



Guide

pour construire avec le **bois**



2016

Guide destiné aux maîtres d'ouvrage,
maîtres d'œuvre et entreprises

sommaire	• Guide pour construire avec le bois	page 02
	• Auvergne Promobois	page 02
	• Le bois, une ressource des matériaux	page 03
	• Le bois, du matériau aux composants	page 08
	• Les technologies de construction bois	page 10
	• Les revêtements extérieurs sur structures bois	page 13
	• Performances thermiques des technologies bois	page 16
	• Bois et environnement	page 20
	• Réussir la conception et la réalisation d'une opération de construction bois	page 24

GUIDE POUR CONSTRUIRE AVEC LE BOIS



Ce guide est destiné aux maîtres d'ouvrage professionnels (privés ou publics), aux services bâtiments des collectivités, aux bailleurs sociaux, aux promoteurs privés, aux maîtres d'œuvre et aux entreprises. Il constitue un outil indispensable pour la connaissance du matériau bois et des produits dérivés et leurs emplois dans le bâtiment. Il présente également les avantages du bois et des systèmes constructifs associés qui permettent de répondre aux enjeux environnementaux du 21^e siècle (diminution des émissions de gaz à effet de serre, performance énergétique des bâtiments...). Une dernière partie indique les principes et règles à suivre par le maître d'ouvrage, à chaque étape de conception et de réalisation, pour réussir un projet qui comporte une part significative de bois.

Ce guide est synthétique. Pour approfondir certains sujets évoqués, des compléments d'information peuvent être trouvés sur les sites Internet cités à la fin du document. Tout au long de l'année, Auvergne Promobois propose à l'ensemble des professionnels, des formations sur la construction bois, des réunions d'information technique et des visites de chantiers, d'opérations réalisées et d'entreprises de la filière bois régionale. Afin de vous conseiller sur le bois, les produits dérivés et les solutions constructives et vous accompagner dans vos projets de construction, de rénovation ou d'agrandissement, Auvergne Promobois dispose d'une personne assurant gratuitement cette mission.

AUVERGNE PROMOBOIS

Auvergne Promobois est l'association interprofessionnelle régionale de la filière forêt - bois.

Elle regroupe environ 200 membres parmi lesquels :

- l'ensemble des entreprises de la filière Forêt Bois représentant les activités de gestion forestière, de travaux forestiers, d'exploitation, de sciage, de fabrication d'emballage, de menuiserie, de charpente, de construction bois, de fabrication de mobilier, de commercialisation de produits à base de bois et de prescription du bois dans la construction (architectes et bureaux d'études).
- les organisations professionnelles et les organismes représentant la forêt.
- les organisations professionnelles des secteurs d'activité de la filière bois.
- les centres de formation aux métiers de la forêt et du bois.
- les organismes ayant un lien avec la filière Forêt Bois (Organisations professionnelles du bâtiment, chambres consulaires, organisations économiques,...).

Forte de cette représentativité et de son équipe, Auvergne Promobois est le partenaire incontournable pour tous ceux qui veulent œuvrer au développement et à la compétitivité de la filière forêt - bois en Auvergne.

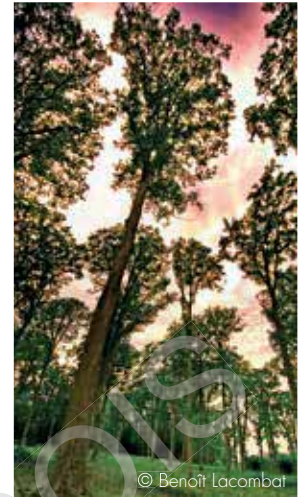


Maison de la Forêt et du Bois à Lempdes (63) - Architectes : Brevillé-Dumas.



DU PRODUIT VÉGÉTAL AU MATÉRIAU DE CONSTRUCTION

Le bois est le seul matériau structurel de construction issu d'un produit végétal. Il n'est pas fabriqué par l'homme à partir de différents composants naturels ou de synthèse, comme le sont le béton, les métaux, le PVC, les isolants, etc. Cette origine lui confère des caractéristiques spécifiques : hétérogène, hygroscopique, anisotrope, composite, durable mais biodégradable.



»» HÉTÉROGÈNE

Il existe de nombreuses essences, feuillues ou résineuses, des forêts en zone tropicale (croissance permanente) ou en zone tempérée (croissance interrompue l'hiver), des latitudes et des altitudes différentes de peuplement forestier, des sols plus ou moins riches, l'absence ou non de sylviculture adaptée (éclaircies, élagages...), etc. La croissance des arbres et la qualité du bois seront très variables et dépendront de tous ces facteurs. « Le bois » n'est qu'un terme générique qui couvre des matériaux et des usages très différents selon l'origine de la récolte.



Le cycle de transformation du bois consiste à rendre ce matériau le plus homogène possible (résistance mécanique, durabilité, aspect, absence de déformations...) afin qu'il puisse être utilisé dans le bâtiment de façon totalement fiable et conforme aux normes, classements et réglementations. Il devient ainsi comparable aux autres matériaux concurrents ou associés à son emploi.

Ce cycle comporte diverses étapes : sciage, séchage, aboutage, rabotage, usinage, collage...

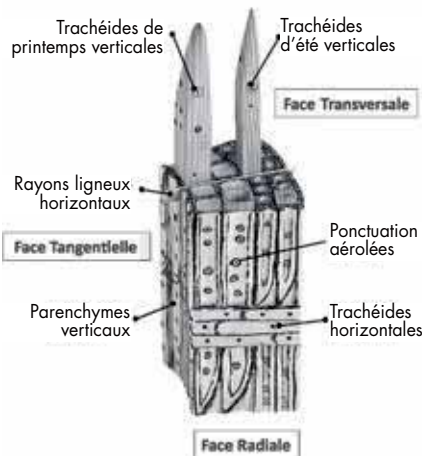
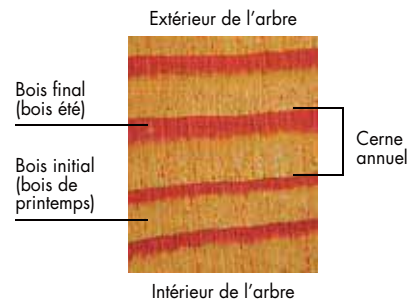
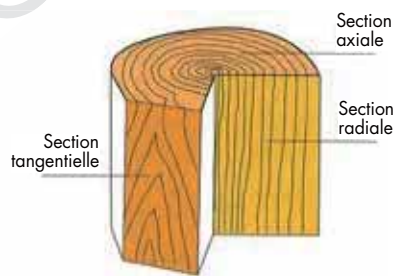
»» HYGROSCOPIQUE

Le bois a un taux d'humidité variable en permanence selon les caractéristiques de l'air ambiant (température et humidité) du lieu où il est mis en œuvre. Il peut donc absorber ou restituer cette humidité ce qui améliore le confort d'ambiance.

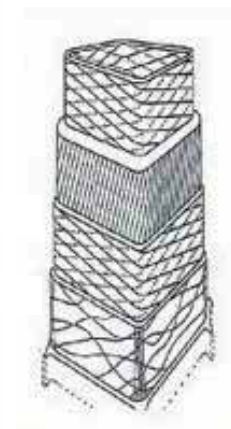
Par contre, avant son emploi, il convient de l'amener au taux d'humidité qui correspond à son lieu d'utilisation, par exemple 12 à 15 % pour des bois utilisés en structure (murs, charpente, plancher) et 7 ou 8 % pour du parquet. Sinon, après sa mise en œuvre, des retraits et des déformations peuvent apparaître et provoquer différents désordres dans une construction. Après le sciage, le séchage (naturel ou artificiel) puis le rabotage sont donc des étapes indispensables si l'on souhaite obtenir des pièces rectilignes avec des cotes très précises et ne variant pas dans le temps.

»» ANISOTROPE

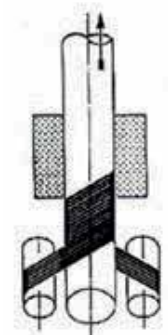
Une pièce de bois ne possède pas les mêmes propriétés (résistance, retrait au séchage, aspect) selon l'axe choisi par rapport au tronc d'arbre d'origine : axial, radial ou tangentiel. On tiendra compte de cette caractéristique pour le sciage et l'usinage du bois puis dans son usage et sa mise en œuvre.



Plan ligneux des bois résineux en vue microscopique.



La paroi cellulaire : une succession de nappes composites à fibres.



Industrie des composites : fabrication de tuyaux par enroulement continu.

DURABLE MAIS BIODÉGRADABLE



Comme tout être vivant, les arbres ont des durées de vie limitées, de quelques décennies à quelques siècles. Par contre, le matériau bois issu de leur récolte « ne vieillit pas » : ses caractéristiques varient peu dans le temps après sa mise en œuvre, comme le prouvent différents vestiges anciens (bâtiments, bateaux...).

Mais il peut être attaqué par des champignons ou par des insectes xylophages si certaines conditions de conception et de mise en œuvre ne sont pas respectées. Tout dépend des essences choisies, des traitements éventuels, et surtout de l'emplacement d'une pièce de bois dans une construction.

LES INSECTES

Pour la plupart des insectes xylophages, ce sont les larves qui dégradent le bois. Les adultes pondent à la surface du bois (à une profondeur d'environ 1 mm) puis les larves se développent pendant plusieurs années. Elles se transforment ensuite en chrysalides qui deviennent des adultes. Ceux-ci sortent de la pièce de bois en laissant un trou visible. C'est pourquoi un traitement par trempage qui pénètre de quelques millimètres suffit à éviter toute attaque. Celui-ci doit être réalisé après usinage et avant mise en œuvre.

Seule exception : les termites qui attaquent le bois sous leur forme adulte. Ils se déplacent sur et dans le sol, les murs, mais dans un environnement répondant à trois conditions : obscurité, forte humidité et/ou présence d'une source d'eau et température ambiante suffisante. C'est pourquoi on ne les rencontre en France que dans certaines régions et principalement dans des bâtiments anciens, plus ou moins insalubres, sans entretien et particulièrement dans les caves et les murs humides.

LES CHAMPIGNONS

Ils ne se développent dans le bois que lorsque celui-ci a un taux d'humidité dépassant 23 %. Or dans les parties d'un bâtiment sain, protégées des intempéries (ossature des murs, planchers, charpentes...), ce taux se situe entre 12% et 18 %, en fonction des saisons et des régions. Il n'existe donc aucun risque d'attaque. Par contre, dans une cave humide et mal ventilée, des champignons se développeront dans le bois de façon systématique, les traitements ne pouvant que ralentir ce phénomène mais pas l'empêcher. Les conditions de conception, d'occupation et d'entretien d'un bâtiment sont donc essentielles pour sa pérennité.

LES CLASSES D'EMPLOI DU BOIS

La norme NF EN-335-1 définit 6 classes d'emploi du bois permettant de choisir les essences et traitement garantissant une conception pérenne de l'ouvrage réalisé en bois.

Classe d'emploi	Description en service	Exemples d'utilisation
1	Hors du contact du sol, à l'abri (sec). Humidité toujours inférieure à 18%.	Menuiseries intérieures à l'abri de l'humidité : parquets, escaliers intérieurs, portes...
2	Hors du contact du sol, à l'abri. Peut être occasionnellement soumis à une humidité supérieure à 20 %. Éléments bois en façade protégés par un débord tel que $H = 2,5 \times D$.	Charpentes, planchers, ossatures correctement ventilés en service.
3.1 (faible exposition)	Bois soumis à des alternances rapides d'humidification. Pas de stagnation d'eau. Séchage complet avant réhumidification. Pas d'humidification significative en bois de bout et aux assemblages.	Menuiseries (fenêtres et portes). Revêtements extérieurs.
3.2 (forte exposition)	Bois soumis à des alternances rapides d'humidification ($H > 20\%$) et de séchage. Stagnation d'eau. Pénétration d'eau modérée en bois de bout et dans les assemblages.	Menuiseries (fenêtres et portes). Revêtements extérieurs.
4	Au contact du sol ou enterré. Toujours soumis à une humidité supérieure à 20 %.	Bois horizontaux en extérieur (balcons, coursives en bois...) et bois en contact avec le sol ou une source d'humidification prolongée ou permanente.
5	Au contact permanent de l'eau de mer.	Piliers, pontons, bois immergés.



