

limiter l'usage des équipements : Quelles solutions pour la construction bois ?

Stéphanie ARMAND DECKER
NOBATEK/INEF4
Bordeaux, France



1. Un guide à destination des concepteurs

Face à l'urgence des enjeux environnementaux, les bâtiments doivent être conçus pour limiter l'impact de leur cycle de vie. C'est dans ce contexte que l'utilisation du bois, matériaux renouvelables et à faible potentiel de réchauffement climatique, fait sens. L'utilisation de matériaux peu impactants n'est plus suffisante : il faut se pencher sur les systèmes utilisés pour répondre aux besoins de chauffage, ventilation, rafraîchissement et éclairage.

Ces systèmes sont en constante évolution et tendent à se complexifier pour répondre à des exigences toujours plus poussées de performance thermique et réduction des consommations énergétiques. Cela se traduit par une consommation de ressources conséquente ainsi qu'une complexification des processus de fabrication, de mise en œuvre, d'usage et d'entretien.

NOBATEK/INEF4 et le CEEBIOS avec le soutien du CODIFAB ont publié le guide « Limiter l'usage des équipements : quelles solutions pour la construction bois ? » visant à mettre en avant la plus-value apportée par le bois pour la conception d'ouvrages limitant l'usage des équipements. Préfacé par Michel VEILLON (Président du DEFI Construction Bois au sein du CSF BOIS) et destiné aux concepteurs, ce guide vise à réduire l'impact environnemental des bâtiments.

Il met en lumière des solutions adaptées à la construction bois qui permettent de réduire le nombre et la complexité des équipements techniques tout en permettant d'atteindre les exigences de performance et de confort fixées lors de la conception du bâtiment. Cette limitation de l'usage des équipements va dans le sens d'une simplification de la fabrication, de la mise en œuvre, de l'usage et de l'entretien du bâtiment et donc d'une réduction des coûts et impacts environnementaux associés. Ce guide s'inscrit ainsi dans une démarche de recherche de frugalité et s'intéresse également au biomimétisme qui s'appuie sur la capacité des espèces vivantes à tirer parti du milieu dans lequel elles évoluent.



Image 1 : Guide téléchargeable - <https://www.codifab.fr/actions-collectives/limiter-lusage-des-equipements-queelles-solutions-pour-la-construction-bois-2540>

Construire en bois des bâtiments performants et confortables tout en limitant l'usage des équipements : c'est possible. Ce guide recense plusieurs bâtiments exemplaires.

2. Structure du guide

L'objectif final est d'inspirer le lecteur pour l'innovation frugale en orientant et guidant sa recherche vers des solutions passives et de faibles technicités adaptées à la construction bois. Pour ce faire, le guide s'articule autour de sept grandes parties :

1. **Contexte réglementaire, normatif et assurantiel** : Cette première partie traite du contexte réglementaire, normatif et assurantiel que le concepteur doit maîtriser et dans lequel les solutions proposées seront positionnées.
2. **Enjeux de la construction bois** : Le guide aborde ensuite les spécificités propres à l'usage du matériau bois dans la construction de manière à mettre en avant l'intérêt du bois pour concevoir des ouvrages qui limitent l'usage des équipements.
3. **Méthodes de conception** : Bioclimatisme, Frugalité et Biomimétisme : Les principes de la conception bioclimatique sont alors rappelés comme prérequis de la conception de bâtiments bois basse consommation. La frugalité est également définie comme principe clef à adopter pour s'assurer de limiter l'impact environnemental. Enfin la philosophie du biomimétisme est mentionnée en tant que source d'inspiration multiple permettant d'aller plus loin en matière de frugalité et d'économie des ressources employées.
4. **Solutions architecturales et techniques** : Onze solutions ont été sélectionnées pour les bâtiments bois qui visent à limiter l'usage des équipements nécessaires pour satisfaire les besoins en chauffage, refroidissement, ventilation et éclairage artificiel.

Chaque solution fait l'objet d'une fiche dont la composition est décrite dans l'image 2. Chaque fiche est confrontée aux spécificités de la construction bois et s'attache à mettre en avant le potentiel offert par une approche bio-inspirée pour répondre aux problématiques abordées par les solutions (Image 3). Les solutions sont également évaluées selon 8 indicateurs décrits dans le Tableau 1 : le coût, l'impact carbone, la mise en oeuvre, l'entretien, l'adaptabilité, la performance, la durabilité et l'intégration architecturale. L'évaluation des solutions a été réalisée par rapport aux solutions les plus couramment mises en oeuvre aujourd'hui et basée sur l'expertise des auteurs du guide.

