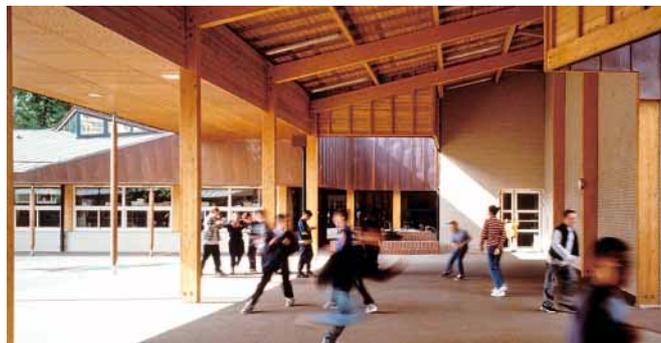




Guide d'orientation environnementale





Aujourd'hui l'approche environnementale des bâtiments est incontournable ; elle suscite un regain d'intérêt pour le bois, matériau renouvelable, écologique par essence. Ce document vise à exposer les atouts environnementaux de l'utilisation du bois dans la construction, et les précautions à prendre pour tirer parti des potentialités de ce matériau.

SOMMAIRE

I - Intérêt environnemental du bois .....	.03
II - Formes et usages du bois .....	.10
1. Les bois massifs .....	.10
2. Les produits dérivés du bois .....	.13
III - Les étapes pour une bonne utilisation du bois : l'intégration des choix concernant le bois dans la démarche HQE ....	.15
IV - 50 questions à propos de l'utilisation des bois dans le bâtiment .....	.18
V - Tableaux .....	.25
VI - Annexes .....	.27
Bibliographie .....	.27
Adresses .....	.27
Sites Internet .....	.29

Ce document a été rédigé par Hubert Pénicaud et GECOB conseil Environnement, sous la direction de Dominique Sellier, chargé de mission de l'ARENE Ile-de-France, et avec le concours de Michel Le Sommer, consultant environnement et de Jean-Claude Guy, responsable formation du CNDB.

Les illustrations sont tirées du fonds de documentation du CNDB.

Photos © CNDB et © ARENE.

I - INTÉRÊT ENVIRONNEMENTAL DU BOIS

L'intérêt pour l'utilisation du bois peut provenir de plusieurs types de motivations :

- ressource renouvelable ;
- ressource de proximité ;
- matériau permettant une bonne intégration architecturale par rapport au patrimoine existant ;
- matériau luttant contre l'accroissement de l'effet de serre ;
- matériau naturel et vivant ;
- matériau sain ;
- matériau chaleureux et confortable ;
- matériau léger ;
- matériau permettant un chantier rapide et à faibles nuisances ;
- matériau et procédés constructifs économiques ;
- matériau résistant aux intempéries ;
- matériau résistant aux agents biologiques ;
- matériau résistant aux dégradations liées à l'usage ;
- matériau favorable à la déconstruction, réutilisable ; ou valorisable en fin de vie.

Toutes ces qualités potentielles sont effectives dans certaines conditions, mais totalement fausses dans d'autres : ce document vise à aider les maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvre à choisir les formes et les usages du bois qui permettent d'en tirer le meilleur parti, dans le cadre d'une démarche de haute qualité environnementale.

Une ressource renouvelable

On appelle ressource renouvelable une ressource qui se renouvelle en une période dont l'échelle de temps est au plus de l'ordre de grandeur de la vie humaine.

Le matériau bois constitue une ressource renouvelable dans la mesure où l'arbre coupé est remplacé par un autre, et la forêt reconstituée. Des exploitations forestières qui dénuderaient le terrain, le livrant à l'érosion et détruisant la couche végétale de manière irréversible n'agiraient pas dans un souci de renouvelabilité de la ressource.

De même, des exploitations forestières de forêts primaires, qui remplaceraient les équilibres écologiques préexistants par des monocultures d'arbres à croissance rapide assureraient un renouvellement de la ressource végétale mais ne permettraient pas de maintenir la biodiversité du milieu forestier.

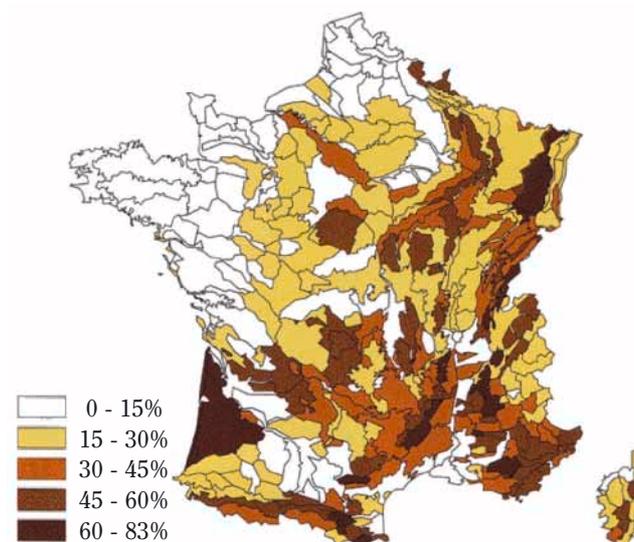
La biodiversité des milieux naturels (cf. définition question n°1) est considérée comme une des grandes richesses du patrimoine commun de l'humanité : les conférences de Rio (92), Helsinki (93) sur la gestion de l'espace forestier européen, rappelées à Johannesburg (2002) l'ont bien souligné.

Des certifications attestent que les bois proviennent de forêts gérées de façon renouvelable. Pour avoir une valeur, ils doivent être attribués par des organismes indépendants (labels FSC, PEFC, précisions, adresses en annexe).