Classe d'emploi 1



Classe d'emploi 2



Classe d'emploi 3.1



Classe d'emploi 3.2

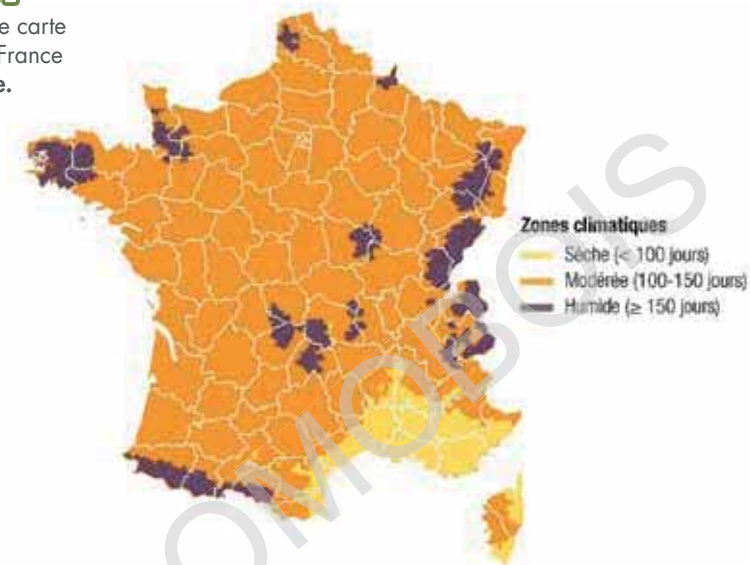
IDENTIFICATION DE LA CLASSE D'EMPLOI

L'identification de la classe d'emploi est réalisée selon le fascicule de documentation FD-P 20651 disponible auprès de l'AFNOR, à partir :



»» DES CONDITIONS CLIMATIQUES

de la zone où est construit l'ouvrage. Cette carte présente les trois zones climatiques de la France métropolitaine : **sèche, modérée et humide**.



»» DE LA MASSIVITÉ

de la pièce de bois (épaisseur) :

Massivité	Bois massif, BMA	BLC avec lamelles > 35 mm et BMR	BLC avec lamelles 35 mm maxi
Faible	$e \leq 28 \text{ mm}$	$e \leq 28 \text{ mm}$	$e \leq 28 \text{ mm}$
Moyenne	$28 \text{ mm} < e \leq 75 \text{ mm}$	$28 \text{ mm} < e \leq 150 \text{ mm}$	$28 \text{ mm} < e \leq 210 \text{ mm}$
Forte	$e > 75 \text{ mm}$	$e > 150 \text{ mm}$	$e > 210 \text{ mm}$

»» DE LA CONCEPTION

qui distingue trois degrés de performance par rapport à l'écoulement d'eau de pluie et à la ventilation (séchage) : **conception drainante, conception moyennement drainante et conception piègeante**.

AFFECTATION DE LA CLASSE D'EMPLOI

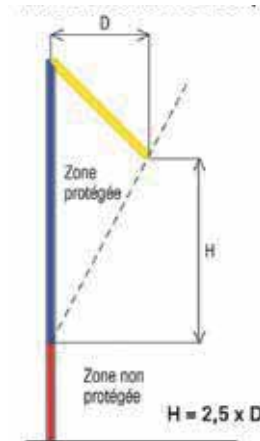
L'affectation de la classe d'emploi est ensuite déterminée grâce au tableau suivant en distinguant tout de même un cas particuliers des pièces de bois protégées par un débord qui sont affectables en classe d'emploi 2.

Cas général : bois intégrés en façades (bardages, menuiseries...)

Massivité	Conception	Conditions climatiques		
		Sec	Modéré	Humide
Classes d'emploi				
Faible	Drainante	3.1	3.1	3.1
	Moyenne	3.1	3.1	3.2
	Piègeante	3.1	3.2	3.2
Moyenne	Drainante	3.1	3.1	3.2
	Moyenne	3.1	3.1	3.2
	Piègeante	3.1	3.2	4
Forte	Drainante	3.1	3.1	3.2
	Moyenne	3.1	3.2	3.2
	Piègeante	3.2	3.2	4

Cas particulier : bois en pleines expositions (Platelages, pergolas...)

Massivité	Conception	Conditions climatiques		
		Sec	Modéré	Humide
Classes d'emploi				
Faible	Drainante	3.1	3.1	3.1
	Moyenne	3.1	3.2	3.2
	Piègeante	3.2	4	4
Moyenne	Drainante	3.1	3.1	3.2
	Moyenne	3.1	3.2	3.2
	Piègeante	3.2	4	4
Forte	Drainante	3.1	3.2	3.2
	Moyenne	3.2	3.2	4
	Piègeante	4	4	4



Zone protégée par un débord affectable en classe d'emploi 2

Données issues du document technique de France Douglas :
« Le Douglas, un choix naturel pour la construction ».



Revêtement extérieur réalisé en baliveaux de châtaignier refendus

MÉTHODOLOGIE DE CHOIX D'UNE ESSENCE SELON SON EMPLOI

Le duramen de certaines essences de bois bénéficie d'une durabilité naturelle permettant leur utilisation sans traitement jusqu'à la classe d'emploi 4. La partie aubier, celle où circulent la sève et ses substances nutritives appréciées par les champignons et les larves xylophages, n'est jamais durable, quel que soit l'essence, tempérée ou tropicale. En général, les essences dont l'aubier est de la même couleur que le duramen ne sont pas durables.



Aubier | Cœur

Douglas : aubier et cœur différenciés = cœur durable (classe d'emploi 1 à 3.2)



Coupes transversales de Douglas et d'épicéa

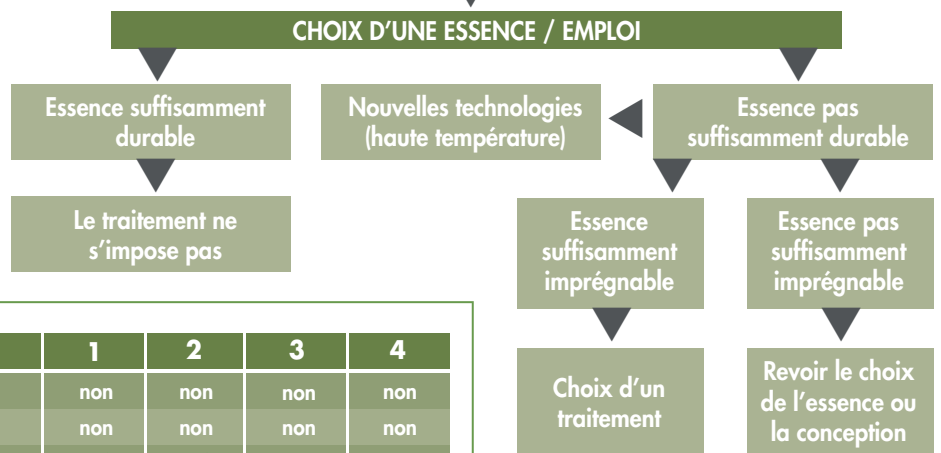
Epicéa : aubier et cœur de la même couleur = non durable sans traitement

Exemple : le bardage bois sur un mur extérieur fortement exposé aux intempéries est en classe d'emploi 3.2 : le Douglas, le mélèze, le chêne ou le châtaignier, purgés d'aubier, peuvent être utilisés sans traitement.

Les duramens ne sont jamais imprégnables, mais l'aubier de certaines essences peut l'être. Dans ce cas, ces essences sont traitées par des produits insecticides et fongicides pour atteindre les classes d'emploi 3.1, 3.2 et 4.

Les traitements se font par trempage pour les classes 1 à 3.1 (seul risque = insectes) et par autoclave pour les classes 3.1 à 5. D'autres traitements sont également pratiqués : haute température dans un four, pour les classes 1 à 3.2 maximum.

Evaluation des risques et définition du niveau de performance requis



Ce tableau présente l'affectation des classes d'emploi du duramen d'essences locales :

Classement pour quelques essences couramment utilisées

Les différentes essences de bois sont classées en fonction de leur résistance naturelle aux attaques des champignons ou des insectes et de leur localisation d'emploi (Norme AFNOR FD P 20-651).

	1	2	3	4
Sapin	non	non	non	non
Epicéa	non	non	non	non
Pin sylvestre	oui	oui	non	non
Douglas	oui	oui	oui	non
Mélèze	oui	oui	oui	non
Hêtre	non	non	non	non
Chêne	oui	oui	oui	non
Châtaignier	oui	oui	oui	oui
Robinier faux acacia	oui	oui	oui	oui

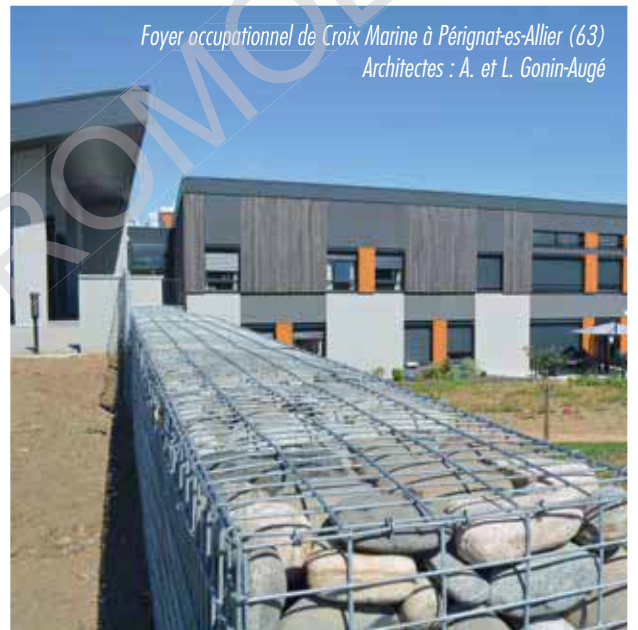
*Piscine Androsace à Cournon (63)
Architectes : CHM*



*Résidence Antigone - Immeubles de logements collectifs à Issoire (63)
Architecte : Agence Benjamin Bernard*



*Foyer occupationnel de Croix Marine à Pérignat-es-Allier (63)
Architectes : A. et L. Gonin-Augé*



*Logements groupés Rosa Parks-Les Ozières à Yzeure (03)
Architectes : Perrin-Recoules*





Issu d'un produit végétal, le bois, transformé en matériau, peut alors être utilisé pour fabriquer des composants destinés au marché du bâtiment. Pour répondre aux exigences de ce marché, leur conception et leur fabrication doivent permettre :

- d'augmenter les dimensions d'origine limitées par celles des arbres (sections et longueurs),
- de disposer de produits plans (panneaux),
- d'améliorer la qualité (résistance mécanique ou aspect),
- d'être conformes avec les nombreuses normes techniques et réglementations européennes et françaises.



