

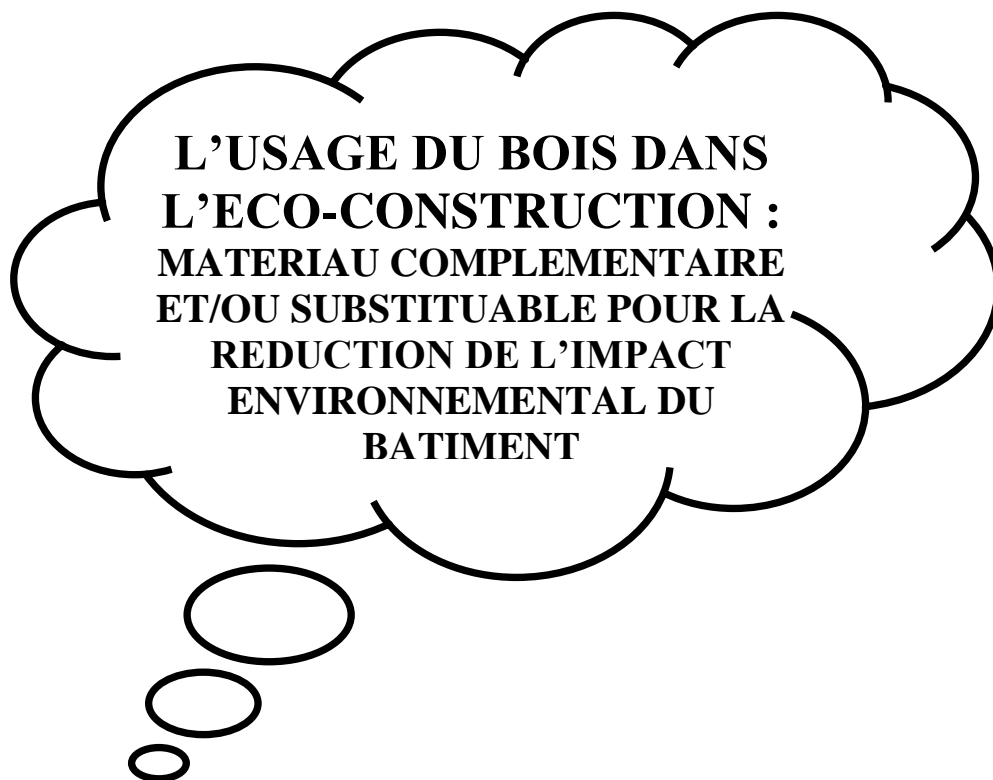
Lab.RII

UNIVERSITÉ DU LITTORAL CÔTE D'OPALE
Laboratoire de Recherche sur l'Industrie et l'Innovation

CAHIERS DU LAB.RII
- DOCUMENTS DE TRAVAIL -

N°291

Février 2015



**L'USAGE DU BOIS DANS
L'ECO-CONSTRUCTION :
MATERIAU COMPLEMENTAIRE
ET/OU SUBSTITUABLE POUR LA
REDUCTION DE L'IMPACT
ENVIRONNEMENTAL DU
BATIMENT**

MAXIME DULIEU

**L'USAGE DU BOIS DANS L'ECO-CONSTRUCTION : MATERIAU
COMPLEMENTAIRE ET/OU SUBSTITUABLE POUR LA REDUCTION DE
L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU BATIMENT**

**THE USE OF WOOD IN GREEN BUILDING: A COMPLEMENTARY AND/OR A
SUBSTITUABLE MATERIAL FOR REDUCING THE ENVIRONMENTAL IMPACT
OF BUILDINGS**

MAXIME DULIEU¹

Résumé : Le bâtiment est un des secteurs les plus polluants, mais il représente aussi aujourd'hui un des secteurs les plus prometteurs en termes d'économie d'énergie. Cela se traduit par la mise en place de solutions innovantes dans un nouveau cadre : l'éco-construction. L'éco-construction impose un cahier des charges très strict. Une des meilleures réponses est venue d'un matériau présent depuis la sédentarisation, le bois. Celui-ci a su se « réinventer » pour venir répondre avec brio à ces nouveaux défis.

Abstract: The building sector is one of the worst polluters, although it embodies one of the most promising sectors in terms of energy saving and welfare improvement. This has now resulted in the introduction of innovative solutions in a new framework: green building. Green building imposes very strict specifications. One of the best answers comes from a material used by the first sedentary men, wood. This one 'reinvented' itself to brilliantly meet these new challenges..

© Laboratoire de Recherche sur l'Industrie et l'Innovation
Université du Littoral Côte d'Opale, février 2015

¹ MASTER 2 Stratégie d'innovation et dynamiques entrepreneuriales

**L'USAGE DU BOIS DANS L'ECO-CONSTRUCTION : MATERIAU
COMPLEMENTAIRE ET/OU SUBSTITUABLE POUR LA REDUCTION DE
L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU BATIMENT**

**THE USE OF WOOD IN GREEN BUILDING: A COMPLEMENTARY AND/OR A
SUBSTITUABLE MATERIAL FOR REDUCING THE ENVIRONMENTAL IMPACT
OF BUILDINGS**

