essentielles pour prévenir les problèmes d'humidité et garantir la durabilité des structures en bois.

Coûts et disponibilité des ressources

Le coût de la construction en bois peut être un facteur limitant, notamment en raison de la variabilité des prix du bois et de la disponibilité des ressources. La demande croissante pour le bois de construction, alimentée par l'intérêt pour les matériaux durables, peut entraîner des fluctuations de prix, rendant difficile la planification budgétaire des projets. De plus, dans certaines régions, la disponibilité du bois de qualité peut être limitée, obligeant à importer des matériaux, ce qui augmente les coûts et l'empreinte carbone du projet.

Cependant, il est important de nuancer ce propos en soulignant que ce n'est pas seulement le prix de fourniture du bois qui influence le coût de la construction en bois, mais aussi la relative complexité des bâtiments en bois. Les bâtiments en bois nécessitent souvent des techniques de construction spécifiques et des détails architecturaux complexes pour garantir leur performance et leur durabilité. Ces exigences peuvent augmenter les coûts de conception, d'ingénierie et de construction. Par exemple, des systèmes d'assemblages spécifiques, des solutions d'étanchéité et des traitements de protection supplémentaires peuvent être nécessaires, ce qui ajoute à la complexité et au coût global du projet.

Par ailleurs, la disponibilité des ressources en bois peut être affectée par des facteurs environnementaux et économiques. Les changements climatiques, les incendies de forêt et les politiques de gestion forestière peuvent influencer la production et l'approvisionnement en bois. Il est donc crucial de promouvoir une gestion durable des forêts pour garantir un approvisionnement continu et responsable en bois de construction.

Réglementation et normes

Le corpus réglementaire actuel est principalement basé sur des constructions en béton. Les référentiels existants pour les sols, les revêtements de façades, les toitures, etc., nécessitent une extension spécifique pour les constructions en bois. Cette situation représente un frein majeur, car chaque procédé doit faire l'objet d'une évaluation technique approfondie, augmentant ainsi la complexité et les délais de mise en œuvre.

De plus, certains ouvrages ne sont tout simplement pas couverts par les référentiels actuels lorsqu'il s'agit de construction en bois. Cela implique que les référentiels doivent être non seulement adaptés mais parfois complètement réinventés pour répondre aux spécificités de ce matériau. Cette nécessité d'évolution ou de création de nouveaux référentiels est impérative pour permettre une intégration plus fluide et conforme des constructions en bois dans le paysage réglementaire.

Enfin, satisfaire certaines exigences techniques avec une construction en bois peut s'avérer particulièrement complexe. Par exemple, les exigences acoustiques peuvent rapidement devenir des contraintes dimensionnantes. Le bois, en tant que matériau, contribue peu au confort acoustique, que ce soit pour les bruits aériens ou solidiens. Ainsi, des solutions innovantes et spécifiques doivent être envisagées pour pallier ces lacunes et garantir le respect des normes acoustiques en vigueur.

Acceptation sociale et culturelle de la construction en bois

L'acceptation sociale et culturelle de la construction en bois peut varier considérablement selon les régions et les populations. Dans certaines cultures, le bois est perçu comme un matériau traditionnel et prestigieux, utilisé dans des bâtiments emblématiques et historiques. Dans d'autres régions, le bois peut être associé à des constructions temporaires ou de faible qualité, ce qui peut influencer la perception et la demande pour les bâtiments en bois.

Les craintes liées à la durabilité, à la résistance au feu et à l'entretien des bâtiments en bois peuvent freiner l'adoption de ce matériau. Il est donc essentiel de sensibiliser et d'informer le public, les professionnels et les décideurs sur les avantages et les performances des constructions en bois modernes. Des campagnes d'information, des démonstrations de projets réussis et des études de cas peuvent aider à changer les perceptions et à promouvoir l'acceptation de la construction en bois.

De plus, les préférences esthétiques et culturelles jouent un rôle important dans l'acceptation des bâtiments en bois. Les architectes et les designers doivent tenir compte des attentes des clients et des communautés locales pour intégrer le bois de manière harmonieuse et attrayante dans leurs projets. La collaboration avec des artisans locaux et l'utilisation de techniques traditionnelles peuvent également renforcer l'acceptation culturelle du bois.

V. CONCLUSION

Envisageons la construction en bois non seulement comme une solution technique, mais comme une véritable révolution écologique. À l'heure où la décarbonation du secteur de la construction devient une priorité mondiale, le bois se distingue par ses propriétés exceptionnelles de stockage de carbone et sa capacité à s'intégrer dans une économie circulaire.

L'utilisation du bois dans la construction permet de séquestrer le carbone pendant toute la durée de vie des bâtiments, offrant ainsi une réponse efficace à la réduction des émissions de CO₂. De plus, grâce à une gestion durable des forêts et à des pratiques de transformation à faible impact, le bois peut devenir un pilier de la construction écologique.

Cependant, plusieurs défis techniques et réglementaires doivent être surmontés pour optimiser l'utilisation du bois. La résistance au feu, la durabilité face aux attaques biologiques et les coûts associés sont autant de points qui nécessitent des solutions innovantes. Les réglementations actuelles, souvent conçues pour le béton, doivent évoluer pour mieux intégrer le bois et ses spécificités.

Les avancées dans les matériaux comme le bois lamellé-croisé (CLT) et les constructions hybrides ouvrent de nouvelles perspectives. Ces innovations permettent de construire des bâtiments de grande hauteur en bois, démontrant ainsi son potentiel pour répondre aux besoins urbains tout en réduisant l'empreinte carbone.

L'acceptation sociale et culturelle de la construction en bois est également cruciale. Informer et sensibiliser le public, les professionnels et les décideurs sur les avantages du bois est essentiel pour changer les perceptions et promouvoir son adoption. Les architectes et ingénieurs jouent un rôle clé en intégrant le bois de manière harmonieuse et attrayante dans leurs projets.

Le bois représente une opportunité unique de transformer le secteur de la construction en une industrie plus durable et respectueuse de l'environnement. En surmontant les défis techniques et en favorisant l'innovation, il est possible de maximiser les avantages environnementaux du bois et construire un avenir plus vert et durable.

REFERENCES

Données d'émissions carbone : Base de données INIES : <https://base-inies.fr/>

ADEME (2021) Forêts et usages du bois dans l'atténuation du changement climatique. https://bibliothèque.ademe.fr/ged/5601/forets_et_usages_du_bois_dans_l_attenuation_du_changement_climatique_010986.pdf

ADIVBOIS (2021). Immeubles À Vivre Bois - Vade-mecum à l'usage des maîtres d'ouvrage.