Produit végétal



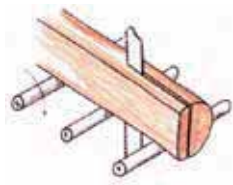
Matériau



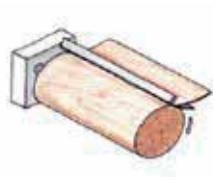
Composants

Les composants bois sont issus de quatre filières techniques de transformation :

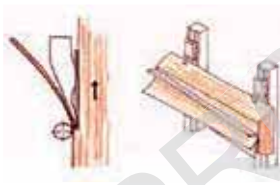
Sciage



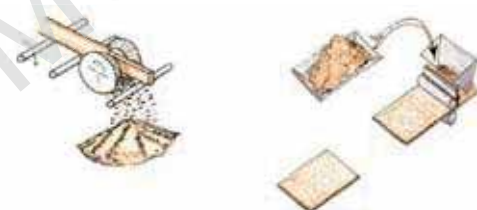
Déroulage



Tranchage



Trituration



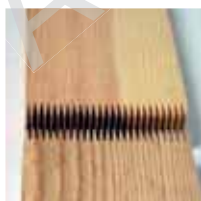
DÉRIVÉS DU SCIAGE

Après avoir été transformé en sciages, le bois est séché afin que son hygrométrie soit conforme à celle du milieu ambiant dans lequel il sera mis en œuvre pour éviter les déformations et les retraits ultérieurs. En effet, selon l'humidité et la partie de l'arbre sciée dont est issue la pièce, les retraits au séchage ou à la reprise d'humidité sont variables (5 à 10 % du volume). Les pièces sont utilisées soit en l'état (« brut de sciage ») soit rabotées sur les 4 faces. Cet usinage permet de garantir des cotes précises et identiques pour toutes les pièces d'un même lot et d'avoir un état de surface facilitant la manipulation et permettant d'obtenir une meilleure qualité des usinages ultérieurs.

Le bois peut être abouté avant rabotage afin de purger les défauts et singularités (nœuds, poches de résine, etc.) et d'obtenir des pièces de grandes longueurs plus stables et de meilleures résistances mécaniques. Ensuite, on peut effectuer des collages pour fabriquer des poutres de grosses sections ou des carrelots de menuiserie ainsi que des panneaux à plis croisés. Les usages indiqués ci-dessous ne concernent que le secteur du bâtiment (structure, menuiserie, aménagement intérieur et extérieur).

Bois massif (séché et raboté), Bois massif abouté (séché, raboté, longueur 13 à 15 m)

Usage : ossatures de murs, solivages, ...



- Aboutage : il est réalisé sur une presse après usinage « en entures » et encollage. Il n'affaiblit pas la résistance mécanique de la pièce, bien au contraire.



- Pièces aboutées stockées à l'abri des intempéries



- Cotes précises garanties grâce au séchage du bois puis au calibrage par rabotage 4 faces sur moulurière.



- Contrôle d'humidité par hygromètre.

Bois abouté contrecollé (Duo, Trio, longueur 13 à 15 m)

Usage : ossatures, planchers, charpentes, ...



Bois lamellé collé (droit ou courbe, sections importantes, grandes longueurs)
Usage : charpentes



Panneaux 3 plis contrecollés

Usage : agencement intérieur et bardage extérieur protégé par un débord de toit suffisant (voir schéma « zone protégée par un débord affectable en classe d'emploi 2 » page 5)



Panneaux structurels de bois massif contrecollé ou cloué
Usage : structures de murs, planchers et charpentes



Carrelets

Usage : menuiseries extérieures ou intérieures



DÉRIVÉS DU DÉROULAGE ET DU TRANCHAGE

Les billons de bois sont étuvés (dans la vapeur d'eau) puis déroulés ou tranchés pour obtenir des placages qui sont ensuite séchés, encollés et pressés en croisant les plis à 90° afin de rendre les panneaux de contre-plaqué stables en largeur et en longueur. Le tranchage est utilisé en ébénisterie ou décoration, les placages étant collés sur différents panneaux (contreplaqué, particules...).



Contreplaqué

Usage : agencement intérieur, contreventement de murs (certification CTBX)



Lamibois

Usage : charpentes, contreventement de murs et charpentes, composants pour agencement et menuiserie

Contrairement au contreplaqué, les placages ne sont pas disposés à 90° mais à fil parallèle, sauf exception.

DÉRIVÉS DE LA TRITURATION

Cette technique de transformation utilise soit des produits connexes de scierie (plaquettes, sciures) soit des arbres de petit diamètre (coupes d'éclaircies) qui sont broyés plus ou moins finement selon le type de produit à fabriquer : lamelles de plusieurs centimètres (OSB), particules inférieures à 1 cm ou fibres fines. Les panneaux fabriqués sont plus ou moins denses selon le produit final.



Panneaux de particules

Usage : contreventement de murs, planchers (certification CTBH)



Panneaux de fibres

Usage : agencement contreventement de murs (si avis technique)



Panneaux à lamelles orientées (OSB)

Usage : contreventement de murs, planchers et charpentes (qualité OSB 3 ou OSB 4).



Panneaux bois-ciment

Usage : coffrage perdu en fondations et planchers béton, isolation acoustique.



Isolants

Usage : isolation dans les ossatures de murs, les planchers et les charpentes (panneaux, semi-rigides ou rigides selon la destination).

ORIGINE ET ÉVOLUTION

Le bois fût l'un des tous premiers matériaux utilisé par l'homme pour construire son habitat. Historiens et archéologues ont trouvé certains vestiges datant de plusieurs millénaires avant J.C. L'homme a d'abord utilisé le bois « en l'état », ne disposant pas d'outils et de savoir-faire : branchages, feuilles, lianes pour les assemblages, etc. Puis des outils lui ont permis de travailler le bois : taille à la hache, scies... Cet environnement qui définit les règles de mise en œuvre, et celles pour la conception et la fabrication des composants, est obligatoire pour garantir la qualité d'un ouvrage et sa pérennité. Selon la partie de l'ouvrage, les professionnels (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises, industriels, etc.) doivent disposer d'une assurance garantissant leur ouvrage pour une période de 10 ans.

Au fil du temps et en tous lieux des systèmes constructifs bois se sont développés en associant d'autres matériaux tels que la terre, le béton, l'acier, les isolants et les plaques de plâtre, par exemple.

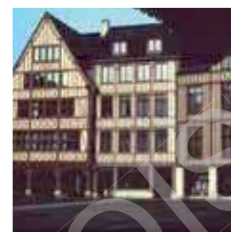
Aujourd'hui, de nouvelles technologies permettent de répondre de manière efficace et compétitive aux évolutions importantes du secteur du bâtiment, notamment en termes de performance énergétique.

Afrique Habitat nomade



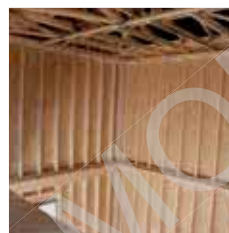
Autriche Habitat préhistorique

Lac de Constance Cité lacustre (Reconstitution - 2 000 ans avant J.C.)



Rouen Immeuble à colombages du 17^e siècle

Mur à ossature bois contemporain



Structure bois poteaux poutres et murs en panneaux de bois massif contrecollé

Les systèmes constructifs bois offrent des solutions pour différentes parties d'un ouvrage :

- structures : murs, planchers, charpentes industrielles, traditionnelles ou contemporaines,
- bardages extérieurs,
- menuiseries et fermetures,
- aménagements intérieurs (escaliers, cloisons, parquets, lambris...) et extérieurs (terrasses, clôtures...).

En charpente et en plancher, les systèmes bois sont connus et largement utilisés. En revanche, pour les murs, ils sont beaucoup moins courants.

Il existe 3 systèmes dominants :

- le mur à ossature bois,
- le poteau-poutre,
- les murs en panneaux structuraux en bois massif.

RÈGLEMENTATION

Toutes les technologies de construction doivent être conformes à des normes, des DTU (Documents Techniques Unifiés), des règles de calcul normalisées, des certifications, etc. Les solutions bois répondent à l'ensemble des exigences actuelles en terme d'isolation thermique, d'acoustique, d'incendie et de résistance mécanique.

Cet environnement réglementaire est nécessaire pour garantir la qualité d'un ouvrage et obtenir la garantie décennale des différents intervenants (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises, industriels...).

Les technologies utilisées doivent être conformes :

- soit aux règles définies dans les DTU,
- soit bénéficier d'un Avis Technique délivré par un centre technique agréé précisant le domaine d'application et les conditions de mise en œuvre de certains produits ou techniques qui ne sont pas mentionnés dans les DTU.

Les documents contractuels (marchés, descriptifs...) doivent mentionner les références aux DTU correspondant aux travaux à engager ou celles des Avis Techniques de produits ou procédés utilisés.

Pour les constructions utilisant du bois, les principaux DTU à respecter sont les suivants :

- **DTU 31.1 :**
Charpente et escaliers en bois.
- **DTU 31.3 :**
Charpente en bois assemblée par connecteurs métalliques ou goussets.
- **DTU 31.2 :**
Construction des maisons et bâtiments à ossature en bois.
- **DTU 36.1 :**
Menuiseries extérieures.
- **DTU 41.2 :**
Revêtements extérieurs en bois
- **DTU 51.3 :**
Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois.
- **DTU 51.1 :**
Parquets massifs contrecollés.
- **DTU 51.11 :**
Pose flottante des parquets et revêtements de sol contrecollés à parement bois.
- **DTU 51.2 :**
Parquets collés.
- **DTU 58.1 :**
Travaux de plafonds suspendus.
- **DTU règles CB 71 et Eurocode 5 :**
Règles de calcul et de conception des charpentes en bois.
- **DTU BF 88 :**
Règles bois feu 88.

Il convient aussi de prendre en compte les DTU des autres corps d'état situés en interface avec le bois : maçonnerie, isolation, plâtrerie, etc.

LE MUR À OSSATURE BOIS

Cette technologie est de très loin la plus utilisée en France et dans le monde.

La structure porteuse est composée de montants verticaux (entraxe de 60 cm) et de traverses horizontales. Leur épaisseur est en général de 45 mm et leur largeur varie selon la performance thermique souhaitée (de 120 mm à 220 mm). Ces ossatures sont « contreventées » par des panneaux dérivés du bois (OSB, contreplaqué, fibres) assurant la transmission des efforts aux vents. Ces derniers peuvent être fixés du côté intérieur ou du côté extérieur du mur.

Le pare-vapeur est positionné du côté intérieur du mur (voir règles du DTU 31.2 si contre-isolation intérieure complémentaire). Il limite et régule la pénétration de vapeur d'eau au travers du mur, évitant ainsi les désordres éventuels dus à l'accumulation et la condensation de vapeur d'eau à l'intérieur de la structure et de l'isolant. Il assure également l'étanchéité à l'air du bâtiment, facteur déterminant pour la performance énergétique et le confort des usagers.

Le pare-pluie, nécessaire pour les revêtements avec lame d'air, a pour fonction, avec le revêtement extérieur, d'assurer l'étanchéité à l'eau venant de l'extérieur. Il est fixé par des liteaux permettant la circulation d'air entre le pare pluie et le revêtement extérieur.

Les revêtements intérieurs et extérieurs peuvent être de nature différente et variée.



L'isolant est placé entre les montants. Il peut s'agir de panneaux semi-rigides dont les dimensions standards sont adaptées à celle des montants et à leur entraxe ou d'isolant insufflé à haute densité. Les matériaux les plus utilisés sont les laines minérales ou végétales.



Extension école élémentaire Guyot-Dessaigne à Billom (63)
Architectes : Bruhat et Bouchaudy



Hôtel de Région Auvergne à Clermont-Ferrand (63)
Architectes : Bruno Mader et Atelier 4

Selon l'entreprise, la fabrication des panneaux comporte différents niveaux de préfabrication :

- ossature + pare-pluie,
- ossature + pare-pluie + revêtement extérieur, voire isolant,
- ossature + pare-pluie + revêtement extérieur + isolant + pare-vapeur + menuiseries extérieures et fermetures.