MAXIME DULIEU

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	4
1. LE BOIS MATERIAU NOUVEAU DANS LE BATIMENT	5
1.1. Le bois dans l'éco-construction	5
1.1.1. Le bâtiment et l'environnement naturel	5
1.1.2. Le bâtiment et son ancrage social	6
1.1.3. Eco-construction, construction durable	6
1.1.4. Le bois un matériau éco-compatible : Les chiffres du bois dans la construction	8
1.2. Historique de l'utilisation du bois en France	9
2. ENJEUX DE L'UTILISATION DU BOIS DANS L'ECO-CONSTRUCTION	10
2.1. Vers une redéfinition de la construction	10
2.1.1. Le bois est un matériau rentable dans la construction	11
2.1.2. Le bois est le matériau le plus vert	12
2.1.3. Le bois a des effets positifs sur le stress et en général sur la santé humaine	13
2.2. Quelles limites pour la construction en bois ?	13
CONCLUSION	14
BIBLIOGRAPHIE	15

INTRODUCTION

Après plus d'un siècle de productivisme, la société en paye le prix. L'économie prime sur le bien-être social et les conséquences sont nombreuses et gravissimes pour l'environnement. La nécessité d'un changement de paradigme est indiscutable et le concept de développement durable apparaît comme une piste intéressante. Les définitions de celui-ci sont nombreuses, parfois un peu évasive et donc peu précises. Mais ce qu'il faut surtout en retenir c'est qu'il propose un changement de comportement global et tend à replacer les problématiques sociales et environnementales au centre du débat. Les implications sont de taille, il faut en effet réintégrer dans les processus de décisions des logiques absentes jusqu'alors. Le développement durable implique d'employer des méthodes innovantes dans toutes les activités humaines pour relever ces nouveaux défis.

Parmi ces activités, le bâtiment est un des secteurs le plus polluant, il représente environ un tiers de la consommation énergétique finale dans les pays de l'OCDE. Mais cette obsolescence des installations signifie aussi que la marge de manœuvre est importante. Le bâtiment représente ainsi un des secteurs les plus prometteurs en termes d'économie d'énergie. Cela se traduit aujourd'hui par la mise en place de solution innovante dans un nouveau cadre : l'éco-construction. L'éco-construction a pour principe l'impact négatif minimal d'un bâtiment sur son environnement (naturel, social et économique) à travers son cycle de vie. C'est-à-dire qu'une attention particulière va notamment être portée au choix des matériaux et des procédés utilisés.

Une des solutions les plus encourageantes va venir d'un matériau présent séculairement dans la construction, le bois. Celui-ci peut en effet aujourd'hui répondre d'une manière efficace aux défis posés par le cahier des charges imposé par l'éco-construction. Souvent jusqu'alors complémentaire dans la construction, celui-ci a su se réinventer pour venir se substituer à la quasi-totalité des matériaux classique de la construction.

Dans ce document nous allons nous interroger sur la manière dont l'éco-construction réinvente les usages du bois ? Dans une première partie, il sera d'abord question de délimiter le cadre de ce travail et d'en définir les principaux concepts. Nous présenterons alors la place du bâtiment vis-à-vis de la problématique environnementale et son rôle et sa place dans la société. Puis nous verrons une définition de l'éco-construction, nous reviendrons alors sur le concept de développement durable. Enfin, nous introduirons, par la présentation de quelques chiffres, le poids du bois dans la construction en France. Cette première partie sera ensuite l'occasion de replacer les usages du bois dans la construction dans un cadre plus historique. Dans une seconde partie, nous nous intéresserons à la manière dont une nouvelle utilisation du bois vient modifier la manière de percevoir le bâtiment et finalement compléter presque idéalement ce concept d'éco-construction.

Finalement, nous nous poserons les questions de la limite de l'utilisation du bois dans l'éco-construction. Nous présenterons alors les travaux d'Hoffman et Henn (2008) qui mettent en avant un blocage d'ordre psychologique, plutôt que technique ou encore économique.

1. LE BOIS MATERIAU NOUVEAU DANS LE BATIMENT

1.1. Le bois dans l'éco-construction

1.1.1. Le bâtiment et l'environnement naturel

Le 2 Novembre 2014 le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (GEIC) a publié son cinquième rapport. Les constats sont alarmistes quant à la situation environnementale. En effet, il y est confirmé que l'activité humaine est la cause principale du réchauffement climatique et que ce dernier a d'ailleurs tendance à s'accélérer.

Ce rapport n'était pas un épiphénomène, il vient compléter une longue liste d'observations toutes plus inquiétantes les unes que les autres. En effet, des rapports comme celui-ci sont publiés à intervalle régulier et sont souvent l'occasion d'organiser des conférences sur le climat. Cependant malgré l'importance du problème, les actions en faveur d'un comportement plus respectueux de l'environnement restent timides, bien souvent l'argument écologique n'est utilisé que pour sa puissance marketing.

