



Argumentaire en faveur de l'utilisation du bois dans les bâtiments multiétagés

- Introduction	p.3	- Les coûts des constructions en bois	p.8
- La sécurité incendie	p.4	- Environnement	p.11
- L'acoustique	p.6	- Conclusion	p.14

Ce document a été réalisé par Hout Info Bois dans le cadre du projet Interreg V-A France-Wallonie-Vlaanderen, intitulé FormaWood. Ce projet européen de coopération transfrontalière a pour objectif de développer des outils de formation dans les techniques de mise en œuvre du matériau bois dans la construction, et de créer les conditions permettant une montée en qualification des professionnels. Il est cofinancé par le Fonds européen de développement régional et la Wallonie.

Editeur responsable :

Hout Info Bois
Hugues Frère
Rue Royale, 163 - B-1210 Bruxelles

Rédaction :

Ir Arch. Damien Nyssen-Dehay

Remerciements :

M. Hugues Frère (Hout Info Bois) pour son accompagnement dans la rédaction de ce document ;

Mme Nathalie Lebrun (Stabilame), M. Thomas Scorier et M. Paul Kelecom (TS Construct), M. Philippe Courtoy (Laminated Timber Solutions) pour leur temps et les précieuses informations transmises ;

L'ensemble des partenaires du projet Interreg V-A FormaWood, Fibois Hauts-de-France (Fr), Hout Info Bois (Be), Ligne Bois (Be), Savoir Faire et Faire Savoir (Be), Woodwize (Be) pour leur relecture ;

Les partenaires financiers :



Crédits-photos couverture :

Gare Maritime, Tour & Taxis, Bruxelles © Entreprise : CFE -Laminated Timber Solutions / Maître d'ouvrage : Extensa / Architectes : Neutelings Riedijk Architects.

Droits de traduction et de reproduction réservés pour tous pays.

Toute reproduction, même partielle, de cet argumentaire est strictement interdite.

Conception et réalisation graphique :

Greenpig - info@greenpig.be - www.greenpig.be

Janvier 2020

Introduction

La construction multiétagée en bois (logement collectif, bureau...) se développe à une vitesse remarquable dans les pays européens qui disposent de cette ressource naturelle et renouvelable. Ainsi, en Suisse, entre 2009 et 2014, l'utilisation du bois dans ce secteur a progressé de plus de 73% : « Il s'agit d'un bond de quelques bâtiments de logements en bois par année à une valeur moyenne de 520 immeubles à plusieurs appartements... »¹. En France, l'Association pour le Développement des Immeubles à Vivre Bois (ADIVBOIS) a lancé un double concours national portant sur la réalisation de démonstrateurs de la construction en bois en moyenne hauteur. 13 projets ont été retenus et les premiers sortent de terre. À Strasbourg, 3 immeubles 100 % bois, dont le plus haut comporte 11 étages et culmine à 38 m, ont été inaugurés en juin 2019. En Norvège, à Brumunddal, le bâtiment en bois le plus élevé du monde à ce jour (18 étages) s'élève à 85 m et a été réalisé essentiellement en bois local.

En Belgique, même si le nombre de constructions en bois augmente d'année en année, elles restent souvent limitées aux maisons unifamiliales. Dans un contexte dans lequel les effets des changements climatiques se font de plus en plus ressentir, cet argumentaire a pour but, en informant sur les domaines qui ont longtemps été considérés comme des freins au développement de bâtiments de moyenne et grande hauteur en bois, de promouvoir une utilisation réfléchie de ce matériau pour ce type de construction.

¹ Lignum – Arguments en faveur du bois, Lignum, Zurich, décembre 2016.

I. La sécurité incendie dans les constructions en bois de grande ampleur

La sécurité incendie dans les bâtiments en bois a souvent été perçue comme un frein au développement des immeubles multiétagés en bois. En effet, ce matériau étant combustible, il pourrait paraître moins performant que d'autres matériaux de construction.

Cependant, une bonne mise en œuvre accompagnée de mesures de prévention passive et active permet à la construction en bois de respecter scrupuleusement la réglementation en la matière.

En Belgique, celle-ci est fixée par l'arrêté royal du 7 juillet 1994 et ses nombreuses modifications (à ce jour, la dernière date du 7 décembre 2016). Les régions, les communautés et/ou les communes ont également la possibilité d'élaborer d'autres arrêtés à condition de ne pas aller à l'encontre des prescriptions de ce dernier.

Le but de cet argumentaire n'est pas d'exposer l'ensemble de la réglementation - de nombreux documents sont disponibles sur le sujet dont la fiche technique « Sécurité Incendie dans les bâtiments en bois » publiée dans le cadre du projet FormaWood - mais bien d'expliquer quelques grands principes de la sécurité incendie et de montrer comment la construction en bois peut respecter les différentes exigences en vigueur.

Une première constatation s'impose : statistiquement, il n'y a pas plus d'apparition d'incendies dans un bâtiment en bois que dans un bâtiment en maçonnerie ou en béton². Les compagnies d'assurances ne font d'ailleurs pas de différence dans leur prime selon que l'un ou l'autre de ces matériaux ait été utilisé en structure. Effectivement, lorsqu'un incendie se déclare, c'est le plus fréquemment le contenu de la pièce (meubles, tentures...) qui brûle en

premier lieu et qui est, par conséquent, à l'origine du sinistre et non pas la structure.

Les principes de la sécurité incendie, selon les stratégies sous-jacentes à l'ensemble des réglementations internationales, sont globalement :

- Eviter la déclaration d'un incendie ;
- Limiter la propagation du feu, à l'intérieur et à l'extérieur de la construction ;
- Assurer la sécurité et l'évacuation des occupants ;
- Faciliter l'intervention des secours.

Lorsqu'un incendie débute, il convient donc de limiter la propagation du feu en utilisant des matériaux de construction difficilement inflammables ou peu combustibles. On parle ici de **réaction au feu**, qui caractérise la propension d'un matériau à participer au développement du feu, à propager les flammes, ainsi qu'à la production de fumée et gouttelettes enflammées. Elle donne lieu, à la suite d'essais normalisés, aux classes européennes A1 (pas combustibles), A2, B, C, D, E, F, avec les indications s1 à s3 (s1 = produisant moins de fumée ; s3 en produisant beaucoup) pour le dégagement de fumées et d0 à d2 (d0= ne produisant pas de gouttes, d2= produisant des gouttes) pour les gouttelettes. La réglementation fixe donc, en fonction de la nature des espaces, du type de bâtiments et du risque lié à l'occupation, les classes à respecter. Ainsi, par exemple, les exigences en matière de réaction au feu pour des parois verticales dans les chemins d'évacuation et les cages d'escalier sont, pour un bâtiment moyen ($10 \text{ m} \leq H \leq 25 \text{ m}$) dont les occupants sont autonomes et dormants,

² Etude menée par la Deutsche Gesellschaft für Holzforschung (DGfH, société Allemande pour la recherche sur le bois).