Maison médicale à Sainte-Sigolène (43)
Architecte : W Architectes



Lycée George Sand à Yssingaux (43)
Architectes : Pierre Chomette - Guy Miramand



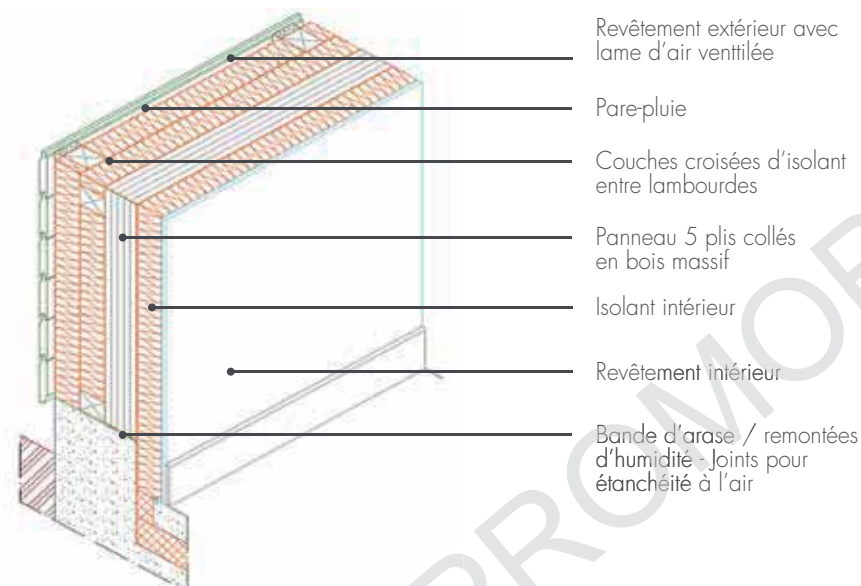
Panneaux de murs préfabriqués en atelier

LE MUR EN PANNEAUX STRUCTURELS EN BOIS MASSIF

La composition des panneaux est réalisée à partir de planches qui sont croisées et assemblées en plusieurs couches selon deux techniques : le collage ou le clouage. Ces panneaux s'appellent « Cross Laminated Timber (C.L.T.) ».

Plusieurs épaisseurs existent (d'environ 10 cm à 30 cm) afin de répondre aux calculs de résistance mécanique. Des immeubles de 10 étages ont déjà été réalisés avec ces technologies en Europe.

Une isolation rigide ou semi-rigide est rapportée à l'extérieur ou à l'intérieur des panneaux, ou des deux côtés.



Les panneaux sont livrés et assemblés sur chantier aux dimensions définies par l'étude réalisée par l'industriel.

L'ensemble de la structure (murs et dalles) des bâtiments ci-dessous, est réalisé en panneaux structuraux de bois massif.



*Siège de l'ONF DT Bourgogne-Champagne-Ardennes
Architecte : Hervé Madiot*



Immeuble de logements collectifs à Saint-Dié des Vosges (88). Architecte : ASP Architecture



*Opération de Limnologen à Växjö en Suède
4 immeubles de 8 étages*



LA CHARPENTE TRADITIONNELLE

Une charpente traditionnelle est constituée par :

- des fermes,
- des pannes fixées sur les fermes,
- des chevrons fixés sur les pannes et supportant des liteaux de couverture,
- des pièces de contreventement assurant la stabilité de l'ensemble de la structure.

Les pièces de bois sont réalisées en bois massif ou en bois lamellé-collé et sont assemblées avec diverses techniques : chevilles (dans tenons et mortaises), boulons, broches, goussets, ...



LA CHARPENTE INDUSTRIELLE

La charpente industrielle est composée de fermettes (petites fermes) posées sur les murs et espacées le plus souvent de 60 cm. Les pièces de bois d'une fermette sont situées dans le même plan et elles sont assemblées par des connecteurs en acier galvanisé. Chaque fermette sert à la fois de support de liteaux de couverture et de support de plafond. Diverses pièces de bois assurent le contreventement et la stabilité générale de la structure.





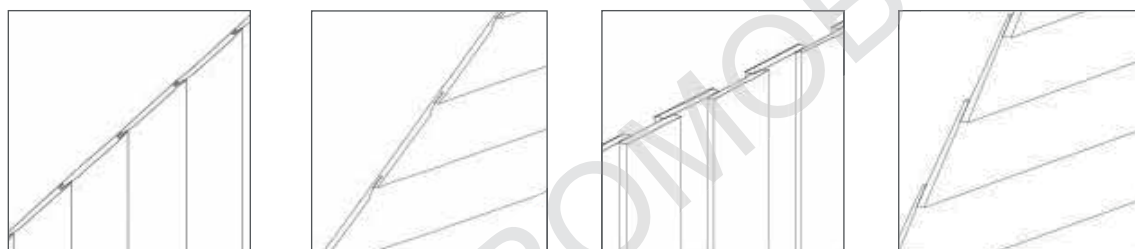
Les revêtements extérieurs sur les murs en structures bois peuvent être réalisés avec différents produits : des bardages bois, des bardages en bois reconstitué ou en matériaux composites, des enduits hydrauliques et des matériaux tels que l'acier, la terre cuite, etc.

LES BARDAGES BOIS

La conception et la pose des bardages bois doivent être réalisées en conformité avec le DTU 41.2.

Pendant, quelques points essentiels sont à respecter :

- bas des lames à plus de 20 cm du sol extérieur du bâtiment,
- lame d'air ventilée de 25 mm environ, ouverte en haut et en bas du mur, permettant une hygrométrie et une température d'air ambiant identiques de chaque côté des lames et évitant ainsi une déformation de celles-ci,
- pose d'un pare-pluie entre les liteaux et le panneau extérieur du mur, garantissant l'étanchéité du mur en cas d'infiltration d'eau éventuelle entre les lames,
- soin dans les détails de liaison du bardage avec les ouvertures, dans les angles, etc.



Essences de bois utilisables en bardage

Sur le plan réglementaire on doit se conformer à la réglementation relative aux classes d'emploi du bois, à savoir, lorsqu'il n'est pas protégé, les classes 3.1 et 3.2 (voir page 4-6), soit en utilisant une essence naturellement durable dans cette classe, soit en effectuant un traitement du bois permettant à des essences non durables d'atteindre ce niveau si elles sont imprégnables. La durabilité du bardage sera ainsi assurée.

En France on utilise le plus souvent du Douglas, essence durable dont la France (Massif Central) est le premier producteur européen. Le mélèze, dont la durabilité est identique, est aussi employé mais la ressource française est très limitée. Les autres résineux (pin, sapin et épicéa) sont également prescrits mais ils nécessitent un traitement et, en général, une finition excepté lorsqu'ils sont protégés.

Vieillesse d'aspect

Quelle que soit l'essence, tous les bois exposés au soleil et aux intempéries ont un vieillissement d'aspect naturel identique, à savoir un grisaillement qui peut varier suivant leur exposition aux intempéries. Ce phénomène est dû à la fois aux rayons ultraviolets du soleil qui décolorent le bois et au développement de micro-organismes. C'est un phénomène superficiel, favorisé par la pluie. Une pose de lames verticale sera plus favorable qu'une pose horizontale qui retient plus l'humidité dans les fibres de bois de surface.

Si le bois a été traité en autoclave par des sels d'imprégnation, le grisaillement est 2 à 3 fois plus lent par rapport à un bardage sans traitement et sans finition, mais néanmoins inévitable à terme.

La rénovation du bardage est possible en utilisant un « dégriseur ». On pourra soit laisser le bois « regriser » à nouveau, soit appliquer une finition évitant ce phénomène.



Différence d'aspect selon exposition et protection d'un bois sans finition mais durable (classe 3).



Bardage de Douglas autoclavé exposé 15 ans sur façade Ouest



Bardage de Douglas après 15 ans d'exposition



Bardage de Douglas après rénovation par « dégriseur »



LES FINITIONS

Si l'on souhaite conserver dans le temps une couleur déterminée au bardage bois, l'application d'une finition est nécessaire. Il existe deux types de finition : la lasure ou la peinture.

- Les lasures laissent le veinage du bois apparent. Elles contiennent :
 - des produits hydrofuges limitant la vitesse de reprise ou de perte d'humidité à l'intérieur des lames de bois en fonction des variations de l'air ambiant et donc évitant des déformations et des microgerces superficielles,
 - des pigments empêchant la décoloration du bois, plus ou moins foncés selon l'esthétique recherchée. Les lasures incolores ou trop claires, à faible dosage en pigments, jouent insuffisamment ce rôle.
- Les peintures couvrent le bois de façon uniforme et contiennent également des produits hydrofuges et des pigments mais en plus grande quantité. Bien qu'opaques, elles sont microporeuses, c'est-à-dire qu'elles permettent les échanges d'humidité entre l'intérieur de la lame et l'extérieur. Sinon le bois peut subir des dégradations par le développement de champignons depuis l'intérieur des lames.

Différence d'entretien entre lasures et peintures

La fréquence d'entretien est 2 à 3 fois plus importante pour les lasures que pour les peintures. En fait, le vieillissement d'aspect réel dépend de différents facteurs : orientation de la façade, présence ou non de débords de toit ou d'auvents, qualité du produit appliqué, etc. Des fabricants de bardage revêtus d'une finition appliquée en usine proposent aujourd'hui des garanties de 10 ans pour les peintures et de 5 ans pour les lasures.

LES BARDAGES EN BOIS RECONSTITUÉ

Il s'agit de lames réalisées à partir de fibres de bois pressées à chaud et revêtues de 4 couches de peintures appliquées en usine et cuites au four à une température de 160°C. Ces produits offrent une grande variété de couleurs.



LES BARDAGES EN MATÉRIAUX COMPOSITES

Les bardages en matériaux composites sont constitués de fibres (de bois ou d'autres matériaux), de résines thermosensibles imprégnées de colorant ou avec un revêtement décoratif coloré, compactées à haute pression et à haute température. Ces produits offrent une grande variété de coloris et de formes, de la lame au grand panneau.

Ils ne sont pas mentionnés dans le DTU 41.2. Les règles de pose et d'entretien doivent faire l'objet d'un Avis Technique délivré par un centre technique agréé et être conformes aux préconisations du fabricant qui doit fournir une attestation de garantie décennale.





LES ENDUITS HYDRAULIQUES

Si le choix du maître d'ouvrage ou les prescriptions des règles d'urbanisme du lieu de construction l'exigent, des revêtements d'aspect minéral identiques aux enduits sur maçonnerie peuvent être réalisés selon deux techniques :

- l'enduit hydraulique projeté sur un grillage métallique fixé sur des liteaux qui ménagent une lame d'air ventilée (l'épaisseur moyenne est environ de 25 mm),
- les enduits minces sur panneaux dérivés du bois ou de matériaux isolants fixés sur la structure bois (fibres de bois, par exemple).

Il existe une offre importante de couleurs et d'aspect. Mais ces produits n'étant pas mentionnés dans le DTU 41.2, les règles de pose et d'entretien doivent faire l'objet d'un Avis technique délivré par un centre technique agréé et être conformes aux préconisations du fabricant qui doit fournir une attestation de garantie décennale.



LES AUTRES TYPES DE REVÊTEMENTS EXTÉRIEURS

Les structures bois peuvent également recevoir d'autres types de revêtements extérieurs de différentes natures s'adaptant ainsi aux contextes régionaux et aux choix architecturaux : la maçonnerie de parement (pierres ou briques apparentes), bardages en terre cuite, feuilles de zinc ou de cuivre, cassettes en acier laqué, etc.