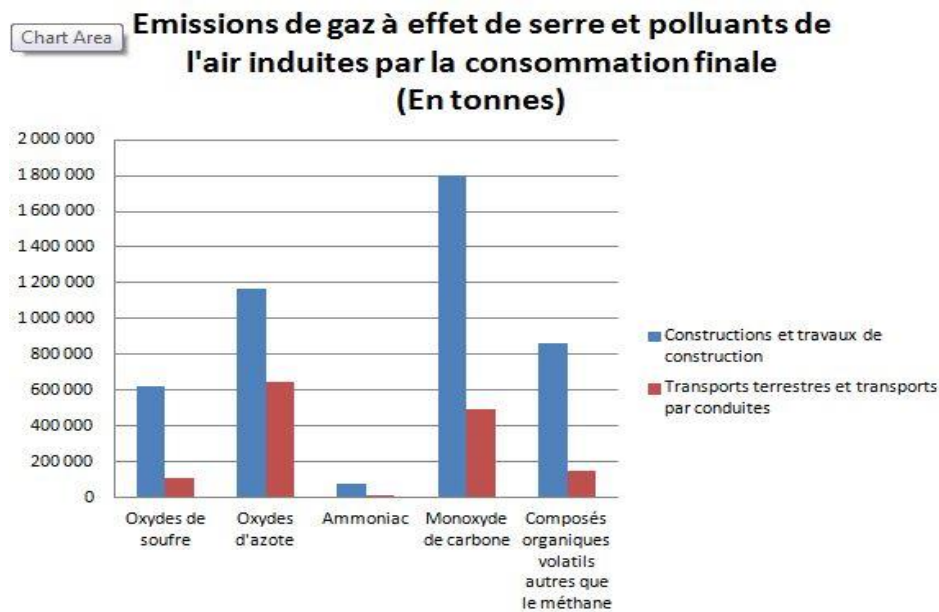
Dans le paysage des activités néfastes, le secteur du bâtiment arrive dans la tête. En 2003, l'OCDE a publié un rapport expliquant que celui-ci représentait entre 25 et 40 % de la consommation finale d'énergie dans les pays signataires. Par ailleurs, il y était ajouté que « 33 à 55 % du flux des produits sont imputables au secteur du bâtiment qui génère par ailleurs une quantité importante de déchets de construction et de démolition ». Par exemple, sur le site Eurostat on peut lire que les déchets issus de la construction et de la démolition en France représentent un peu plus de 62 millions de tonnes soit presque 20 % du total des déchets générés sur le territoire. Enfin, la construction en plus d'être un consommateur de ressources important, est aussi un gros émetteur de gaz à effet de serre. (Voir Figure 1 et Figure 2)

Figure 1 : Emissions de CO₂ du bâtiment projetées pour 2030 (UNEP, Buildings – *investing in energy and resource efficiency*)

	High-growth scenario (A1)	Low-growth scenario (B2)
CO ₂ emissions (in GtCO ₂)	8.6 → 15.6 (2004) (2030)	8.6 → 11.4 (2004) (2030)
Largest share from	Developing Asia, Middle East/North Africa, Latin America, sub-Saharan Africa	North America and developing Asia
Average annual CO ₂ emissions growth rate (2004-2030)	2.4%	1.5%

Table 1: Projected CO₂ emissions from buildings to 2030
Source: IPCC (2007)

Figure 2 : Emissions de gaz effet de serre et polluants de l'air induites par la consommation finale – Construction vs. Transport (source Eurostat)



1.1.2. Le bâtiment et son ancrage social

Un bâtiment est un produit atypique autant dans ses qualités intrinsèques que dans ses fonctionnalités. En effet, un bâtiment est un produit localisé dans un espace, qui va être fixe sur une longue période. Par ailleurs, on peut lire dans l'ouvrage de Peuportier (2003) : « *Un bâtiment constitue un lieu intermédiaire entre ses occupants et l'environnement extérieur, ayant pour but de constituer un espace approprié aux activités prévues (logement, activités professionnelles, etc), tout en s'intégrant dans un site.* »

Ainsi, un bâtiment va être défini par un « environnement intérieur », l'environnement extérieur et les relations qui vont exister entre ces deux environnements (des flux humains, matériels et naturels). Donc le bâtiment est ancré dans une réalité sociale et matérielle, il n'existe seulement parce qu'il est utile à une activité humaine.

On peut désormais préciser les enjeux du bâtiment, ils ne revêtent pas seulement d'une meilleure cohabitation avec son environnement naturel mais aussi avec son environnement social. Dans la préface de *Eco-conception des bâtiments: bâtir en préservant l'environnement*, on peut lire que : « Il (l'enjeu) remet en question des comportements, des modes de vie, des modes relationnels. Il se réfère tout particulièrement à l'usage et donc aux « Autres », ceux que l'on a trop souvent, trop longtemps oubliés [...] »

1.1.3. Eco-construction, construction durable

L'éco-construction vient s'inscrire directement dans la démarche du développement durable. Popularisé dans les années 80, le concept a été depuis largement repris et souvent sans savoir vraiment le définir. Généralement, la définition utilisée est celle qui apparaît dans le rapport Brundtland rédigé en 1987 à l'occasion de la Commission Mondiale sur l'Environnement et le Développement : « *Le développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins.* »

Cette définition reste pour le moins imprécise sur les objectifs à tenir d'autant plus qu'on lui hôte généralement ses objectifs opérationnels définis par cette même Commission. Ces derniers permettent de mieux saisir l'essence du développement durable, à savoir, concilier les sphères économiques, environnementales et sociales dans les processus de décision.

« *Les objectifs critiques qui découlent du concept de développement durable sont :*

1. *Relancer la croissance ;*
2. *Changer la qualité de la croissance ;*
3. *Réunir les besoins essentiels en termes de travail, nourriture, énergie, eau, conditions sanitaires ;*
4. *Assurer un niveau soutenable de population ;*
5. *Conserver et accroître les ressources*
6. *Réorienter la technologie et manager le risque ;*
7. *Unifier le processus de décision environnemental et économique ;*
8. *Réorienter les relations économiques internationales. »*²

L'éco-construction s'inscrit dans cette démarche, il s'agit de minimiser l'impact écologique et les coûts liés à l'existence d'un bâtiment et de maximiser le bien-être social pour les usagers de l'édifice (de près ou de loin) et cela sur l'ensemble du cycle de vie, c'est-à-dire de la construction à la déconstruction du bâtiment.