B-s1, d2. La classe de réaction au feu du bois étant D-s2, d0³, son usage est proscrit pour ce type d'utilisation. Il devra donc être soustrait du contact avec des flammes éventuelles en le protégeant par d'autres éléments constructifs ou de finition difficilement inflammables, voire incombustibles (plaques de plâtre par exemple) ou avoir subi un traitement ignifuge⁴ améliorant sa classe de réaction au feu.

Afin d'éviter que le feu ne se propage à l'ensemble d'un bâtiment et ainsi permettre l'évacuation des occupants et faciliter l'intervention des secours, il convient également de réaliser un compartimentage de l'immeuble. Celui-ci consiste à diviser la construction en volumes délimités par des parois ayant des aptitudes à conserver, pendant une période déterminée, leur fonction portante et/ou séparative. On parle ici de **résistance au feu**. Dans ce domaine, le bois présente des atouts. En effet, si on étudie toutes les étapes de combustion de ce matériau (séchage, pyrolyse, combustion, oxydation), on remarque qu'il nécessite un apport considérable d'énergie avant de parvenir lui-même à sa propre combustion. Avant d'en arriver à ce stade, le bois s'entoure d'une couche carbonisée, dont la conductivité thermique est 5 fois plus performante que celle du bois et qui protège donc le matériau. Cette couche carbonisée progresse à une vitesse de l'ordre de 0,55 (feuillus massifs), 0,7 (pour le résineux) et 1 (panneaux) mm par minute. En moyenne, on admet que la vitesse de combustion est de 0,7mm/min. Ce compartimentage permet de confiner l'incendie, pendant une durée déterminée, au compartiment dans lequel il a débuté.

La résistance au feu des éléments de construction est classée suivant 3 performances principales abrégées par les lettres **REI** :

- Résistance de l'élément ou sa stabilité;
- Etanchéité aux flammes de cet élément;
- Isolation thermique de l'élément.

Ainsi, pour les planchers, les exigences en termes de résistance au feu REI sont de 60 minutes pour les bâtiments moyens. Pour les planchers en bois massif, par exemple, leur



Figure 1 : Chemin d'évacuation en bois massif ignifugé. Résidence Service le Fontiloy, Belgrade. ©Stabilame

épaisseur sera augmentée afin qu'elle puisse assurer sa capacité portante et son rôle d'étanchéité durant cette période. Afin de permettre l'évacuation des occupants en toute sécurité et l'accès au bâtiment par les services incendie, les cages d'escaliers et les chemins d'évacuation devront également être considérés comme des compartiments particuliers et seront munis d'une signalisation claire.

En complément à ces différents principes de prévention passive, une prévention « active » peut être mise en œuvre par l'installation d'équipement permettant :

- La détection et les moyens d'alerte : locaux ou centralisés pour réveiller les occupants et, le cas échéant, prévenir le service d'incendie afin de diminuer les délais d'intervention.
- L'extraction des fumées et de la chaleur visant la limitation de la propagation du feu, l'amélioration de l'évacuation des occupants...
- L'extinction (automatique ou pas) de l'incendie au moyen d'extincteurs, de dévidoirs muraux ou de sprinklers.

³ Cette Euroclasse attribuée au bois est une valeur qui fait consensus dans l'Union Européenne, un minimum accordé à tout élément en bois d'épaisseur supérieure à 22 mm dont la densité dépasse 350 kg/m³.

⁴ Les traitements d'ignifugation permettent d'atteindre au maximum un niveau de performance B-s1, d0.

II. L'acoustique dans les bâtiments en bois

L'acoustique a, tout comme la sécurité incendie, souvent été perçue comme un frein au développement des immeubles multiétagés en bois. En effet, la faible masse du matériau bois pourrait constituer un inconvénient dans ce domaine dans lequel on recherche des bâtiments les plus lourds possibles. Cependant, «**l'évolution récente des techniques a permis de mettre au point des concepts constructifs et des techniques de mises en œuvre de ceux-ci qui peuvent répondre au défi acoustique des constructions en bois**»⁵.

Ainsi, concernant le **bruit des équipements techniques**, il est absolument nécessaire d'éviter que les vibrations liées à leur utilisation ne soient transmises à la structure. Il est donc impératif de les **désolidariser** de celle-ci. Pour les installations de ventilation, il est important de veiller, entre autres, à limiter son choix sur celles disposant d'un faible niveau de puissance acoustique L_w , d'utiliser des fixations désolidarisées de la structure du bâtiment, de mettre en place un silencieux efficace après le groupe, de choisir des sections de conduites suffisamment grandes afin de limiter la vitesse de l'air dans celles-ci, de dessiner un parcours du réseau le plus simple possible... Pour les conduites d'évacuation, on utilisera des gaines en polyéthylène (gain de 5 dB par rapport au PVC) fixées à l'aide de colliers anti-vibratiles et désolidarisées au droit des planchers (cf. figure 2).

En ce qui concerne **l'isolation aux bruits aériens** entre deux locaux, le bois étant un matériau léger, l'utilisation du principe de la loi « masse-ressort-masse » permet, s'il est bien étudié, d'atteindre de hauts niveaux d'isolement. Celui-ci est caractérisé par l'indice R_w , indice d'affaiblissement acoustique par rapport à un bruit rose⁶, $R_w + C$, indice d'isolement aux bruits de la voix humaine et $R_w + C_{tr}$, indice d'isole-



Figure 2 : Mise en place des équipements techniques dans le chantier de l'hôtel Bercail à Wambrechies. © Stabilame - Agence Kevin Velghe Architecte, Paris.

ment aux bruits de basse fréquence (bruit lié au trafic). Plus ces indices sont élevés, plus la paroi sera performante. Ces caractéristiques ne concernent que la transmission directe du bruit à travers une paroi. Elles ne prennent pas en compte les transmissions latérales (cf. figure 3) qui sont prépondérantes dans les systèmes constructifs à ossature. Une bonne conception technique ainsi qu'une mise en œuvre soignée sont dès lors indispensables. Typiquement, pour les habitations mitoyennes, les interruptions du radier, des planchers et de la structure de toiture au droit des doubles parois sont indispensables. Les critères de confort

⁵ M. Van Damme in « FormaWood : Fiche technique n°1 : Confort acoustique des constructions en bois », 2019

⁶ Bruit dont l'énergie est identique à chaque bande de fréquence.