ENJEUX ET PERSPECTIVES

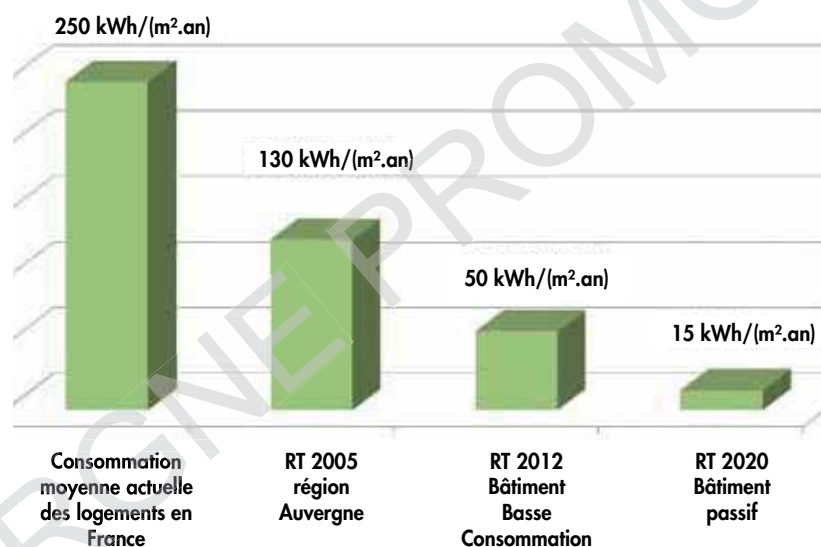
La transition énergétique est aujourd’hui un enjeu économique, social et écologique majeur et plus particulièrement dans le secteur du bâtiment qui est le premier consommateur d’énergie (43%), devant l’industrie (28%) et le transport (24%). En Europe, des milliers de bâtiments construits ou rénovés en structures bois témoignent depuis plus d’une décennie des performances et de la compétitivité de ces technologies de construction. Elles permettent de réaliser des « enveloppes du bâti » à très faible déperdition thermique, notamment pour les bâtiments « à énergie zéro » qui devraient devenir la règle à partir de 2020.

■ ÉVOLUTION DE LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE

Dans certains pays d’Europe (Allemagne, Autriche et Suisse principalement) les exigences de consommation énergétique des bâtiments ont fortement évolué depuis une vingtaine d’années, soit par la réglementation, soit par des politiques incitatives souvent régionales et associées à des labels.

Le niveau des normes ou labels n’est pas tout à fait comparable entre les pays car les critères (surface de référence énergétique, température intérieure de référence, niveau d’isolation des parois et des menuiseries, niveau d’étanchéité à l’air...) ne sont pas les mêmes (effinergie + en France, Passivhaus en Allemagne et Minergie en Suisse par exemple).

La tendance générale est, qu’à partir de 2020, les consommations d’énergie pour le chauffage soient d’environ 15 kWh/(m².an), niveau correspondant au label « Maison Passive ».



■ Le choix de la source d’énergie finale joue un rôle primordial dans le calcul de la consommation d’énergie primaire car celle-ci est calculée à partir d’un coefficient réglementaire défini en fonction de l’impact environnemental et du mode de production et de transport de la source d’énergie utilisée.

Type d’énergie finale	Coefficient de conversion énergie primaire / énergie finale
bois	0,6 kWh
gaz/fioul	1 kWh
électricité	2,58 kWh

ÉNERGIE PRIMAIRE =

- énergie finale consommée
- + énergie pour la production et la transformation des combustibles
- + pertes d’énergie pendant le transport.



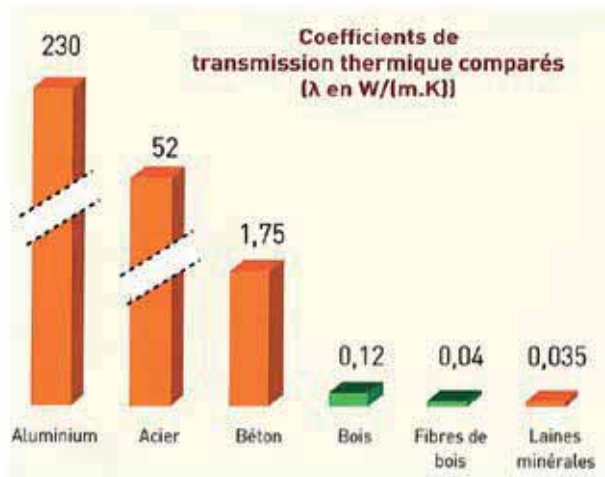
PERFORMANCES THERMIQUES DES TECHNOLOGIES BOIS

La mise en œuvre de solutions constructives bois présente plusieurs avantages par rapport aux autres technologies de construction. Elles diminuent fortement les ponts thermiques et intègrent une forte épaisseur de matériaux isolants tout en assurant une parfaite étanchéité à l'air.

En fonction de la performance thermique à atteindre, les technologies de murs bois sont conçues avec une double, voire une triple isolation. Ces techniques permettent d'obtenir facilement les niveaux d'isolation

exigés par la RT 2012 (coefficient U d'enveloppe compris entre 0,16 et 0,25 W/(m².K)) et le standard Passif (coefficient U d'enveloppes compris entre 0,10 et 0,15 W/(m².k)). Ces valeurs correspondent à des épaisseurs de matériaux isolants d'environ 20 à 35 cm. D'autres techniques de conception performantes sont possibles avec l'utilisation de poutres bois en I qui permettent d'augmenter la largeur des montants d'ossature et ainsi d'atteindre un niveau d'isolation de paroi souhaité en une seule épaisseur de matériaux isolants.

COEFFICIENTS COURANTS UTILISÉS EN THERMIQUE



■ λ (lambda)

Coefficient de conductivité thermique d'un matériau.

Unité : W / (m.K).

Plus cette valeur est faible, meilleure est l'isolation du matériau.

■ U

Flux de chaleur qui traverse 1 m² de paroi pour un écart de 1° Kelvin.

Unité : W / (m².K).

Plus cette valeur est faible, meilleure est l'isolation de la paroi.

■ R = 1/U

Résistance thermique d'une paroi.

Unité : m².K / W.

Plus cette valeur est élevée, meilleure est l'isolation de la paroi.

MURS À OSSATURE BOIS

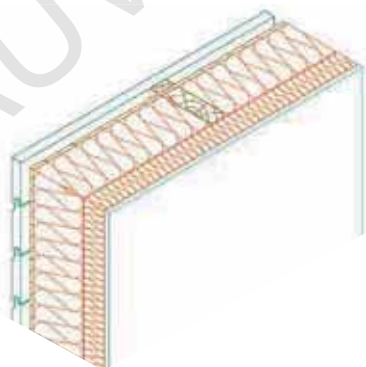
Parmi les technologies constructives bois permettant d'atteindre facilement ces niveaux d'isolation, la plus utilisée est l'ossature bois qui représente actuellement 85% du marché de la construction bois en France. En revanche la technologie de murs en panneaux structuraux en bois massif est en fort développement et permet aussi de répondre à ces niveaux de performances thermiques. Les schémas ci-dessous présentent 2 solutions de murs à ossature bois en fonction des niveaux de performances RT 2012 et Passif et une solution en panneaux structuraux en bois massif.

RT 2012

Bâtiment Basse Consommation

$$0,16 \text{ W/(m}^2\text{.K)} < U_p < 0,25 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$4 \text{ m}^2\text{.K/W} < R < 6 \text{ m}^2\text{.K/W}$$



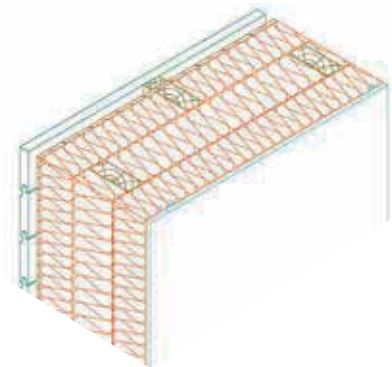
- Plaque de plâtre 13 mm
- Laine minérale 60 mm entre ossature métallique ($\lambda = 0,032 \text{ W/m.K}$)
- Pare-vapeur
- Montant d'ossature 140 x 45 mm entraxe 600 mm
- Laine minérale de 140 mm ($\lambda = 0,032 \text{ W/m.K}$)
- Panneau contreventant 12 mm
- Pare-pluie
- Bardage bois

RT 2020

Bâtiment Passif

$$U_p = 0,10 \text{ W/m}^2\text{.K} \gg \text{par} \ll 0,10 \text{ W/(m}^2\text{.K)} < U_p < 0,15 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$$

$$7 \text{ m}^2\text{.K/W} < R < 10 \text{ m}^2\text{.K/W}$$



- Parement intérieur
- Isolant 100 mm
- Panneau de lamibois 27 mm
- Montant d'ossature 120 x 45 mm entraxe 600 mm
- Isolant 120 mm
- Montant d'ossature 100 x 45 mm entraxe 600 mm
- Isolant 100 mm
- Panneau OSB 10 mm
- Pare-pluie
- Bardage bois



EXEMPLES DE RÉALISATIONS

■ LE VIALENC - LOGEMENTS, BUREAUX ET COMMERCES • AURILLAC (15)

Maître d'ouvrage : Logisens • Maître d'œuvre : Atelier d'Architecture Simon Teyssou - Le Rouget • BET structure bois : 3B - Montauban / Béton - SETERSO - Agen • BET thermique : AES - Clermont-Ferrand • Entreprises bois : Menuiserie Bouysse - Arpajon-sur-Cère / CM Bois & Habitat - Le Fel • Année : 2014 • Performance énergétique : 50* • Surface de plancher : 3 712 m² • Crédit photo : C. Camus.



■ ÉCOLE MATERNELLE DANIEL FOUSSON • CLERMONT-FD (63)

Maître d'ouvrage : Ville de Clermont-Ferrand • Maître d'œuvre : Marcillon-Thuilier architectes - Clermont-Ferrand • BET structure bois : Sylva Conseil - Clermont-Ferrand • Entreprises bois : Bernard Sucheyre - Volvic / Meunier - Marnat - Pralong • Année : 2013 • Surface de plancher : 1 694 m² • Performance énergétique : 40* • Crédit photo : J. Damase.



*La performance énergétique est exprimée en kWh/m².an



■ MAISON INDIVIDUELLE PASSIVE • LA MONNERIE-LE-MONTEL (63)

Maître d'ouvrage : privé • Maître d'œuvre : Architecture Bioclimatique Auvergne-Fernand Ribeiro
 Architecte DPLG • Entreprise bois : Giry Maisons Bois – La Monnerie le Montel • Année : 2014
 • Surface habitable : 112 m² • Consommation de chauffage : 12 kWh/m².an (poêle à granulés de bois soit 85 euros pour l'année 2014-2015 / 12 mois) • Consommation totale d'énergie réelle : 51 kWh/m².an (principalement électricité tous confondu et chauffage soit 820 euros pour l'année 2014-2015 / 12 mois) • Crédit photo : Fernand Ribeiro.



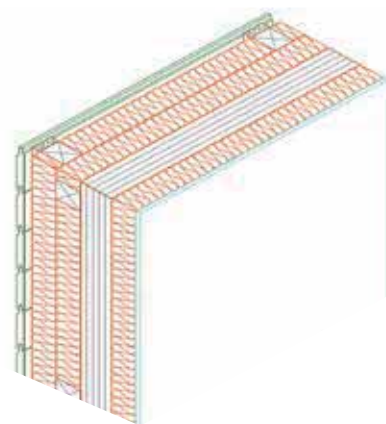
MURS EN PANNEAUX STRUCTURELS EN BOIS MASSIF



2 bâtiments de logements collectifs en Autriche

$$0,10 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K}) < U_p < 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$$

$$4 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W} < R < 10 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$$



- Revêtement intérieur
- Isolant intérieur
- Panneau 5 plis collés en bois massif
- Couches croisées d'isolant entre lambourdes
- Pare-pluie
- Revêtement extérieur avec lame d'air ventilée

Ces épaisseurs sont données à titre indicatif. Le coefficient U_p peut varier en fonction de la nature, de l'épaisseur et du coefficient de conductivité thermique de l'isolant.