5. **Stratégies d'implication des usagers** : Cette partie souligne l'importance de l'utilisateur dans l'atteinte de la performance énergétique et le fonctionnement du bâtiment. Des outils de sensibilisation, d'incitation douce et forte sont alors listés et décrits pour donner des pistes sur la manière d'impliquer les usagers.
6. **Intégration des solutions en conception** : Des méthodes de calcul sont ensuite décrites sous forme d'argumentaires expliquant comment prendre en compte chacune des solutions lors d'analyses environnementale et énergétique en phase de conception.
7. **Inspirations et opérations exemplaires**: Quatorze bâtiments exemplaires illustrent l'utilisation des solutions sélectionnées sur des cas réels et procurent quelques retours d'expérience. La composition des fiches bâtiment est décrite dans l'image 3.

Toutes les solutions techniques et architecturales ainsi que les bâtiments exemplaires ont été recensés dans le Tableau 2. Ce tableau permet de visualiser rapidement les spécificités de chaque bâtiment présenté.

Nom de la solution → **SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE NATUREL INDIRECT**

Description → Le système d'éclairage naturel indirect permet de limiter le recours à l'éclairage artificiel en diffusant à l'intérieur du bâtiment les rayons lumineux grâce des zones où l'air est à l'éclairage naturel direct est insuffisant ou inexistant. Cette captation de la lumière est réalisée au moyen de différentes techniques qui font appel à des surfaces réfléchissantes qui peuvent être regroupées en quatre catégories (13,14) :

Étagère à lumière (ou light shelf) : Cette solution consiste à placer en partie haute des surfaces vitrées une surface réfléchissante horizontale (généralement au 2/3 de la hauteur). L'étagère à lumière reçoit le rayonnement lumineux qu'elle réfléchit à l'intérieur du bâtiment vers le plafond. Ce dispositif permet de profiter de la lumière naturelle tout en se protégeant d'un rayonnement direct qui peut être source d'éblouissement. La partie basse de la surface vitrée peut être occultée par un store. La surface réfléchissante peut être placée à l'extérieur ou à l'intérieur du bâtiment. Placée à l'extérieur, l'étagère à lumière peut également jouer le rôle de protection solaire face en période estivale.

Réflecteur de lumière : Cette solution se compose d'une surface réfléchissante placée à l'intérieur, en partie basse des surfaces vitrées. La surface réfléchissante reçoit un rayonnement lumineux qui est dans réception plus redirigé vers l'intérieur du bâtiment via la surface vitrée.

LES (+)

- L'installation de réflecteurs, étagères à lumière et conduits ne nécessite pas de modification importante sur les bâtiments existants.
- Apport et amélioration de la qualité de lumière du jour et réduction des besoins d'éclairage artificiel et donc de consommation d'énergie.
- Réduction des besoins de refroidissement en limitant les apports solaires directs et les apports internes tout en maintenant les apports lumineux.

LES (-)

- L'intégration architecturale de ces dispositifs est contraignante. Dans le cas de systèmes de étagères à lumière, la hauteur entre sol et plafond doit être suffisante.
- La maintenance est très importante pour garantir l'efficacité des systèmes : les surfaces réfléchissantes doivent être nettoyées régulièrement.
- Une conception typologique adaptée à l'éclairage naturel direct sera toujours préférable en termes d'apports lumineux.
- La gestion thermique des puits de lumière est importante pour éviter des surchauffes par l'excès d'apports solaires.

Poste concerné par la solution :

- Éclairage artificiel
- Refroidissement
- Ventilation mécanique
- Chauffage

Évaluation selon 8 critères

Avantages et inconvénients

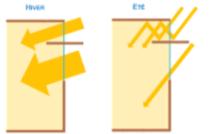
Schémas explicatifs → 

Figure 12 - Principe de l'étagère à lumière - d'après © Architecture et Climat - Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme (IAO) - Université catholique de Louvain (Belgique)

Figure 13 - Principe du réflecteur de lumière BEERFACEI

Image 2 : Exemple de fiche solution

Focus biomimétisme adapté à la solution

FOCUS BIOMIMÉTISME [36-39]

Dans le vivant, la surventilation permet également de coupler renouvellement d'air et régulation thermique. De nombreuses architectures animales des insectes sociaux ou mammifères telles que les termitières, fourmilières, nids et terriers utilisent cette stratégie. Dans la même lignée, le comportement des mammifères leur permet de réguler rapidement la température de leur corps lors de surchauffes liées par exemple à un exercice physique.

En architecture bio-inspirée, la termitière est un modèle fréquemment utilisé. Certaines termitières localisées dans les milieux tropicaux ont la capacité de ventiler naturellement leur habitat par ventilation naturelle verticale. Une surventilation peut intervenir la nuit lorsque la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur de la termitière présente une importante différence. L'air capté sous terre en partie basse de la termitière est refroidi par géothermie en étant acheminé dans les espaces de culture des larves et champignons puis évacué par une cheminée centrale via un processus de tirage thermique (Figure 38).