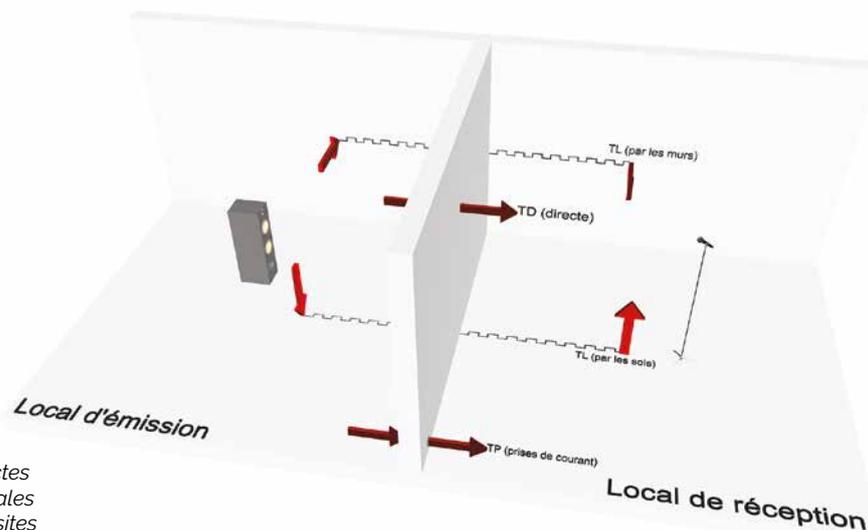


Figure 3 :
 TD - Transmissions directes
 TL - Transmissions latérales
 TP - transmissions parasites

acoustique prenant en compte la transmission directe et les transmissions latérales sont définis par le paramètre $D_{nT,w}$ et sont fonction du type de bâtiment, de la destination des locaux et du niveau de confort visé. Ces critères sont obtenus in situ par des tests normalisés. Par exemple, le $D_{nT,w}$ exigé entre 2 appartements doit être supérieur ou égal à 54 dB et à 35 dB pour une pièce d'une même habitation. Pour la résidence-service « Le Fontiloy », il était, lors de la mesure in situ, de 56 dB pour les parois verticales séparant 2 appartements.

Les **bruits de chocs** ont pour origine un impact ou une vibration : bruits de pas, déplacements de meubles, chutes d'objets et contiennent beaucoup plus d'énergie que les bruits aériens. Pour l'isolement de ces bruits, il faut veiller à empêcher leur propagation à la structure en renforçant l'isolement du plancher. L'utilisation d'un système de sol flottant est dès lors privilégiée. Celui-ci peut être composé de panneaux de support de revêtement (en fibres de gypse ou en bois) ou d'une chape (traditionnelle ou sèche) posés sur un résilient acoustique (membrane, panneaux ou plots). Ce sol flottant ainsi que son revêtement doivent bien évidemment être complètement désolidarisés des murs périphériques. Les exigences en la matière sont définies par le niveau de bruit de choc standardisé $L'_{nT,w}$. Plus ce niveau est bas, meilleur est l'isolement aux bruits de chocs de la paroi. Les exigences dépendent du confort acoustique visé et du type de local étudié. En Belgique, $L'_{nT,w}$ doit être inférieur à 54 dB entre deux appartements, par exemple. Pour la résidence-service « Le Fontiloy », il était, lors de la mesure in situ, de 48 dB pour les parois verticales séparant 2 appartements.

Les planchers doivent également être performants par rapport aux bruits aériens. Une solution consiste à optimiser le système masse-ressort-masse en réalisant un faux-plafond constitué de deux plaques de plâtre, le plus désolidarisé possible du complexe de plancher, en intégrant un absorbant acoustique (laine minérale ou biosourcée) au-dessus de celui-ci, d'une épaisseur supérieure ou égale à un tiers de l'épaisseur du gîtage du plancher.

L'isolement des façades aux bruits extérieurs dépend du niveau sonore de l'environnement extérieur. Les exigences porteront donc sur des mesures réalisées in situ en prenant en compte toutes les voies de propagation et seront notées D_{Atr} ($=D_{nT,w}+C_{Tr}$) avec $D_{Atr} \geq L_A-34$ pour un confort normal avec un minimum de 26 dB à garantir. L_A représente le niveau de bruit extérieur sur le plan de façade étudié. Une des premières règles fondamentales de l'acoustique du bâtiment est **que c'est toujours l'élément le plus faible (le moins isolant) qui doit être traité en priorité si on veut augmenter l'isolation acoustique d'un système**⁷. Ainsi, pour une façade, c'est souvent au niveau des châssis et des vitrages qu'il faut agir. Les parois opaques en ossature bois, par exemple, arrivent assez facilement à un bon niveau d'isolement.

En conclusion, les différents modes constructifs en bois permettent de répondre assez aisément à la réglementation en vigueur en matière d'acoustique dans les immeubles d'habitation. Cependant, plusieurs études ont montré que les respects des exigences normatives ne garantissent pas obligatoirement une impression acoustique optimale. Mais, comme on vient de le voir, il est tout à fait possible en ayant recours à des solutions techniques optimisées d'améliorer cette impression.

⁷ M. Van Damme in « FormaWood : Fiche technique n°1 : Confort acoustique des constructions en bois », 2019

III. Le coût des bâtiments en bois

Après avoir détaillé les solutions techniques existantes afin que les bâtiments en bois multi-étagés respectent les normes en vigueur dans les domaines de l'acoustique et de la sécurité incendie, la question récurrente du coût de ce type de construction se pose.