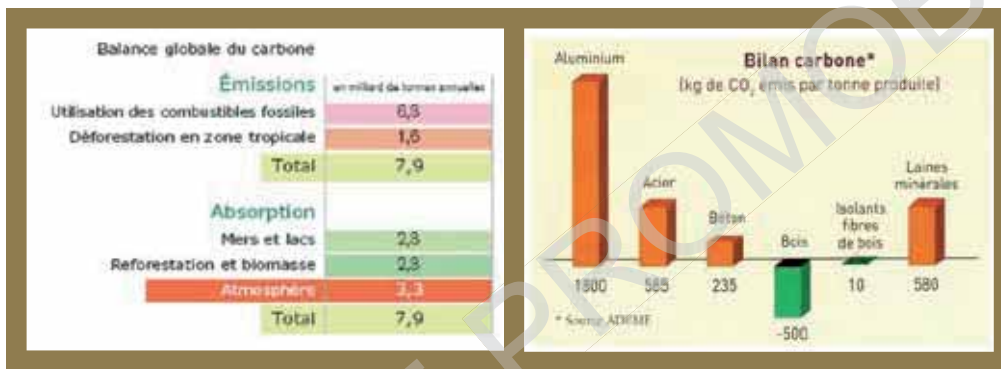
Le bois possède 4 qualités essentielles pour l'environnement :

- il lutte contre l'accroissement de l'effet de serre,
- c'est un matériau renouvelable,
- c'est un matériau peu consommateur d'énergie,
- son cycle de vie a un faible impact environnemental.

LE BOIS LUTTE CONTRE L'ACCROISSEMENT DE L'EFFET DE SERRE

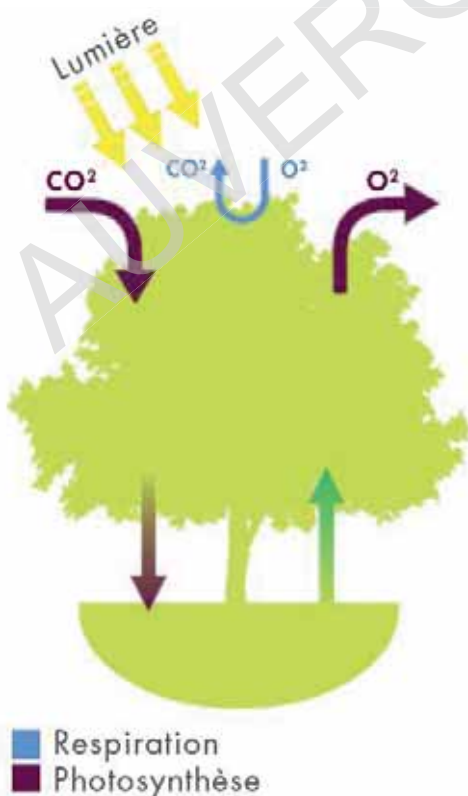
Le CO₂ est le plus important des gaz à effet de serre responsables du réchauffement de la planète et des changements climatiques. Or le bois est le seul matériau de construction qui a un « bilan CO₂ » négatif. En effet, lors de la croissance, l'arbre absorbe le CO₂ atmosphérique (photosynthèse), fixe le carbone (C) et rejette l'oxygène (O₂).

Comme tout être vivant, pour se développer, l'arbre a besoin d'énergie et de substances nutritives : le soleil lui fournit l'énergie, la terre lui fournit l'eau et les sels minéraux. Les forêts sont, avec les océans, les deux seuls « puits de carbone » : ils absorbent chaque année 2,3 milliards de tonnes de carbone chacun.

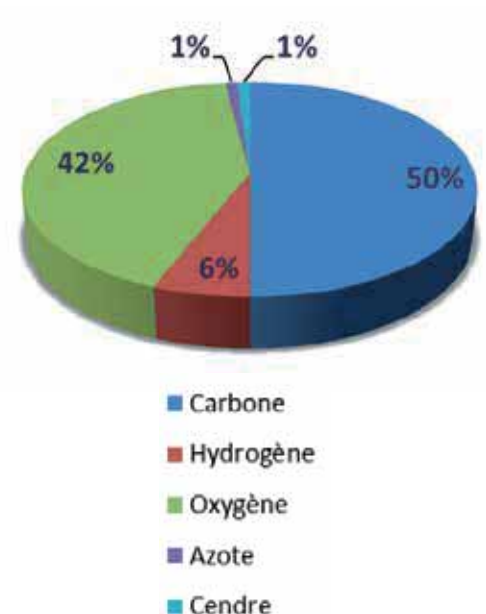


En fin de vie, l'arbre se décompose : il rejette alors le CO₂ qu'il avait absorbé. Le même phénomène se produit lorsque le bois brûle. En revanche, si le bois est récolté et utilisé en tant que matériau de construction, le carbone est stocké dans les bâtiments pendant toute leur durée de vie (plusieurs dizaines ou centaines d'années).

En bilan CO₂ global, le bois n'émet pas de CO₂ contrairement aux autres matériaux ou combustibles usuels.



Composition chimique du bois :





LE BOIS, UN MATÉRIAU RENOUVELABLE

Le bois est un matériau renouvelable, à l'échelle humaine, mais à condition que les forêts soient gérées durablement. En Europe, l'application des codes forestiers depuis plusieurs siècles a permis une pratique de gestion durable de cette ressource.



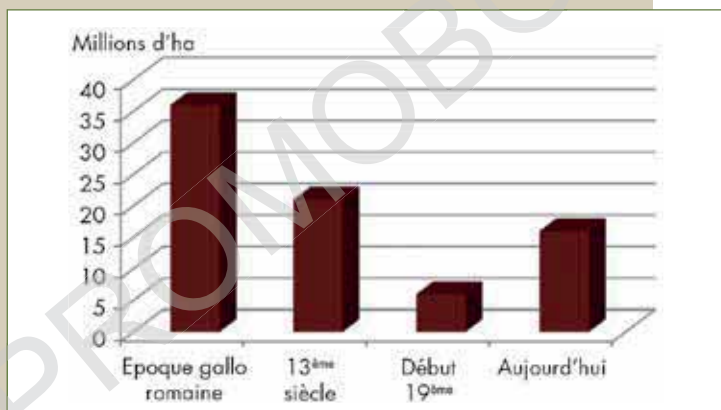
Plus récemment sont apparues des procédures de certifications (PEFC ou FSC pour les plus connus). La chaîne de traçabilité garantit aux acheteurs que le bois utilisé pour la fabrication de certains produits est issu de forêts gérées durablement.

La surface forestière augmente en Europe (510 000 ha par an). En France celle-ci est passée de 12 millions d'ha en 1950 à 16 millions d'ha en 2010.

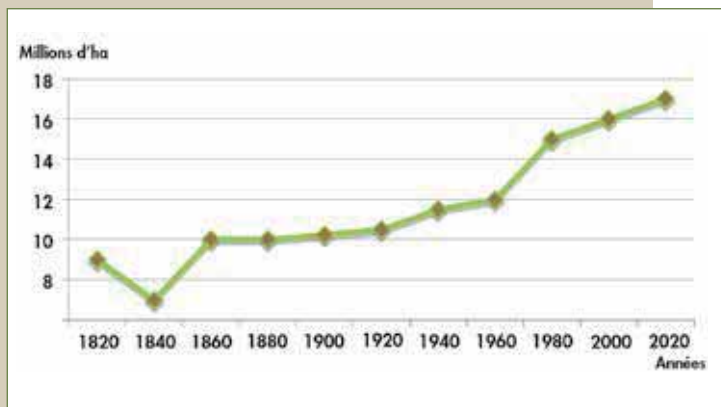
La récolte n'est que de 62 % de l'accroissement biologique annuel. Une augmentation significative de celle-ci est possible sans altérer les réserves forestières et tout en préservant la biodiversité.



Évolution de la surface forestière en France

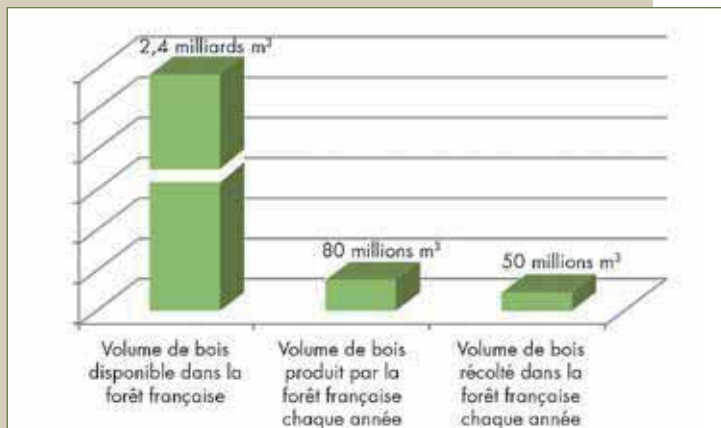


Évolution récente de la surface forestière française



En France, un stock de bois en augmentation :

- accroissement biologique annuel : 80 millions de m³
- récolte annuelle : 50 millions de m³ (62 %)



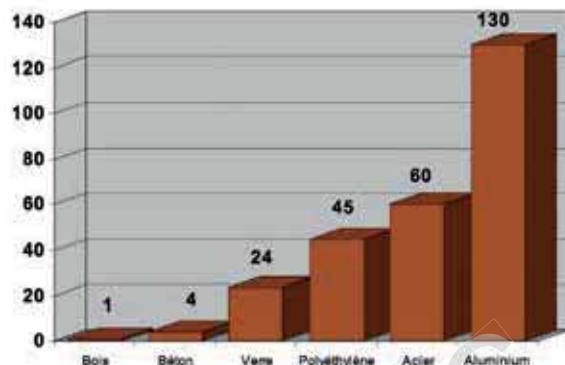


LE BOIS, UN MATÉRIAU PEU CONSOMMATEUR D'ÉNERGIE

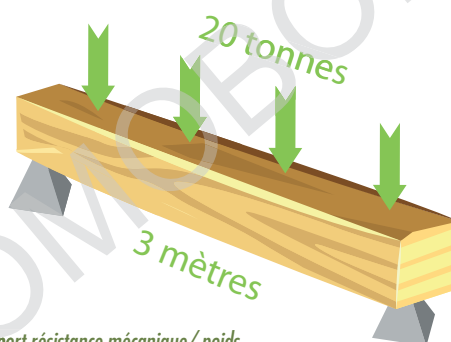
Le bois ne nécessite que très peu d'énergie pour sa récolte et sa transformation, par exemple 4 fois moins que le béton à poids égal. Par ailleurs, il a un rapport résistance mécanique / poids bien meilleur que ce dernier : rapport de 1 à 6 (voir schéma).

La quantité globale d'énergie nécessaire pour construire la structure d'un bâtiment sera donc nettement moins élevée et son bilan CO₂ bien meilleur.

De plus, contrairement aux autres matériaux de construction, le bois est fabriqué avec une énergie gratuite : le soleil. Son coût est par conséquent moins dépendant de celui de l'énergie liée aux combustibles fossiles. Dans les années à venir, l'utilisation de ce matériau en plus forte proportion limitera l'augmentation des coûts de construction.