L'Environmental Protection Agency (EPA) aux Etats-Unis définit l'éco-construction (Green Building) comme il suit : « *L'éco-construction est l'exercice de la création d'un édifice et de l'utilisation de procédés qui sont environnementalement responsable et de ressources de manière efficace à travers un cycle de vie. C'est à dire du choix d'implantation, à la construction, l'exploitation, la maintenance, la rénovation jusqu'à la démolition. Cette pratique étend et complète les préoccupations économique, fonctionnelle, durable et de confort de la construction dite classique »*³

L'EPA explique que la construction durable doit permettre de réduire l'impact global du bâtiment sur la santé et l'environnement naturel par 3 leviers :

- *Une utilisation efficace de l'énergie, de l'eau et des autres ressources*

C'est la pierre angulaire de l'éco-construction. Il faut utiliser les meilleures ressources (d'un point de vue technique et environnemental) de la meilleure des manières. C'est de cette base que les deux autres points vont en grande partie découler.

Par « utilisation efficace », on entend utilisation durable de celle-ci. Par exemple, on s'assure que le capital forestier dans la « sylviculture durable » soit acquis et optimisé, et qu'il peut être maintenu pour les générations futures.

Par ailleurs, l'utilisation efficace d'une ressource implique que celle-ci doit être optimisée aussi sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment, cela implique un minimum de gâchis ou bien encore de penser à la déconstruction du bâtiment dès la phase de design afin de revaloriser le(s) matériau(x) utilisé(s).

² LELE S. M., (1991), Sustainable Development : A Critical Review, World Development, Vol. 19, No.6, pp 607-621

³ Traduction Libre

Parmi ces ressources on retrouve le bois en tête de file mais on retrouve aussi d'autres matériaux tels que le chanvre, la terre, la laine ou bien parfois d'autres matériaux issus du recyclage.⁴

- *La protection de la santé des occupants et l'augmentation de leur productivité*

On a souvent tendance à assimiler le bâtiment aux constructions à vocations résidentielles mais une grande partie de la construction est aussi constituée de bâtiments à vocation commerciale ou industrielle. Ainsi, en France sur les derniers 36 mois⁵, 4,8 millions de m² de logement ont été autorisés et environ 4 millions de m² pour des locaux non-résidentiels. Cela permet de souligner le fait qu'un bâtiment n'est pas seulement le lieu où l'on habite mais aussi et surtout un endroit où l'on travaille. Selon le *Better Life Index* de l'OCDE, un individu passe entre 1/5 et 1/10 de son temps à une activité non rémunérée. Améliorer les conditions de travail rentre dans les enjeux de l'éco-construction comme l'indique le deuxième point de la définition de l'EPA.

- *La réduction des déchets, de la pollution et de la dégradation de l'environnement*

Enfin, comme on a pu l'expliquer auparavant, éco-construire c'est minimiser les externalités environnementales négatives.

1.1.4. Le bois un matériau éco-compatible : Les chiffres du bois dans la construction

A ce jour, il est difficile de savoir précisément quel est la densité de bâtiment éco-construit sur un territoire, que cela soit en France ou ailleurs d'ailleurs. Il est du coup de la même manière assez difficile de pouvoir savoir le chiffre de bâtiment éco-construit en bois.

Deux problèmes peuvent expliquer ce manque d'information. D'abord, le bois est un élément qui est présent, comme on le verra par la suite, séculairement dans la construction et cela à plusieurs degrés. Ainsi, en retenant la définition la plus large possible. On considère qu'une maison est en bois si c'est « une construction dont la structure est en bois ».

⁴ Les éco-matériaux, les-ecomateriaux.fr/ecomateriaux/presentation-ecomateriaux

⁵ Source développement-durable.gouv

Figure 3 : Les chiffres du bois dans la construction en France (Source : Cellule Economique du Rhône Alpes, 2013, *Les usage du bois dans la construction*)

MARCHÉ DU LOGEMENT					
	MAISONS INDIVIDUELLES (SECTEUR GROUPE)	MAISONS INDIVIDUELLES (SECTEUR DIFFUS)	TOTAL MAISONS INDIVIDUELLES (DIFFUS ET GROUPE)	LOGEMENT COLLECTIF	EXTENSION SURÉLEVATION
Construction bois 2012	4 650	14 320	18 970	7 360*	7 870
Total mises en chantier 2012 (1)	43 343	118 956	162 299	148 816	43 854 (2)
Part de la construction bois dans le marché	10,7 %	12,0 %	11,7 %	4,9 %	18,0 %
Prévisions d'évolution du nombre de réalisations pour 2013 – solde d'opinions (3)	+ 1 %	- 2 %		+ 7 %	+ 17 %

* Ce nombre peut intégrer du logement intermédiaire ou collectif horizontal. Le nombre de réalisations mixte bois-béton est prépondérant.