Longtemps, il a été communément admis que la construction en bois était plus onéreuse que la construction en maçonnerie ou en béton. Mais ce sujet est d'une grande complexité et nécessite plus qu'un simple chiffre en guise de réponse. En effet, chaque bâtiment est unique. Chaque maître d'ouvrage a ses propres exigences quant aux finitions et équipements de son futur logement, le site sur lequel la construction va s'ériger dispose de ses propres spécificités (capacité portante du sol, ...). La comparaison des coûts de construction d'un projet à l'autre, a fortiori si l'on utilise des systèmes constructifs différents, est donc extrêmement difficile.

En Belgique, aucune étude scientifique traitant du sujet n'a été réalisée. En France, en revanche, il en existe un certain nombre et force est de constater que les résultats sont très contrastés.

En 2015, Futurobois, l'interprofession de la Forêt-Bois-Papier de Poitou-Charentes, a été chargée d'établir un comparatif des prix de la construction individuelle⁸ de cette région par la Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, la cellule Economique Régionale de la Construction (CERC) et l'Association Régionale des Organismes Sociaux pour l'Habitat (AROSH).

Les conclusions du rapport sont : « *Sur l'ensemble des 9 projets étudiés, l'écart moyen constaté entre le bois et le parpaing à un niveau de performance RT 2012⁹ s'élève à +3,1% [en défaveur du bois]. Cet écart n'est plus que de 0,96% par rapport à la brique. Au niveau de performance Passif, le bois devient moins cher de 0,6% face à la brique. Le parpaing est quant à lui à un niveau de prix quasi identique, puisque seulement +0,03% sépare les 2 systèmes constructifs.* »

Cependant, à la même époque, Cimbéton, centre d'information technique sur le ciment et ses applications béton, a mandaté un bureau d'étude, le Bureau Michel Forge, afin de réaliser un comparatif des prix de la construction de quatre variantes d'un même immeuble d'habitation R+7 afin d'évaluer le coût réel de différentes solutions constructives : béton armé, ossature bois et bois massif lamellé-croisé (CLT)¹⁰.

Les conclusions de cette étude¹¹ sont, entre autres, que « *l'opération réalisée en bois revient en valeur absolue 17 % [ossature en bois] à 25 % [CLT] plus cher selon la solution bois retenue* ».

En 2014, un mémoire réalisé par un étudiant du Conservatoire National des Arts et métiers portant sur la « Comparaison structurelle bois-béton – Application aux bâtiments d'habitation » conclut :

« Suivant le bilan estimatif des deux solutions bois-béton, comparativement à une structure bois, la solution d'une structure en béton génère un surcoût global d'investissement de

⁸ Les conclusions de cette étude sont disponibles à l'adresse suivante : <https://www.cerc-na.fr/wp-content/uploads/2018/06/Lessentiel-etudecomparprix220915-CERC-PC.pdf> et le rapport complet à celle-ci : http://www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_complet_comparatif_prix-2.pdf

⁹ La RT 2012 est l'équivalent français de la réglementation sur la Performance Énergétique des Bâtiments (PEB) en Belgique.

¹⁰ CLT : Cross Laminated Timber. Ces panneaux de bois lamellé-croisé consistent en une multitude de couches de planches de bois d'œuvre empilées perpendiculairement (à 90°) et reliées entre elles à l'aide d'adhésifs structuraux ou de goujons.

¹¹ Les conclusions de cette étude sont disponibles à l'adresse suivante : <https://www.fordaq.com/newsletter/119939/DP%20Etude%20Cimbeton-bmf.pdf>



Figure 4 : chantier de la maison de repos à Ramilies © Architecte : Ateliers d'Architectes Alain Jaume – Entreprise : TS Construct

21%, et un écart de +3% par rapport à l'estimation du projet».

Comme on peut le constater, il est très difficile de trouver un consensus sur le sujet. Comme énoncé ci-dessus, chaque bâtiment est unique et il conviendra d'analyser les avantages et les inconvénients de chaque matériau et système constructif pour un bâtiment donné dans une situation donnée. À travers différents exemples de réalisations belges, nous allons démontrer que les bâtiments en bois peuvent être économiquement concurrentiels, voire meilleurs marchés que les bâtiments en béton ou en acier.

Un des grands avantages de la construction bois est sa **rapidité d'exécution**. En effet, la préfabrication permet de réduire la durée des chantiers de manière plus que significative. Lors de la construction de bâtiments à haut rendement locatif (maison de retraite, logement étudiant...), cela peut se révéler décisif.

Ainsi, lorsque l'entreprise TS Construct a répondu à l'appel d'offre en vue de la construction d'une maison de repos de 4500 m², originellement prévue en maçonnerie, elle a réalisé l'exercice de calculer une variante en CLT. Le coût de cette solution était 3% supérieur à celle en maçonnerie. Cependant, la durée de chantier passait de 24 mois en maçonnerie à 13 mois pour le CLT, avec pour conséquence, grâce au gain sur le loyer, une économie globale d'environ 6% sur la construction.

Comme expliqué aux points précédents, la construction en bois possède ses propres particularités. On ne conçoit pas un bâtiment en bois de la même manière que l'on conçoit une construction en béton ou en acier. De plus, l'apparition ces dernières années de nouvelles solutions constructives en bois pour les bâtiments multiétagés rend nécessaire, dès la genèse d'un projet immobilier, la mise en commun des connaissances des concepteurs, des bureaux d'études et des constructeurs afin d'optimiser l'option constructive choisie. Tous les entrepreneurs interrogés pour cet argumentaire sont formels : plus tôt ils sont associés à un projet, plus les coûts de construction seront bas. Certains parlent même d'une économie pouvant atteindre 10%. Dans l'étude précitée commandée par Cimbéton, le bureau d'étude reconnaît : «*Si nous avons optimisé la géométrie [du bâtiment R+7] à la solution technique étudiée, cet écart de prix se réduirait...*».

Ainsi, lorsque le promoteur immobilier BPI (groupe CFE) a décidé d'étudier la possibilité de la construction d'un complexe de 91 logements étudiants, 4 studios et 5 appartements, rue Camusel à Bruxelles (projet Woodskot), ils ont effectué toute l'étude en collaboration avec le bureau d'architecture Arter et l'entreprise Laminated timber solutions (groupe CFE). Ce partenariat a permis de diminuer les coûts en travaillant sur des systèmes constructifs optimisés d'un point de vue structurel, acoustique et sécurité incendie. De plus, ce chantier de 2500 m² hors sol a été réalisé en 10 mois, avec, également, une plus-value supplémentaire due aux gains sur les loyers.