Énergie nécessaire (en kJ) à la fabrication de 1 kg de matériau



Rapport résistance mécanique / poids entre différents matériaux

- bois = 60 kg
- acier = 80 kg
- béton = 300 kg

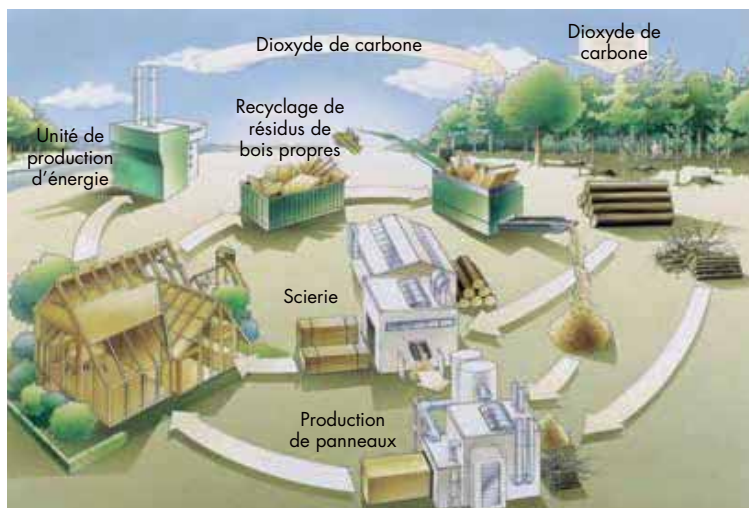


Crédit Agricole d'Aurillac : Bâtiment passif à énergie positive
6 100 m² de bureaux en structure bois sur 3 niveaux (1 300 m³ de bois mis en oeuvre) - Architecte : AFAA



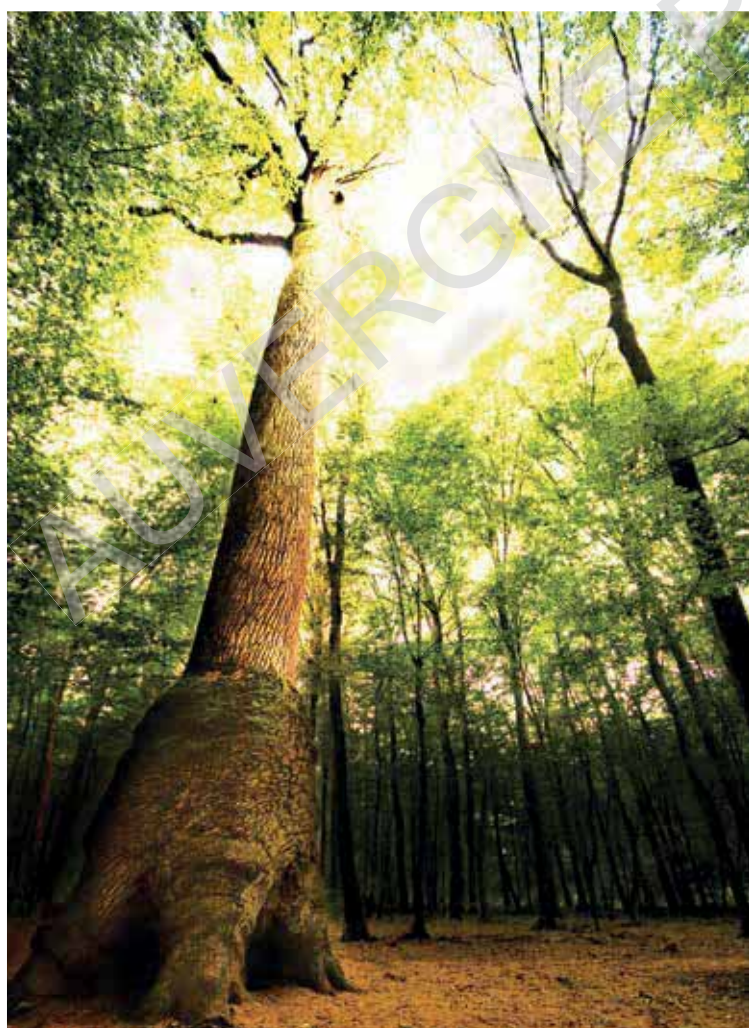
LE BOIS : UN CYCLE DE VIE À FAIBLE IMPACT ENVIRONNEMENTAL

L'impact environnemental d'un matériau est défini par son « Analyse de Cycle de Vie » (ACV) : extraction, fabrication, transport, mise en oeuvre, utilisation, recyclage ou fin de vie.



Le cycle de vie du bois se caractérise par plusieurs qualités :

- récolte peu polluante et préservant les sites,
- matériau renouvelable, en constante augmentation de production biologique en France et en Europe et permettant un approvisionnement de proximité,
- matériau durable à condition toutefois d'assurer une bonne conception des ouvrages et un choix d'essences adapté à chaque emploi dans un bâtiment,
- matériau à faible coût énergétique pour être fabriqué et mis en oeuvre,
- technologies de structure bois associées à des isolants permettant des économies de chauffage importantes,
- matériau recyclable en fin de vie pour la réalisation de produits en bois reconstitué (panneaux de particules, ...) ou pour produire de l'énergie.



LE BOIS, UN MATÉRIAU DE DÉVELOPPEMENT LOCAL

En Auvergne, la forêt couvre environ 1/3 du territoire (48% feuillus et 52% résineux) et produit des essences variées : sapin, épicéa, Douglas, chêne, hêtre...

Ces essences sont largement utilisées dans le bâtiment :

- résineux en charpentes, planchers, murs, bardages et menuiseries extérieures,
- feuillus en menuiserie et agencement intérieur (parquets, escaliers...).

Les industriels locaux du secteur ont investi et adapté leur production à la demande du marché du bâtiment. Ceci contribue à l'amélioration de la valeur ajoutée en Auvergne et limite les importations.

De part leur situation géographique, les forêts et les activités de transformation du bois (sylviculture, travaux forestiers, sciage, entreprises et artisans de charpente-menuiserie, ...) participent à l'aménagement du territoire et au maintien des populations dans les zones rurales.

En Auvergne, les activités directes du bois et de la forêt représentent plus de 4 000 entreprises qui emploient plus de 10 000 salariés.

*Forêt de Tronçais dans l'Allier (03)
Photo Benoît Lacombat*



RÉUSSIR LA CONCEPTION ET LA RÉALISATION D'UNE OPÉRATION DE CONSTRUCTION BOIS

Pour réussir une opération de construction utilisant le bois, le maître d'ouvrage devra respecter un certain nombre de principes et de règles dans les différentes étapes de conception et de réalisation du projet :

- le programme de l'ouvrage,
- le choix de l'équipe de maîtrise d'œuvre et le contenu de sa mission,
- la consultation et le choix des entreprises,
- le pilotage et la conduite des travaux,
- la réception de l'ouvrage.

A - BIEN DÉFINIR SON PROGRAMME

Si le maître d'ouvrage souhaite que le matériau bois représente une part significative dans la conception de son projet, il doit impérativement le formaliser dans l'un des paragraphes du programme qui sera remis à l'équipe de maîtrise d'œuvre retenue, que ce soit par concours d'architecture ou désignation directe d'un architecte accompagné de bureaux d'études.

Construire en bois,
une volonté
environnementale,
politique et de
communication

Hormis les avantages du matériau bois évoqués dans les chapitres précédents, les principales raisons de ce choix dépendent du statut du maître d'ouvrage (public ou privé), de sa volonté politique et de sa stratégie de développement et de communication. Convaincues par le développement économique que la filière bois génère, en particulier dans les régions forestières, certaines collectivités territoriales mettent en place des programmes d'aide pour encourager l'utilisation du bois dans la construction ou la rénovation de bâtiments publics et de logements sociaux.

L'article 21-5 de la « loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie » votée en 1996 indiquait « Pour répondre aux objectifs de la présente loi, un décret en Conseil d'Etat fixe les conditions dans lesquelles certaines constructions nouvelles devront comporter une quantité minimale de matériaux en bois ». La loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt du 13 octobre 2014 note l'intérêt général que présentent « la fixation du dioxyde de carbone par les bois et forêts et le stockage de carbone dans les bois et forêts, le bois et les produits fabriqués à partir de bois, contribuant ainsi à la lutte contre le changement climatique ».

Le label « bâtiment biosourcé » (décret n°2012-518 du 19 avril 2012 pris par le Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement) a pour objectif de développer l'usage des matériaux biosourcés dans le bâtiment et principalement celui du bois. Par une méthode forfaitaire et par ratio, il permet une évaluation simple de la quantité de ces matériaux dans un ouvrage. Une liste de 36 parties d'ouvrage a été établie dont 32 relatives au bois.

Le maître d'ouvrage peut ainsi utiliser ce label ou sa méthode d'évaluation et déterminer la quantité minimum de matériaux biosourcés qu'il souhaite. Pour un maître d'ouvrage, le meilleur moyen de définir ce seuil est de se référer à des bâtiments déjà construits et disposant de l'estimation du volume de bois mis en œuvre.



À titre d'exemple :

- Hôtel de région Auvergne : immeuble R + 4 à structure mixte (2 premiers niveaux en structure béton et 3 niveaux supérieurs en structure bois) : 50 kg/m² de shon (1 500 m³ de bois pour 14 800 m² de shon).
- Bureaux du Crédit Agricole d'Aurillac : R + 2, réalisé totalement en structure bois : 106 kg/m² de shon (1 300 m³ de bois pour 6 100 m² de shon).

Exemple de contenu de programme concernant l'utilisation du bois

Le maître d'ouvrage souhaite que le matériau bois soit utilisé de façon exemplaire dans la conception de cet ouvrage. Cette volonté est fondée sur deux raisons principales :

- le bois est un matériau répondant aux exigences de qualité environnementale et, d'une manière plus large, aux objectifs de développement durable : il permet de réduire l'accroissement de l'effet de serre, c'est un matériau renouvelable et il consomme peu d'énergie pour être transformé et mis en œuvre. De plus, outre ses qualités structurales, il possède toutes les qualités requises en isolation et en confort thermique, acoustique et visuel. Il répond aux objectifs fixés par les politiques nationales et internationales de développement durable.
- le bois est une ressource abondante en Auvergne et la surface forestière est en progression constante depuis plusieurs décennies. L'augmentation de la récolte de bois, sa valorisation en matériau de construction et son utilisation dans le bâtiment représentent un objectif essentiel pour l'aménagement du territoire et la création d'emplois et de richesse dans la région.

Le bois sera employé de façon pertinente et logique en fonction du programme et des contraintes architecturales, techniques et économiques de ce bâtiment. Son emploi sera privilégié en structure (murs, planchers, charpentes) et en aménagement intérieur. En conséquence, le maître d'ouvrage demande aux candidats d'appliquer le décret n° 2012-518 du 19 avril 2012 relatif au label « bâtiment biosourcé » fixant un seuil minimum d'emploi de matériaux biosourcés. Ils utiliseront l'arrêté du 19 décembre 2012 relatif au contenu et aux conditions d'attribution du label « bâtiment biosourcé ». Ces textes correspondent à l'article de loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt du 13 octobre 2014 indiquant : « la fixation du dioxyde de carbone par les bois et forêts et le stockage de carbone dans les bois et forêts, le bois et les produits fabriqués à partir de bois, contribuant ainsi à la lutte contre le changement climatique ».

Le projet devra incorporer un volume minimum de matériaux biosourcés de XX kg/m² de shon, volume calculé selon l'arrêté précédemment cité et appliqué dans le tableur Excel figurant en annexe. Ce tableur devra être rempli et joint aux pièces du dossier de concours. Les candidats pourront également justifier la quantité de bois en présentant une note de calcul au réel dans certaines parties de l'ouvrage ou pour la totalité de l'ouvrage. Le bois utilisé devra être écocertifié selon le référentiel PEFC ou FSC, garantissant qu'au moins 50 % voire la totalité du volume de bois est issu de forêts gérées durablement. L'équipe de maîtrise d'œuvre devra également s'assurer qu'une proportion significative ou la totalité des bois soient issus de la filière locale en vue de réduire au maximum les émissions de gaz à effet de serre dues au transport.