Figure 38 - Schéma de principe des termitières à climatiser.
Dasthous CC-BY-SA 4.0

Figure 39 - Schéma des termitières appliqué au bâtiment.
Fred the Oyster CC-BY-SA 4.0

Ces principes d'acheminement de l'air et de surventilation nocturne ont été mis en œuvre lors de la conception de l'Estimote Building, bâtiment de bureau et commercial à Harare au Zimbabwe construit en 1996 (Figure 40). Le bâtiment consomme 33% d'énergie de moins comparé aux bâtiments classiques en ventilation mécanique à Harare. Une surventilation nocturne est effectuée aux périodes les plus chaudes de l'année afin d'évacuer la nuit la chaleur accumulée dans les parois (Figure 39). À la livraison le bâtiment a coûté 10% moins cher que s'il avait dû intégrer un système de ventilation et climatisation classique.

Figure 40 - Estimote Building, Harare Estelle Ouse CC BY

Image 3 : Exemple de focus biomimétisme

Tableau 1 : Définition des 8 critères d'évaluation

NOM DE L'INDICATEUR	DESCRIPTION DE L'INDICATEUR	LÉGENDE	
COÛT	Le coût de la solution à l'investissement : celui-ci est noté sur 4 niveaux.	Peu coûteux €	Très coûteux €€€€
IMPACT CARBONE	Quantifie l'impact carbone de la solution sur son cycle de vie, de la construction au démantèlement.	Impact carbone nul ou négatif -	Impact carbone très important CCCC
MISE EN ŒUVRE	Évalue qualitativement la facilité de mise en œuvre de la solution.	Mise en œuvre facile [Progression bar]	Mise en œuvre difficile [Progression bar]
ENTRETIEN	Indique si la solution nécessite un entretien fréquent et/ou complexe.	Entretien facile [Progression bar]	Entretien difficile [Progression bar]
ADAPTABILITÉ	Quantifie la « flexibilité » de la solution c'est-à-dire si celle-ci s'adapte facilement à différents types de bâtiment, d'usage et à la rénovation.	Bonne adaptabilité [Progression bar]	Faible adaptabilité [Progression bar]
PERFORMANCE	Indique si la solution est énergétiquement performante dans son domaine d'application.	Bonne performance [Progression bar]	Faible performance [Progression bar]
DURABILITÉ	Indique si la solution est durable dans le temps.	Bonne durabilité [Progression bar]	Faible durabilité [Progression bar]
INTÉGRATION ARCHITECTURALE	Explique si la solution est facile à intégrer d'un point de vue architectural, c'est-à-dire si la disposition ou l'agencement du bâtiment permettent l'intégration d'une solution ou si le PLUi (Plan Local d'Urbanisme intercommunal) le permet.	Bonne intégration architecturale [Progression bar]	Faible intégration architecturale [Progression bar]

*Nom du bâtiment
exemplaire et localisation*

Eventuels labels et certifications reçus par l'ouvrage

BÂTIMENT B, NANTES



Philippe Baudou

Situé sur l'île de Nantes (44), le bâtiment « B » (pour Bois) d'une surface de 1 562 m² en 6+3 étages se situe au bureau d'habitat, de l'Office National des Forêts Pays de la Loire, de l'UNIFA, une antenne du FCBA ainsi qu'un espace d'exposition.

Démarche exemplaire

Ce bâtiment vise à montrer les potentialités du matériau bois. Le bois est présent au niveau de la structure, de l'ornement et de l'aménagement intérieur. Les différentes pièces proviennent pour la grande majorité de la région et ont été sciées, séchées, abouées et transformées par des sociétés locales.

Lors de ce projet, la maîtrise d'œuvre ne souhaitait pas « appliquer les recettes des certifications mais bel et bien tester des systèmes ».

Labels, certifications, référentiels et démarches

Le projet a appliqué volontairement les principes du label BBC.

FICHE TECHNIQUE

Maître d'ouvrage
ONF/FCBA

Maître d'œuvre
Agence Boris-Lavigne

Conseil en ventilation naturelle
Jacques Gaudemar

BET Structure
AREST

BET Bois
Synergie Bois

BET Fluides
TUAL

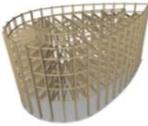
Entreprise de construction bois
ABC 203

Surface
1 562 m² SHON

Coût de construction
4,2M€ HT (TCE)

Année de livraison
2013

Localisation
Nantes, Loire-Atlantique, France

© Synergie Bois

Caractéristiques techniques du bâtiment

Image 4 : Exemple de fiche bâtiment exemplaire

6 | Limiter l'usage des équipements : Quelles solutions pour la construction bois ? | S. Armand Decker