La construction en bois possède de nombreux avantages (liste non exhaustive) :

- **Sèche et propre**, elle permet une réduction considérable de la production de déchets et de consommation d'eau sur le chantier;
- **Légère**, elle permet de diminuer les coûts des fondations¹² ou de réaliser des rénovations d'immeubles avec ajout d'étages supplémentaires sur les fondations existantes. L'ajout de 3 étages supplémentaires à un immeuble de 10 étages est tout à fait réaliste. Plusieurs études scientifiques sont en cours pour étudier le potentiel de ces surélévations dans nos villes où les terrains à bâtir se font rares (cf. figure 5);
- **Nuisances sonores** du charroi lors du chantier **fortement diminuées**;
- **Installations de chantier réduite au strict minimum**. Les éléments préfabriqués arrivent sur le chantier et sont immédiatement mis en œuvre. En milieu urbain, dans lequel les espaces de stockage des matériaux de construction sont souvent limités, ce n'est pas négligeable;
- **À performances égales, les murs en ossatures bois sont plus minces que les murs en maçonnerie**. À superficie extérieure égale, les espaces intérieurs sont donc plus grands;
- **L'utilisation du bois local et la main d'œuvre locale** favorisent l'économie circulaire¹³;
- **Les avantages environnementaux** du bois sont connus, matériau renouvelable, recyclable, puits de carbone, et seront développés lors du dernier point de cet argumentaire;
- **L'utilisation du BIM et de la préfabrication** entraîne également, dans une grande majorité des cas, une absence de surcoût sur le prix annoncé, fait assez



Figure 5 : Hôtel Vintage, avenue Louise, Bruxelles. Ajout de 3 niveaux supplémentaires en ossature bois réalisé en 3 mois.
© Architecte : AS BUILT architects – Entreprise : TS Construct

rare dans les constructions conventionnelles. Ainsi, le prix du devis pour la construction de la résidence service «Le Fontinoy» a été le prix réellement déboursé par le client.

Ces dernières années, la Société du Logement de la Région Bruxelles-Capitale (S.L.R.B.), séduite par les avantages énumérés ci-dessus, a organisé une dizaine de marchés publics sous forme de concours «design & build»¹⁴ pour la construction de plus de 150 logements sociaux en bois (poteau-poutre, ossature bois, CLT). Pour ces projets, les exigences financières (coût au m²) définies dans les cahiers des charges de la S.L.R.B. sont restées identiques à celles définies pour les bâtiments en béton ou en maçonnerie et tous les projets retenus les ont respectées. Cela prouve, qu'en milieu urbain, il est tout à fait possible de construire aux mêmes coûts que les autres modes constructifs conventionnels.

¹² Selon M. Ph. Courtoy, timber building expert chez CFE : «Habituellement, on considère qu'une construction en bois engendre une diminution de 30 % des descentes de charges»

¹³ Sur ce sujet particulier, 3 argumentaires ont été réalisés par le projet ProfilWood, projet constitutif du portefeuille «Feel Wood» dont FormaWood fait partie. Ils sont disponibles à l'adresse suivante : <https://www.profilwood.eu/fr/publications>

¹⁴ Marché public ayant la particularité de confier à la fois les missions de conception et les missions de réalisation à une équipe pluridisciplinaire regroupant des architectes, bureaux d'études et constructeurs.

IV. Environnement

Les grands avantages de la construction en bois concernent, sans conteste, ses atouts environnementaux, qui, dans la situation de dérèglement climatique actuelle, prennent tous leurs sens.

En effet, le bois est un matériau renouvelable. Lors de sa croissance, celui-ci stocke le CO₂ présent dans l'atmosphère¹⁵. Les forêts françaises, par exemple, séquestrent 65 millions de tonnes de CO₂ par an soit 10 % des émissions nationales de ce pays et deviennent de véritables « puits de carbone ». En Belgique, 90% des bois utilisés dans la construction proviennent d'Europe, dans laquelle la majorité des forêts est gérée durablement. L'accroissement annuel du volume de bois de ces forêts n'est pas utilisé dans son entièreté, il existe donc une véritable capitalisation sur ce matériau et la construction en bois ne participe donc aucunement à la déforestation ni au réchauffement climatique, au contraire. Lorsqu'un arbre arrive à maturité, sa capacité à stocker le CO₂ diminue, c'est en effet lors de leur croissance

que les arbres vont absorber le plus de carbone atmosphérique pour le transformer en cellulose. Une fois le bois récolté, le CO₂ stocké durant sa croissance n'est pas rejeté sous forme gazeuse dans l'air, mais est stocké pendant la durée de vie du matériau. Durant celle-ci, grâce à la gestion durable des forêts, un autre arbre se développera et continuera à stocker du dioxyde de carbone et le cycle perdurera.

Avec la mise en place de la réglementation sur la Performance Énergétique des Bâtiments (PEB) en 2010 et son objectif d'atteindre à partir du 1^{er} janvier 2021 le standard NZEB (*Nearly zero energy building*) ou Q-ZEN (*bâtiment dont la consommation d'énergie est quasi nulle ou Quasi Zéro Energie*), la consommation en énergie primaire et les émissions de CO₂, liées à l'exploitation des bâtiments, diminuent. **Les matériaux de construction sont quant à eux responsables d'une part de plus en plus importante de l'impact environnemental global d'un bâtiment.**

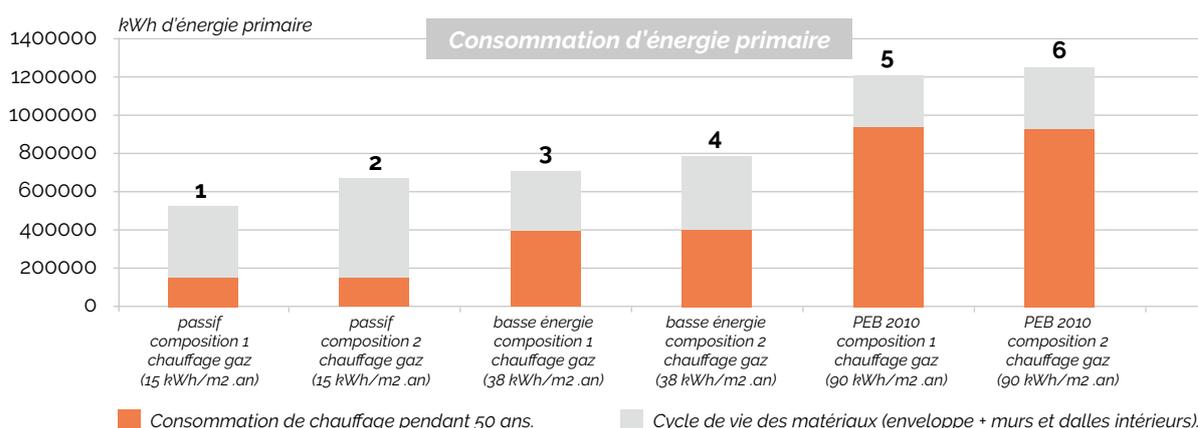


Figure 6 : Consommation d'énergie primaire d'une maison 4 façades en fonction de ses performances énergétiques.¹⁶