MARCHÉ DU NON-RESIDENTIEL			
	BÂTIMENTS TERTIAIRES PRIVÉS ET PUBLICS (4)	BÂTIMENTS AGRICOLES	BÂTIMENTS INDUSTRIELS ET ARTISANAUX
Surfaces construites en systèmes constructifs bois 2012 (m ²)	1 241 390**	1 780 000	551 000**
Total mises en chantier 2012 (1) (en m ²)	12 727 919	7 416 666	4 274 101
Part des surfaces construites avec un système constructif utilisant du bois sur les surfaces totales construites	9,7 %	24,0 %	12,9 %
Prévisions d'évolution des surfaces construites pour 2013 – solde d'opinions (3)	-13 % (bureaux et commerces), -3 % (bâtiments publics)	-3 %	-24 %

** Ces chiffres peuvent intégrer une part de structure mixte bois-béton.

On peut voir ici les chiffres de la France et sans être vraiment marginal, il est clair que la construction en bois ne s'est pas encore imposée en France. Le second problème est de savoir quelle part de ces chiffres représente effectivement des bâtiments éco-construits. En effet, l'éco-construction de par sa définition impose un approvisionnement local en ressource, or il est très courant que le bois utilisé à la construction ait parcouru la moitié du globe avant d'être transformé en France.

La seule conclusion que l'on peut faire ressortir de ces chiffres, c'est que l'éco-construction en bois reste encore une voie très peu exploitée en France.

1.2. Historique de l'utilisation du bois en France

Le bois est un des matériaux les plus importants dans la construction depuis le Paléolithique (Entre -2,9 millions d'années et -30 000 ans). A l'origine, celui-ci était utilisé parce que la ressource était abondante et ne nécessitait pas d'outils élaborés pour la travailler.⁶

C'est l'arrivée des outils en cuivre qui va créer des nouvelles opportunités d'usage ainsi qu'une nouvelle manière de penser la construction. Pendant la période du Néolithique (-5000 ans avant JC), on retrouve en Europe des maisons construites sur la base de rondins de bois fendus érigés verticalement sur la terre. Cette technique était facilitée par la présence d'arbre très droit en Europe.

Entre le Xème et le XVIIIème siècle en Europe, le bois fût utilisé principalement pour la construction de bâtiments mais aussi pour la confection de différents objets (machines, moulins, chaussures, meubles). La première imprimante fût d'ailleurs réalisée en bois. Cela permet d'observer que les techniques et la maîtrise du matériau se sont largement améliorées.

⁶ YOUNGS R. L., (2009), History, Nature, and Products of Wood, *Forest and Forest Plants*, Vol. II.

A partir du moment où la construction en pierre et en béton va se développer, le bois va devenir un matériau de plus en plus complémentaire dans la construction et être utilisé par exemple pour la structure du bâtiment et pour les coffrages.

Cependant, l'utilisation du bois dans la construction est étroitement liée au contexte social et environnemental, les constructions en bétons ne vont pas s'imposer en Amérique du Nord comme en Europe. En effet, de par l'abondance de la ressource sur le continent américain et étant donné le fait que l'évolution d'une culture est étroitement liée à son environnement, le bois va être utilisé d'une manière plus systématique. Au XIX^{ème} siècle celui-ci est d'ailleurs le principal matériau de construction. Il reste à ce jour le principal matériau de construction pour le résidentiel.

Aujourd'hui les usages du bois dans la construction sont multiples, des plus traditionnelles comme pour une charpente aux plus raffinés comme l'usage de matériaux composites à base de bois. En effet, le bois possède des propriétés physiques singulières (résilience, densité, isolation, etc.) et celles-ci sont de plus en plus exploitées afin de réaliser des matériaux ayant les meilleures propriétés possibles (Panneaux de structure en laine de bois et ciment par exemple).

Enfin, deux éléments sont venus revaloriser l'usage du bois dans la construction au cours de ces 10 dernières années. Premièrement, une prise de conscience écologique et la nécessité de construire des bâtiments ayant un minimum d'impact sur leur environnement. Mais aussi, le ralentissement économique qui a poussé les différents acteurs à chercher des solutions pour minimiser les coûts à court, moyen et long terme.

Par exemple en Colombie Britannique la forêt est omniprésente⁷ et c'est une ressource par ailleurs maîtrisée. Le gouvernement a donc encouragé l'utilisation de la ressource forestière pour la construction de bâtiments entièrement en bois. En effet, c'est une opportunité pour relancer un secteur en crise (la demande de papier étant en baisse depuis le boom des NTIC) mais aussi un secteur porteur et très prometteur.

2. ENJEUX DE L'UTILISATION DU BOIS DANS L'ECO-CONSTRUCTION

2.1. Vers une redéfinition de la construction

L'éco-construction se caractérise par une recherche de l'efficacité. On va par exemple chercher à minimiser la consommation d'énergie, le temps de construction et maximiser le nombre de déchet recyclés ou bien encore le confort de l'utilisateur direct ou indirect. L'éco-construction rassemble donc un ensemble d'acteurs hétérogènes autour d'un projet commun ambitieux.

Chaque étape et ses implications directes et indirectes vont être étudiées, de l'extraction de la ressource jusqu'à sa destruction. En plus de la recherche de l'exemplarité énergétique et sociale, on peut associer la nécessité d'une exemplarité technologique à l'éco-construction. En effet, l'éco-construction parce que dans sa définition prend en compte différents paramètres qui étaient jusqu'alors absent, requiert une exemplarité des techniques utilisées au sein de la

⁷ History of Wood Construction and Forest Management in B.C. (Part 1 of 5), Naturally:wood, [youtube.com/watch?v=_WSe3mThNhU](https://www.youtube.com/watch?v=_WSe3mThNhU)

filière et au sein du secteur. On retrouvera alors autour d'un projet éco-construit un ensemble d'innovations technologiques et/ou organisationnelles.