Tableau 2 : Solutions utilisées dans les bâtiments exemplaires et spécificités de conception et réalisation de ces bâtiments

	BÂTIMENT B, NANTES	LOW CAL, PONT DE BARRET	BOIS DEBOUT, MONTREUIL	CENTRE GÉOLOGIQUE VIAVINGO, SAINT-CHRISTOL	BÂTIMENT MAX WEBER, UNIVERSITÉ NANTERRE	BATIKOOL, DUBAI, ÉMIRATS ARABES UNIS	GROUPE SCOLAIRE STÉPHANE HESSEL / LES ZÉRIOTTES, MONTREUIL	EASTGATE BUILDING : « LE BÂTIMENT TERMITIÈRE », HARARE, ZIMBABWE	CIRC, LYON	BIBLIOTHÈQUE ALCÁZAR, MARSEILLE	MAISON EN PIN MARITIME, TAILLAN-MÉDOC	BAT UNA & BA' OMA, BAYONNE	DAVIES ALPINE HOUSE : SERRE	BOTANIQUE, LONDRES, ANGLETERRE	HYGROSKIN (ENVELOPPE BOIS ADAPTATIVE), ORLÉANS
SOLUTIONS ÉTUDIÉES DANS LE GUIDE ET BÂTIMENTS DANS LESQUELS ELLES ONT ÉTÉ APPLIQUÉES															
SYSTÈME D'ÉCLAIRAGE NATUREL INDIRECT	X									X					
BRASSEUR D'AIR				X			X	X							
SURVENTILATION OU FREE-COOLING	X			X		X	X	X			X	X	X		
PUITS CLIMATIQUE				X	X						X				
VENTILATION NATURELLE & HYBRIDE	X	X		X	X	X		X				X			
VMC DOUBLE FLUX AVEC RÉCUPÉRATION DE CHALEUR		X	X				X				X				
FAÇADE DOUBLE-PEAU									X						
VITRAGES À PROPRIÉTÉS VARIABLES									X						
BRISE-SOLEIL ORIENTABLE	X	X		X			X			X					
TOIT RAFRAÎCHISSANT			X			X									
VÉGÉTALISATION DU BÂTIMENT ET DE SES ABORDS	X		X			X	X	X	X						
SPÉCIFICITÉS PRÉSENTES DANS LA CONCEPTION ET RÉALISATION DES BÂTIMENTS ÉTUDIÉS															
ENJEUX DE LA CONSTRUCTION BOIS	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X			X
LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X			
BIOMIMÉTISME								X	X				X	X	
STRATÉGIES D'IMPLICATION DES USAGERS	X	X	X				X				X	X			

3. Réalisation



NOBATEK/INEF4 est un centre de recherche technologique labellisé Institut national pour la Transition Énergétique dans le secteur de l'aménagement, de la réhabilitation et de la construction durables

NOBATEK/INEF4 a réalisé un référencement des solutions qui permettent de limiter l'usage des équipements techniques. Il s'agit de présenter des solutions matures pour la construction bois adaptées au contexte réglementaire et assurantiel français. Dans le but d'accompagner les concepteurs dans la démarche de recherche de frugalité, la prise en compte des solutions lors des calculs thermiques (RT2012, Simulation thermique dynamique) et d'impacts environnementaux (RE2020) est détaillée.



CEEBIOS est une Association fondée par un collège d'acteurs à l'initiative de la Ville de Senlis, Ceebios est le centre d'études & d'expertises dédié au déploiement du biomimétisme en France.

Le **CEEBIOS**, au travers d'exemples et de réalisations, a montré les bénéfices apportés par l'observation des espèces vivantes. Le biomimétisme, en s'appuyant sur la capacité des espèces vivantes à tirer parti du milieu dans lequel elles évoluent sans le dégrader, permet de mettre en application des principes de conception et de développer des solutions simples et efficaces qui vont dans le sens d'une réduction des consommations de ressources et d'énergie.

4. Financement

	<p>Le CODIFAB, Comité Professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois, fédère et rassemble 4200 PME et plus de 15 000 artisans, industriels français de l'ameublement et du bois. Le CODIFAB a pour mission de conduire et financer, par le produit de la Taxe Affectée, des actions d'intérêt général décidées par les organisations professionnelles représentatives :</p> 
--	--

Ces actions, collectives, ont pour objectif d'accompagner l'évolution des entreprises de création, de production et de commercialisation, par : une meilleure diffusion de l'innovation et des nouvelles technologies, l'adaptation aux besoins du marché et aux normes environnementales, la promotion, le développement international, la formation, et par toute étude ou initiative présentant un intérêt pour l'ensemble de la profession.

Pour en savoir plus : www.codifab.fr