B - LA CONSTITUTION DE L'ÉQUIPE DE MAÎTRISE D'ŒUVRE ET SA MISSION

La sélection et le choix d'une équipe de maîtrise d'œuvre est toujours une étape difficile : certains architectes ont acquis une expérience importante dans le domaine de la construction bois et d'autres sont en train de l'acquérir. C'est pourquoi il faut prendre en compte à la fois les références générales de l'architecte et aussi celles concernant l'utilisation du bois. Autre élément important : la constitution de l'équipe de maîtrise d'œuvre associée à l'architecte. Ces éléments seront vérifiés par un bureau de contrôle pour certains ouvrages.

La maîtrise technique et économique : un travail d'équipe

En effet, quel que soit l'architecte retenu, la réussite de la conception d'un projet repose sur un travail d'équipe et sur la présence d'un bureau d'études structure disposant de références dans le domaine du bois.

Ce bureau d'études réalisera :

- le calcul des structures bois (stabilité, contreventement, sections de bois, assemblages, ...),
- les plans d'exécution (murs, planchers, charpentes),
- le cahier de détails d'exécution,
- les pièces écrites (descriptif et quantitatif des lots bois) si cette mission n'est pas réalisée par l'économiste de la construction de l'équipe.

Ces pièces graphiques et écrites sont indispensables pour obtenir des réponses de qualité de la part des entreprises et pour pouvoir comparer objectivement les offres. Les entreprises du secteur construction bois sont des TPE ou des PME qui souvent ne sont pas dotées d'un bureau d'études intégré. Il existe en conséquence un double risque si l'ouvrage n'est pas suffisamment étudié et précisément défini dans le dossier d'appel d'offres :

- risque technique : réalisation non conforme aux exigences de la maîtrise d'œuvre et aux diverses réglementations, voire malfaçons et sinistres éventuels ultérieurs,
- risque économique : difficulté pour l'entreprise pour chiffrer l'appel d'offres ce qui entraîne souvent des surestimations incompatibles avec l'économie du projet.

Compte tenu de la spécificité et de la variété des technologies de construction bois, il est préférable que le maître d'ouvrage confie une mission « EXÉ » à l'équipe de maîtrise d'œuvre et non pas une simple mission « VISA ». En effet, l'étude des structures bois impose une rigueur et une précision qui obligent une étroite collaboration entre l'architecte et le bureau d'études bois dès la phase esquisse jusqu'au contrôle du chantier, en passant par la signature des marchés.



Pont routier sur autoroute A89



Les étapes de conception d'un projet

ESQ : études d'esquisse

Elles ont pour objet de proposer une ou plusieurs solutions d'ensemble, d'en indiquer les délais de réalisation et d'examiner leur compatibilité avec la partie de l'enveloppe financière retenue par le maître d'ouvrage et affectée aux travaux et de vérifier la faisabilité de l'opération au regard des différentes contraintes du programme et du site.

APS : études d'avant-projet sommaire

Elles permettent :

- de préciser la composition générale en plan et en volume ;
- d'apprécier les volumes intérieurs et l'aspect extérieur de l'ouvrage ;
- de proposer les dispositions techniques pouvant être envisagées ;
- de préciser le calendrier de réalisation et, le cas échéant, le découpage en tranches fonctionnelles ;
- d'établir une estimation provisoire du coût prévisionnel des travaux.

APD : études d'avant-projet définitif

Elles permettent :

- de déterminer les surfaces détaillées de tous les éléments du programme ;
- d'arrêter en plans, coupes et façades les dimensions de l'ouvrage, ainsi que son aspect ;

- de définir les principes constructifs, les matériaux et les installations techniques ;
- d'établir l'estimation définitive du coût prévisionnel des travaux, décomposés en lots séparés ;
- de permettre au maître de l'ouvrage d'arrêter définitivement le programme ;
- de permettre l'établissement du forfait de rémunération dans les conditions prévues par le contrat de maîtrise d'œuvre.

EXE : études d'exécution et de synthèse

Les études d'exécution permettent d'établir les plans d'exécution pour l'ensemble de l'ouvrage ou lot par lot. Ils servent à établir un devis quantitatif détaillé et le calendrier prévisionnel d'exécution des travaux.

VISA : visa des études d'exécution et de synthèse

Si les études d'exécution sont partiellement ou intégralement réalisées par les entreprises, le maître d'œuvre s'assure que les documents qu'elles ont établis respectent les dispositions du projet et dans ce cas, leur délivre son VISA.

Source www.marche-public.fr et Décret n° 93-1268 du 29 novembre 1993.

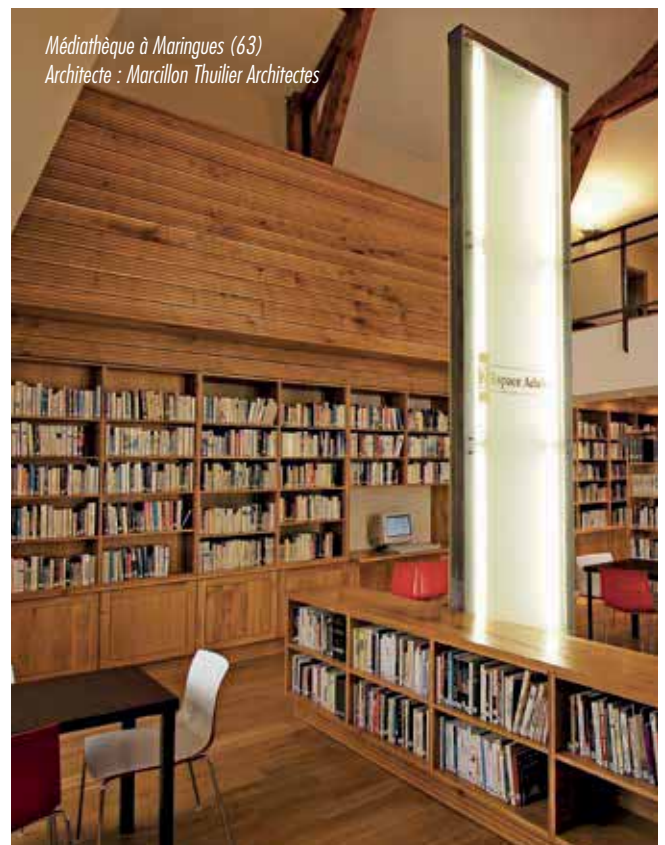
C - LA CONSULTATION D'ENTREPRISES

**Privilégier
une ingénierie
approfondie et
des marchés
en corps d'état
séparés**

L'expérience montre que les meilleurs résultats qualitatifs et économiques pour la réalisation de constructions bois sont plutôt obtenus en réalisant des marchés en corps d'état séparés. De plus, cette procédure est beaucoup plus adaptée au tissu des entreprises locales et à la filière sèche qui nécessite une approche radicalement différente de gestion d'opération par rapport à la filière humide.

Pour éviter un trop grand nombre de lots on peut effectuer un regroupement de certains d'entre eux en « macro-lots », par exemple : fondations et gros-œuvre maçonnerie, clos-couvert, etc.

Par contre, pour différentes raisons, notamment liées à la nature ou à la taille de l'ouvrage, la solution d'entreprise générale peut être retenue. Dans ce cas, le choix des entreprises sous-traitantes des lots bois doit être soumis à l'agrément de l'équipe de maîtrise d'œuvre et, bien sûr, du maître d'ouvrage. Dans tous les cas de figure, il est souhaitable de confier une mission de maîtrise d'œuvre comprenant les études d'exécution (plans, détails techniques, descriptifs...). Ce dossier permet d'assurer la conformité de l'ouvrage à la réglementation et aux exigences de la maîtrise d'œuvre. De plus, il comporte tous les éléments nécessaires aux entreprises qui souvent ne disposent pas d'un bureau d'études intégré. Cette démarche est obligatoire compte tenu des spécificités des solutions constructives bois. Si des entreprises proposent des variantes lors de l'appel d'offres, elles doivent fournir toutes les pièces permettant d'en apprécier le contenu (notes de calculs, détails d'exécution, références des produits, etc.) afin que la maîtrise d'œuvre puisse éventuellement les retenir en toute connaissance de cause.



Médiathèque à Maringues (63)
Architecte : Marcillon Thuilier Architectes



D - LA CONDUITE DES TRAVAUX

Une phase plus simple et plus courte en filière sèche

Le pilotage et la conduite des travaux d'une opération de construction bois est en général beaucoup plus simple qu'en filière lourde et humide si toutefois les études sont correctement réalisées préalablement : ce n'est pas lors des rendez-vous de chantier hebdomadaires que l'on résout les problèmes.

Le délai de réalisation d'un ouvrage est en général nettement réduit en filière sèche. La préfabrication en atelier des structures de charpente, des murs, voire des planchers permet une grande rapidité de montage en se libérant des problèmes liés aux intempéries et à la gestion de divers problèmes (déchets de chantier,...). De plus, une procédure de gestion de qualité peut être mise en place facilement dès le début de la préfabrication en atelier, première étape du contrôle des travaux.

E - LA RÉCEPTION DE L'OUVRAGE

Réaliser la réception en phase humide et en phase sèche

Si les étapes précédentes ont été correctement gérées, la réception des parties d'ouvrage concernées par le bois (clos-couvert) ne pose pas de problème particulier.

Par contre, il est souhaitable de réaliser 2 phases de réception successives :

- **Phase humide** : les lots VRD, gros œuvre maçonnerie avec, notamment la vérification des cotes, de l'équerrage des dalles, de la planimétrie de la maçonnerie aux liaisons avec le bois, etc. Cette phase doit être suivie d'un nettoyage du chantier qui facilitera l'intervention des corps d'état de la filière sèche et donc la compétitivité et la qualité de ceux-ci.
- **Phase sèche** : structures bois, clos couvert, puis les travaux d'équipement et d'aménagement intérieur. Un point précis doit être particulièrement contrôlé : l'étanchéité à l'air de l'enveloppe notamment des murs et de leur liaison aux éléments de maçonnerie ainsi que celle des menuiseries extérieures (fenêtres, portes-fenêtres, portes extérieures...). Compte tenu des exigences de l'évolution de la réglementation thermique, des tests d'étanchéité à l'air par porte soufflante sont désormais indispensables.

Maison de l'enfance à Eglisolles (63)
Architecte : PIL Architecture





AUVERGNE PROMOBOIS

Maison de la Forêt et du Bois d'Auvergne
Site de Marmilhat

10 allée des Eaux et Forêts
63370 Lempdes

Tél : 04 73 98 71 10

auvergne.promobois@wanadoo.fr

www.auvergne-promobois.com

Auvergne Promobois est membre de France Bois Régions



Auvergne Promobois peut mener ses actions grâce au soutien de ses adhérents et de :



Conception et rédaction : Auvergne Promobois et Bois Développement Conseil.

Conception graphique : www.quiplusest.com

Impression : Imprimerie Color Team

Crédits photos, schémas et sources : AFAA • J.C. Guy • B. Lacombat • Office National des Forêts • Auvergne Promobois • FCBA • MTA • Binder • Perrin - Recoules • Bruhat - Bouchaudy • CHM • Sylva Conseil • Élèves BTS SCBH lycée Pierre-Joël Bonté • CEI Bois • IFN • S. Teyssou • Fotolia • France Douglas • J.C. Dupuy • RDL Beaudonnat • Ed. Vial • ENSTIB • CNDB • Metsä Wood • J.C. Bignon • KLH • Pil Architecture • H. Madiot • W. Architectes • B. Alazard • C. Camus • P. Hervouet • J. Damase.