Ainsi, l'éco-construction suppose une redéfinition du bâtiment. On pense la construction autrement et l'utilisation d'un matériau ou d'un autre va avoir un impact sur la structure du bâtiment en lui-même mais aussi sur le rôle que l'on veut lui donner. Le Bâtiment n'est plus seulement un abri mais un nouvel acteur de la société interagissant avec son environnement. Dans le choix des matériaux, le bois se positionne en leader.

L'utilisation du bois est multi objectifs et la notion de développement durable est présente dans chaque étape et dans chaque facette de la vie du produit. Dans cette partie on montrera en quoi le bois rassemble les conditions économiques, écologiques et sociales.

2.1.1. Le bois est un matériau rentable dans la construction

L'étude du coût d'un bâtiment éco-construit se réalise sur le même schéma qu'une étude de l'impact environnemental, on va s'appuyer sur l'analyse de cycle de vie du bâtiment. L'analyse du cycle de vie est importante puisqu'elle permet d'identifier s'il n'y a pas de transfert de valeur d'une étape de vie d'un bâtiment à une autre. Par exemple, cela permet de voir si le coût de transformation ne vient pas contrebalancer les économies réalisées grâce aux économies d'énergie qui peuvent être réalisés dans un bâtiment éco-construit.

Ainsi, le bois apparaît comme un matériau économiquement intéressant et cela aux différentes étapes de la chaîne de valeur (Petersen, Solberg, 2005)⁸. Dans cet article, il y est répertorié quelques études comparatives entre un bâtiment utilisant le bois comme matériau principal et un bâtiment utilisant lui le béton. Il y est notamment expliqué qu'une maison avec des murs en bois massif sera environ 12 % moins cher que l'équivalent en béton.

On note plusieurs raisons à cela.⁹ Premièrement, le bois est généralement disponible rapidement et localement. C'est une ressource accessible et facile à travailler. Les coûts de transformation et de transports sont donc peu élevés et les délais de livraison sont courts.

Par ailleurs, c'est un matériau plus léger qui se substitue à quasiment tous les autres. Il existe des bâtiments entièrement réalisés en bois (12 étages pour le plus grand). De par sa légèreté, la construction nécessite des fondations moins coûteuses. Il est facilement manipulable et permet le *panelizing*, c'est-à-dire que les différents éléments peuvent être assemblés au sol avant d'être soulevés.

A Londres¹⁰, une tour d'appartement de 9 étages a été assemblée en 9 semaines par 4 travailleurs. Cependant, ces économies faites sur le processus de construction sont à mettre en perspective. Elles sont en effet dépendantes des caractéristiques régionales du lieu d'implantation du bâtiment éco-construit. Pour que les économies soient assez importantes pour être intéressantes, il est nécessaire que la filière bois soit organisée. Les acteurs n'ont pas forcément pour habitude de fonctionner ensemble. Par ailleurs, les aspects de propriété du patrimoine forestier peuvent venir interférer dans la démarche d'éco-construction. Cependant,

⁸ PETERSEN, SOLBERG, (2005), Environmental and economic impacts of substitution between wood products and alternative materials: a review of micro-level analyses from Norway and Sweden, *Forest Policy and Economics*, pp 249– 259.

⁹ Social and Economical Sustainability, RethinkWood.

¹⁰ *Nine Storey Apartment Built Of Wood in Nine Weeks By Four Workers*, Treehugger.com

et les expériences le prouvent, il est généralement très avantageux de construire en bois^{11 12} En outre, il a été démontré que la qualité de l'air d'un bâtiment avait des effets positifs sur la productivité. Un bâtiment en bois permet ce genre d'amélioration de l'environnement de travail. Enfin, à un niveau macroéconomique, la ressource en bois étant abondante et maîtrisée (par la sylviculture durable notamment), la valorisé en incitant à construire davantage avec le bois pourrait être une source de croissance économique. Le gouvernement canadien a d'ailleurs opté pour cette stratégie en finançant des programmes ambitieux de recherche et de développement des applications du bois.

2.1.2. Le bois est le matériau le plus vert

La ressource forestière est en abondance sur la terre, mais comme on a pu le voir avec les énergies fossiles ceci n'est pas un critère pertinent. Ce qui est vraiment intéressant ici c'est la maîtrise de cette ressource. En effet, grâce à un management efficace de celle-ci, on arrive à l'exploiter sans la mettre en danger, en prenant en compte par exemple des délais de régénération de la forêt. En effet, la sylviculture permet la gestion et la mise en valeur des espaces forestiers. Elle est d'ailleurs dite « durable » quand ce stock est entretenu voir augmenté pour les générations futures. Aujourd'hui grâce à ces méthodes d'optimisation sylvicole, faire croître une forêt prend 3 fois moins de temps.¹³

Pour étudier la pertinence de l'utilisation d'un matériau plutôt qu'un autre, les études se focalisent sur l'analyse du cycle de vie du produit (Life-Cycle Assessment LCA). Il s'agit d'analyser le poids environnemental d'un produit, de l'extraction de la ressource jusqu'à sa fin de vie. En 2004, le Consortium for Research on Renewable Industrial Materials} (CORRIM) a publié une étude mettant en évidence le poids énergétique du bois dans la construction par rapport à l'utilisation d'autres matériaux (L'acier et le béton) dans deux régions sujettes à deux climats différents (Minneapolis et Atlanta). Il en ressort qu'il requiert globalement moins d'énergie que les autres matériaux, cause moins d'impact sur l'air et sur l'eau et est plus efficace en terme de « séquestration » du carbone.