¹⁵ Phénomène de photosynthèse : Processus par lequel les plantes vertes synthétisent des matières organiques grâce à l'énergie lumineuse, en absorbant le gaz carbonique de l'air et en rejetant l'oxygène. $[6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{photons} > \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \text{ (glucose)} + 6\text{O}_2]$

¹⁶ Source : « ÉLABORATION D'UN OUTIL D'AIDE À LA CONCEPTION DE MAISONS À TRÈS BASSE CONSOMMATION D'ÉNERGIE Conception de maisons neuves durables » C. Massart et A. De Herde (Architecture et Climat) - 2010 Travail financé par la DGO4, département de l'énergie et du bâtiment durable.

Afin de pouvoir quantifier cet impact, une analyse du cycle de vie (ACV) de chaque matériau de construction, constitutif d'un bâtiment, est nécessaire. En Europe, les ACV sont normalisées par les normes ISO 14040 à 14043 depuis 1994 et sont définies comme étant la « *compilation et l'évaluation des consommations d'énergie, des utilisations de matières premières, et des rejets dans l'environnement, ainsi que de l'évaluation de l'impact potentiel sur l'environnement associé à un produit, ou un procédé, ou un service, sur la totalité de son cycle de vie* ». Le cycle de vie d'un produit, procédé ou service rassemble les phases de fabrication, de transformation, d'utilisation et de destruction.

En 2013, la Région wallonne a chargé l'Université Libre de Bruxelles et Wood.be, centre des connaissances pour l'industrie du bois et de l'ameublement, d'une étude sur la réduction de l'impact énergétique de la filière bois-construction grâce à l'analyse multicritère du cycle de vie¹⁷. Les résultats concernant la comparaison entre les modèles en bois et en béton montrent « *que le modèle en bois est plus favorable pour toutes les catégories d'impact environnemental. En moyenne, une réduction de 6,2% peut être réalisée sur le cycle de vie complet. La plus grande réduction des impacts est observée pour le réchauffement climatique (17%). Les avantages du bois sont dus aux impacts plus faibles des phases de production et de construction* ».

Aux Etats-Unis, une évaluation du cycle de vie effectuée par le CORRIM¹⁸ a comparé les incidences sur l'environnement de maisons construites en bois, en acier et en béton. Cette étude indique que l'utilisation de l'acier ou du béton au lieu du bois contribuait à générer respectivement 26% et 31% de gaz à effet de serre en plus dans l'atmosphère¹⁹.

En Belgique, la Région flamande, la Région wallonne et la Région Bruxelles-Capitale ont développé un outil commun, appelé **TOTEM** (Tool to Optimise the Total Environmental impact of Materials) afin de permettre l'analyse de cycle de vie des bâtiments. Les indicateurs environnementaux utilisés dans cet outil sont ceux proposés par le Centre Européen de Normalisation (CEN/TC 350), qui seront décrits ci-dessous, auxquels ont été rajoutés des indicateurs complémentaires afin de couvrir tous

les thèmes politiques belges et d'acquérir une vision aussi complète que possible de l'impact environnemental des éléments de construction.

Les 6 indicateurs de base (indicateurs CEN) concernent le changement climatique, la détérioration de la couche d'ozone stratosphérique, l'acidification de la terre et des sources d'eau, l'eutrophisation, la formation d'oxydants photochimiques (ozone bas, smog d'été) et l'épuisement des matières premières abiotiques : matières premières fossiles et non fossiles.

Les indicateurs complémentaires (CEN+) utilisés dans cet outil concernent, quant à eux, la toxicité humaine (effets cancérigènes et non cancérigènes), la formation de particules fines, les effets de rayonnement ionisant sur l'homme, l'écotoxicité (terre, eau douce et milieu marin), l'utilisation du sol : occupation de la terre, l'utilisation du sol : transformation de la terre, et la pénurie en eau.

La base de données EcolInvent a été utilisée pour fournir les données environnementales de chaque indicateur des produits de construction. Les informations relevant de cette base de données sont « génériques » et ont été calculées sur base d'hypothèses parfois très pénalisantes. Il est donc fortement conseillé à chaque fabricant de réaliser les déclarations environnementales de ses produits (DEP) de construction afin que soient utilisées, dans l'outil Totem, des données correspondantes à la réalité. À terme, chaque produit de construction devrait disposer de sa DEP. Pour les matériaux à base de bois, par exemple, les données d'EcolInvent renvoient souvent à celles de bois d'importation. Celles-ci sont fortement pénalisantes à l'heure actuelle. Pour faciliter la comparaison entre deux parois ou deux matériaux, l'outil Totem utilise un facteur de monétarisation pour chaque impact, la somme de ces facteurs monétarisés devenant le coût environnemental de la paroi ou du matériau.

Bien que déjà en ligne (www.totem-building.be) et utilisable gratuitement, cet outil n'est pas encore totalement opérationnel pour la construction en bois. En effet, beaucoup de matériaux à base de bois sont absents de la base de données: au moment de la rédaction de l'argumentaire, seulement 2 épaisseurs

¹⁷ ENECOBOIS Project, www.enecobois.be

¹⁸ Consortium for Research on Renewable Industrial Materials

¹⁹ Les résultats de cette étude sont disponibles à l'adresse suivante : http://softwoodlumber.org/pdfs/Environmental_Performance.pdf

pour les panneaux d'OSB sont disponibles, les épaisseurs des montants des parois en ossature bois sont fixées et limitées, de nombreux produits d'isolation à base de fibres de bois sont inexistantes. Seulement une essence (le mélèze) avec une unique épaisseur (22 mm) est disponible pour le bardage bois... Chaque utilisateur peut proposer à l'équipe de développement de cet outil des nouveaux matériaux mais il faudra un certain temps avant d'avoir une réelle base de données exploitable et adaptée à la construction en bois.