Figure 4 : Représentation des différentes interactions du bois avec son environnement entre l'étape initiale (*Cradle*) jusqu'au site de construction (*Gate*). (Source CORRIM)

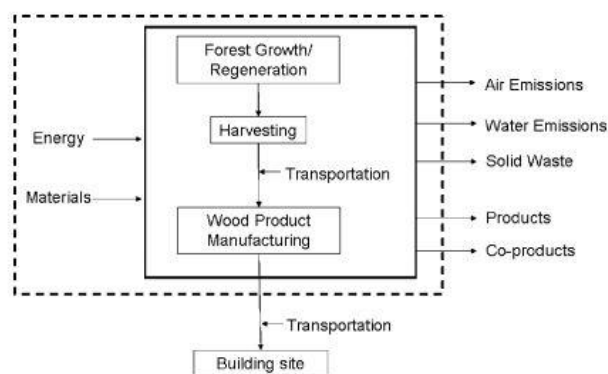


Fig. 2. System boundary (dotted lines) for cradle-to-gate analysis of the production of structural wood products in the Pacific Northwest and Southeast United States.

¹¹ Etude de cas : Bois local dans la construction publique et démarches territoriales : retours d'expériences, *Construire avec le bois*, n°9 décembre 2012

¹² History of Wood Construction and Forest Management in B.C. (Part 1 of 5), Naturally:wood, [youtube.com/watch?v=_WSe3mThNhU](https://www.youtube.com/watch?v=_WSe3mThNhU)

¹³ History of Wood Construction and Forest Management in B.C

2.1.3. Le bois a des effets positifs sur le stress et en général sur la santé humaine

Construire en bois c'est aussi tenir compte de l'environnement humain interne et externe au bâtiment.

Avec l'arrivée du développement durable, la question d'efficacité sociale du bâtiment s'est aussi posée. Des domaines d'étude tel que l'Evidence-Based Design (EBD) se sont développés. Des études ont montré l'influence de l'environnement physique sur le bien-être, la guérison, le stress. L'EBD est un concept utilisé par les architectes dans le but d'améliorer les performances organisationnelles, performances économiques, la productivité et la satisfaction du client.

La présence du bois possède donc cette particularité de contribuer positivement au bien-être. Une étude réalisée par l'Université de Colombie-Britannique a démontré que « *la présence de surface visuelle en bois dans une pièce a pour effet de l'activité du système nerveux sympathique (SNS), responsable des réactions au stress physiologique* ».

Pour ce qui est des externalités positives de la construction en bois sur l'environnement externe, elles se font peut être de manière plus indirectes et résident essentiellement dans le fait que les constructions en bois sont plus respectueuses de l'environnement naturel et ont donc un impact moins négatif sur la santé.

2.2. Quelles limites pour la construction en bois ?

On a pu voir que certains blocages organisationnels pouvaient intervenir au sein de la filière et augmenter les coûts de transaction. Mais ces derniers peuvent être surmontés par l'effet d'expérience qui apparaît une fois le premier projet commun d'éco-construction réalisé. En effet, avec le temps des routines se mettent en place et la construction en bois n'est plus expérimentale mais davantage maîtrisée et habituelle. On peut ajouter à ces raisons la standardisation des méthodes et matériaux.

Par ailleurs, le défi technique a quasiment été surmonté. En effet, la recherche dans la construction en bois est très dynamique et les résultats sont très encourageant, désormais on peut construire la totalité d'un bâtiment en bois. A Prince George en Colombie-Britannique, le Wood Innovation and Design Centre (WIDC) a ouvert ses portes le 31 octobre 2014. Il s'agit d'un immeuble de presque 30 mètres de haut pour 6 étages. C'est aujourd'hui le plus bâtiment en bois réalisé. Malgré ces progrès en terme de coût et de technologie, l'éco-construction n'en qu'a ses prémices. Hoffman et Henn (2008) mettent en avant d'autres sources de blocage (qui ne sont pas spécifique à l'utilisation du bois).

Dans leur article, *Overcoming the Social and Psychological Barriers to Green Building*, Ils expliquent que des réalités sociales et psychologiques seraient les raisons pour lesquelles l'éco-construction peinerait à s'établir sur le marché.

Au niveau individuel, ils décrivent 6 phénomènes de blocage : « (1) *over-discounting the future*; (2) *egocentrism*; (3) *positive illusions*; (4) *presumed associations*, (5) *mythical fixed-pie bias* and (6) *environmental literacy* ».

Ainsi par *over-discounting the future* les auteurs expliquent que les consommateurs ne vont presque jamais vers des solutions permettant de réaliser des économies d'énergies. Ces

solutions sont plus chères à l'achat et le consommateur ne désire pas réaliser une économie sur le long terme mais plutôt sur l'instant. Les auteurs parlent aussi d'une forme d'égoïsme. Dans leurs choix individuels, les acteurs vont avoir l'impression que ce qu'ils réalisent est juste. Ainsi quand ils achètent une maison dans un quartier respectable avec un jardin pour leurs enfants dans l'espoir aussi de contribuer à communauté.

Ce que pointe du doigt les auteurs, c'est que la somme de ces décisions individuelles va finalement à l'encontre du bien-être général puisque chaque maison construite supprime un espace naturel et si le quartier est de surcroît loin du lieu de travail cela va aussi augmenter la dépendance aux voitures. Il s'agit évidemment de raisonnements généraux mais qui peuvent s'appliquer à des comportements plus complexes. Additionnés, ils créent des freins à l'assimilation des comportements plus respectueux de l'environnement social et naturel.

Ce niveau individuel vient s'imbriquer dans un niveau organisationnel qui lui va être générateur de nouvelles barrières. Il est expliqué dans l'article que la culture organisationnelle vient former la conscience des individus et imposer des routines socialement acceptées. La construction d'un bâtiment va être influencée par différentes organisations. Cette différence de culture va illustrer la nature fragmentée de l'industrie de la construction et qu'ainsi les problèmes et les solutions vont être multidimensionnels. Les auteurs définissent 4 catégories qui vont être bloquées par cette différence culturelle.

(1) internal structure and interaction (2) language and terminology, (3) rewards, and (4) organizational inertia

Enfin à cela, vient s'ajouter un niveau institutionnel qui serait lui responsable de blocage en raison des règles en vigueur dans une région mais aussi des normes. Par ailleurs, l'État dans ses actions influence aussi les comportements du citoyen, les auteurs citent par exemple l'infrastructure des villes américaines uniquement conçue pour circuler en voiture.

CONCLUSION

Des origines de la sédentarisation jusqu'à aujourd'hui, le bois a toujours été un élément présent dans la construction. Cependant, avec l'émergence de l'éco-construction il y a un regain d'intérêt pour ce matériau.

En effet, celui-ci est en abondance sur le globe et les connaissances actuelles permettent de maîtriser la ressource d'une manière durable. Son prix est compétitif et l'état actuel de la technologie permet de le substituer à tous les matériaux présents dans les constructions « traditionnelles ». Enfin, les exemples de filières bien organisées en Amérique du Nord permettent de mettre en évidence que l'utilisation du bois peut être très respectueuse de l'environnement et économiquement avantageuse sur toute la durée de vie du produit.

Le changement des habitudes de consommation et production semble être a priori un des seuls éléments de blocage. Cette transition lente peut être largement imputée à une mauvaise circulation de l'information et à une conjoncture difficile qui accentue l'inertie économique et sociale.

Cependant, le développement de l'éco-construction et plus largement du développement durable serait sans doute une bonne piste pour retrouver un sentier de croissance robuste. La

politique centrée sur la filière bois menée par le gouvernement canadien en est un bon exemple.

BIBLIOGRAPHIE

Articles

- LELE S. M., (1991), Sustainable Development : A Critical Review, *World Development*, Vol.19, No.6, pp 607-621.
- LIPPKE B., WILSON J., PEREZ-GARCIA J., BOWYER J., MEIL J., (2004), Life-Cycle Environmental Performance of Renewable Building Materials, *Journal of Forest Products*, Vol. 54, No. 6.
- HOFFMAN A., HENN R., (2008), Overcoming the Social and Psychological Barriers to Green Building, *Ross School of Business Working Paper*, No. 1106.
- PETERSEN, SOLBERG, (2005), Environmental and economic impacts of substitution between wood products and alternative materials : a review of micro-level analyses from Norway and Sweden, *Forest Policy and Economics*, pp 249– 259.
- YOUNGS R. L., (2009), History, Nature, and Products of Wood, *Forest and Forest Plants*, Vol. II.

Livre d’auteur

- PEUPORTIER B., (2003), *Eco-conception des bâtiments : bâtir en préservant l’environnement*, Paris, Les Presses de l’Ecole des Mines, p. 1-17.

Rapports

- FELL D. (2012), *Le bois et la santé humaine*, FPIinnovations.
- ROBIN Y., (2008), *Le bois en chiffre*, Ministère de l’économie de l’industrie et de l’emploi.
- *Etude de cas : Bois local dans la construction publique et démarches territoriales : retours d’expériences*, Construire avec le bois, n°9 décembre 2012.

Documents Internet

- Definition of Green Building, Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/greenbuilding/pubs/about.htm>
- Le bois dans la construction : étude bibliographique, CSTB – Département Développement Durable, <http://www.cstb.fr/fileadmin/documents/publicationsScientifiques/DOC00004832.pdf>
- Les éco-matériaux, <http://www.les-ecomateriaux.fr/ecomateriaux/presentation-ecomateriaux>
- Nine Storey Apartment Built Of Wood in Nine Weeks By Four Workers, Treehugger.com

– Pour des Bâtiments écologiquement viables – Enjeux et Politiques, OCDE, <http://www.oecd.org/fr/env/consommation-innovation/37251251.pdf>

– Social and Economical Sustainability, RethinkWood, http://www.rethinkwood.com/sites/default/files/BGWW_RTW_mod7_socio.pdf

– Wood and Green Building, Woodworks, http://www.woodworks.org/wp-content/uploads/Green_Bldg.pdf

Vidéo

– History of Wood Construction and Forest Management in B.C. (Part 1 of 5), Naturally wood, https://www.youtube.com/watch?v=_WSe3mThNhU