Cependant, l'exercice de comparaison du prix environnemental de 3 parois, l'une à ossature bois, une autre en blocs de béton isolée par l'extérieur et l'autre en CLT isolée également par l'extérieur (chacune de ses parois possédant la même conductivité thermique, soit 0.17 W/m²K) donne, respectivement, les résultats suivants : 6.972 €/m², 11.44 €/m² et 11.61 €/m². Les résultats sont assez interpellant concernant le CLT mais peuvent être expliqués :

- L'outil Totem ne prend pas encore en compte le module D de la méthode de calcul qui concerne le potentiel de recyclage et de réutilisation des matériaux de construction après la fin de vie du bâtiment. En ce qui concerne le bois, une partie de celui-ci sera recyclé en panneaux, une autre en bois-énergie et une infime partie terminera en décharge.
- L'absence de déclaration environnementale de produits concernant le bois et le CLT en particulier en Belgique est, comme expliqué ci-dessus, très pénalisante. La France a pris une certaine avance dans ce domaine et la base de données qui regroupe toutes les fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES, l'équivalent de DEP en Belgique) de matériaux de construction en contient un certain nombre sur le matériau bois dont le CLT.
- Si l'on compare les données «génériques» de Totem aux données de la FDES du CLT français et qu'on applique les facteurs monétarisation pour faciliter cette comparaison, les parois en bois massif français seraient 54% plus performantes d'un point de vue environnemental que les belges²⁰!

- La décision d'utiliser l'indice d'occupation du sol comme indicateur environnemental est très préjudiciable pour tous les matériaux biosourcés tel que le bois, la paille, le chanvre...

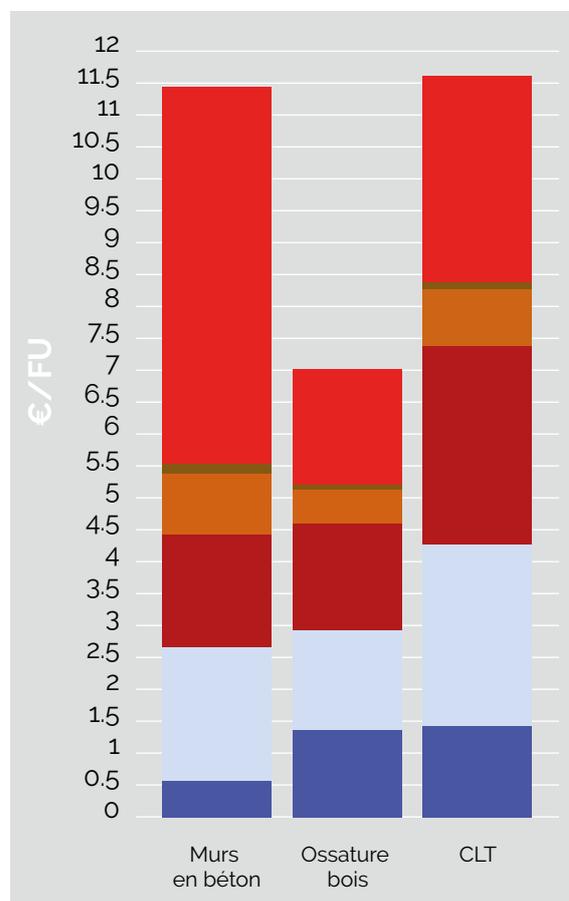


Figure 7 : Comparaison du coût environnemental de 3 parois (maçonnerie en béton, ossature bois, CLT) avec l'outil TOTEM.

- Réchauffement climatique
- Acidification des sols et de l'eau
- Eutrophisation
- Toxicité humaine
- Particules fines
- Occupation du sol

²⁰ Seuls les indicateurs CEN ont été utilisés pour la comparaison, la France ne prenant pas en compte les indicateurs CEN+.

V. Conclusion

A l'occasion des rencontres régionales Woodrise à Genève en janvier 2019, neuf personnalités politiques des cantons romands et des collectivités publiques de France ont signé la déclaration politique ci-dessous en faveur du bois et qui conclura parfaitement cet argumentaire :

«L'avenir passe inmanquablement par la protection du climat, de l'environnement, la santé de l'économie et le bien-être des personnes. La forêt, puits de carbone, joue un rôle déterminant sur les plans environnemental et climatique, mais également économique et social. Les différentes fonctions de la forêt doivent toujours être prises en compte dans le calcul de sa valeur et des investissements nécessaires pour en préserver le bon fonctionnement. Elle constitue un capital renouvelable de matières premières et

*d'énergie. Les espaces végétalisés et arborisés développés en ville améliorent la qualité de vie. Développer l'usage du bois de proximité pour la construction et la transformation de bâtiments, notamment urbains, les aménagements intérieurs, les ouvrages de génie civil, l'industrie, la chimie et l'énergie s'inscrit dans une dynamique vertueuse. La formation et la recherche pérenniseront les actuelles utilisations du bois, ouvriront de nouvelles perspectives d'application et créeront de nouveaux emplois. Nous, soussignés, déclarons soutenir, à l'occasion des Rencontres WoodRise 2019 de Genève, toutes les actions économiquement, environnementalement, socialement et éthiquement acceptables susceptibles de contribuer à la mise en œuvre de ce formidable potentiel que revêt le bois pour bâtir un avenir durable».*²¹

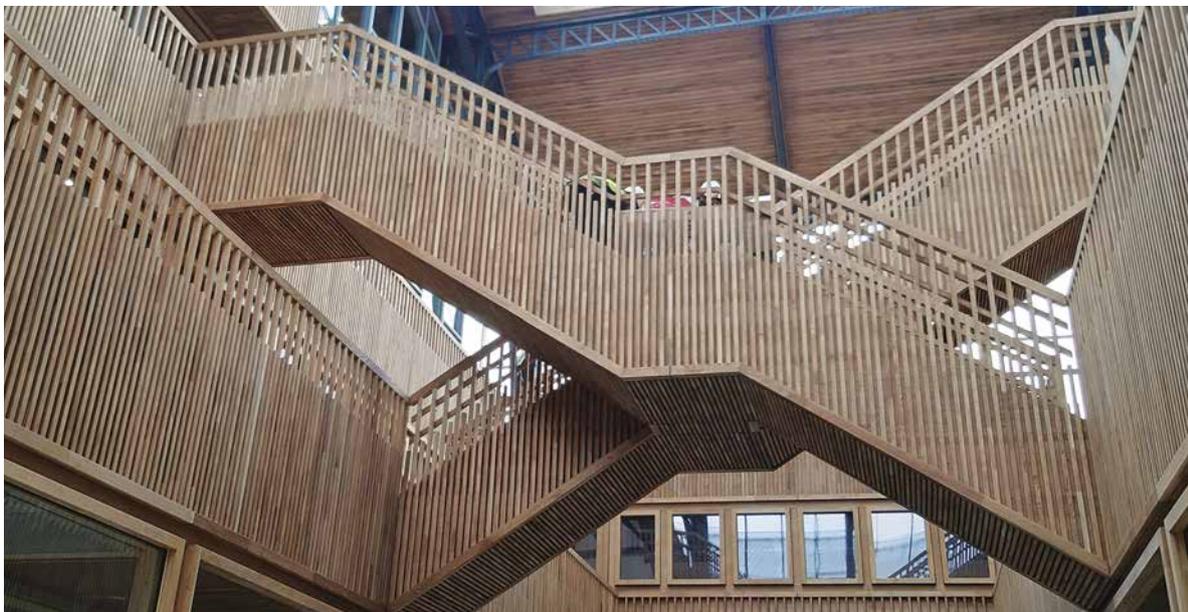


Figure 8 : Gare maritime, Tour & Taxis, Bruxelles ©Extensa – CFE/Laminated Timber Solutions - Neutelings Riedijk Architects.

²¹ Déclaration signée par 9 personnalités politiques suisses et françaises lors des rencontres régionales Woodrise, Genève, février 2019.

Les partenaires



**Centre d'information
et d'animation du bois
dans la construction**

Ligne Bois est un centre d'information et d'animation qui valorise le matériau bois dans la construction, les aménagements intérieurs et extérieurs, auprès des particuliers, des professionnels et des pouvoirs publics. C'est, par ailleurs, un groupement professionnel composé de bureaux d'architecture, bureaux d'études et entreprises bois.

Les actions de Ligne Bois sont diversifiées et consistent en l'organisation de rencontres entre acteurs afin de favoriser les contacts et les synergies entre professionnels, la mise en place de journées de visites, de voyages d'études, de conférences, de formations, la publication d'ouvrages didactiques et d'architecture mettant en valeur des réalisations en bois, la rédaction d'articles de presse, la mise à disposition d'aides à l'innovation accordées aux professionnels... autant d'outils qui permettent à Ligne Bois de soutenir et d'accompagner le développement de tout un secteur.

Rue Nanon, 98 | B - 5000 Namur | T +32 (0)81 39 06 46 | www.lignebois.be



**Interprofession de
la filière forêt-bois
Hauts-de-France**

Fibois Hauts-de-France est l'interprofession de la filière forêt-bois en Hauts-de-France. Chargée d'animation, elle regroupe tous les professionnels de la filière – propriétaires et exploitants forestiers, scieurs, menuisiers, charpentiers, constructeurs bois, etc. – dont elle assure la stratégie de développement autour de la structuration de filières courtes et la valorisation d'essences locales.

À ce titre, l'interprofession développe des actions au bénéfice des professionnels : accompagnement technique, actions collectives d'information, de formation et/ou de mise en réseau, aide à l'innovation, etc. Elle assume également le rôle d'observatoire économique du secteur.

34 bis rue Émile Zola | F - 59650 Villeneuve d'Ascq | T +33 (0)3 75 14 01 70 | www.bois-et-vous.fr



**Association de
développement et
de promotion du bois**

Hout Info Bois est un organisme d'information technique et de promotion valorisant le bois et son utilisation. Par le biais de publications, de formations, de conférences, Hout Info Bois accompagne les architectes, les professionnels du bois, les designers et le grand public qui souhaitent des informations générales ou plus techniques sur le bois.

Hout Info Bois informe sur la filière forêt-bois et ses activités, les essences de bois, leurs usages, l'entretien, les techniques de mise en oeuvre, la conception... Hout Info Bois met l'ensemble de ces ressources techniques sur l'ingénierie bois à disposition des architectes et professionnels.

Rue Royale, 163 | B - 1210 Bruxelles | T +32 (0)2 219 27 43 | www.houtinfobois.be



**Association de
développement de la
construction durable**

Savoir Faire & faire savoir est une association qui vise la transmission de savoir-faire en matière de construction et de rénovation durable. Ses différents objectifs sont la promotion, la formation et l'initiation au développement durable, à la qualité de vie, aux économies d'énergie et à la conception d'habitats performants, respectueux de l'homme et de l'environnement.

Savoir Faire & faire savoir développe également des actions de sensibilisation et de formation auprès d'un réseau de professionnels de l'écoconstruction (charpentiers, constructeurs bois, menuisiers, architectes, bureaux d'études, acteurs du secteur public, enseignants et formateurs...).

Rue Julien Mullie, 19 | B - 7711 Dottignies | T +32 (0)470 50 88 60 | www.savoirfaireetfaresavoir.be



**Centre sectoriel
des secteurs bois**

Woodwize est le centre sectoriel belge des entreprises des secteurs bois. Il dispose à ce titre d'une connaissance approfondie de l'ensemble de la filière bois et partage ces informations avec les employeurs, les travailleurs, les professeurs et les apprentis.

Sur la base des besoins en formation et des nouvelles compétences nécessaires au sein du secteur bois, Woodwize élabore des programmes de formation dans de nombreuses disciplines et contribue, par ce biais, à un travail sûr et durable dans toutes les entreprises de la filière bois.

En tant que centre national, il assure également les contacts avec les opérateurs d'actions et de formations sur le versant flamand.

Allée Hof ter Vleest, 3 | B - 1070 Bruxelles | T +32(0)25 58 15 51 | www.woodwize.be

forma**wood**

Argumentaire en faveur de l'utilisation du bois dans les bâtiments multiétagés

Edition janvier 2020. Toute reproduction interdite



Feel Wood
FormaWood

Avec le soutien du Fonds européen
de développement régional