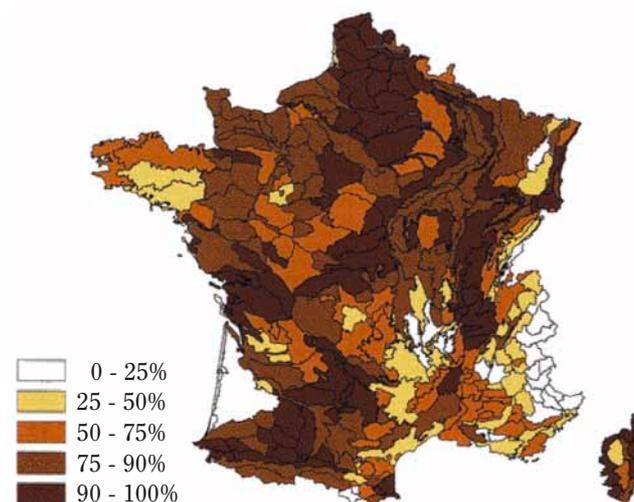
Il y a des ressources en bois dans pratiquement chaque région de France. Néanmoins, les bois utilisés couramment viennent parfois de beaucoup plus loin.

Certaines régions sylvicoles produisent du bois pour toute la France (pin des Landes, douglas du Limousin, sapin des Vosges...).

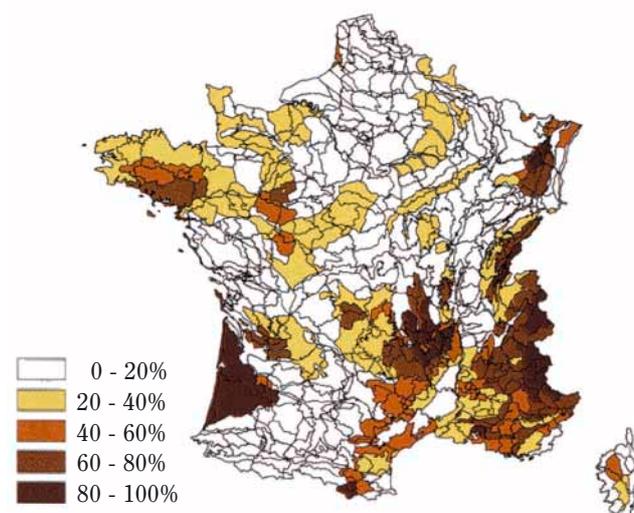
Taux de boisement par région forestière



Part des feuillus



Part des résineux



En outre, en France, près de 20% des bois utilisés sont des bois importés, essentiellement des résineux scandinaves et des bois tropicaux. Dans certains domaines (menuiseries extérieures par exemple) les propriétés et le coût des essences tropicales les font presque systématiquement préférer aux bois indigènes.

Certaines essences existant en France sont importées soit en raison de coûts moins élevés (Europe de l'Est), soit en raison de filières plus structurées, produisant des produits finis à propriétés bien contrôlées (bois du Nord).

Du strict point de vue environnemental, la proximité de la ressource joue sur le transport, et les pollutions liées au transport. Etant donné le peu d'énergie nécessaire à l'élaboration des éléments constructifs en bois, cette énergie liée au transport peut constituer plus de 50% de l'énergie consommée pour la production et la mise en œuvre de ces éléments : c'est le cas notamment pour le lamellé-collé, pour lequel on peut avoir des transports en camion totalisant plus de 2000 km.

Un matériau permettant une bonne intégration architecturale par rapport au patrimoine bâti existant

Le bois est utilisé traditionnellement, en plus ou moins grande quantité, dans la construction des bâtiments dans toutes les régions. Le plus souvent, il s'agit d'une utilisation à l'intérieur, dans les structures ou l'agencement, le bois n'étant visible à l'extérieur que dans les portes et fenêtres, et les débords de toiture.

Dans certaines régions néanmoins, le bois marque fortement l'aspect extérieur des bâtiments : architecture à pans de bois apparents, structure bois d'espaces de grands volume, bardages, balcons.

Le bois a participé à l'ambiance des intérieurs pendant des siècles, il a été le matériau de référence du confort, et sa présence apporte encore une note rassurante de savoir-faire et de tradition.



Un matériau luttant contre l'accroissement de l'effet de serre

Le réchauffement de la planète s'est accéléré ces dernières décennies au-delà de ses fluctuations naturelles, du fait de l'activité humaine, qui entraîne l'émission de gaz à effet de serre. Ces gaz, au premier rang desquels se trouve le dioxyde de carbone (CO₂) sont principalement émis par la combustion liée aux consommations d'énergie fossile (transport, industrie, chauffage).

L'utilisation du bois est plutôt moins consommateur d'énergie que les techniques concurrentes, tant en phase construction (énergie nécessaire pour construire le bâtiment) qu'en phase utilisation (énergie nécessaire pour chauffer et entretenir le bâtiment).

En ce qui concerne l'énergie incluse dans le matériau, la filière bois consomme plutôt moins d'énergie que les filières classiques (béton, maçonnerie de petits éléments de béton ou de terre cuite, ossature acier).

L'ensemble de l'énergie de fabrication des produits à base de bois est variable suivant le type de produit. Elle est couramment de 0,5 kwh/kg (bois massif) à 2 kwh/kg (contreplaqué). La consommation d'énergie est liée notamment à l'étuvage, et aux processus de fabrication des produits dérivés du bois.

A titre de comparaison, le béton consomme environ 0,7 kwh/kg, l'acier 5 kwh/kg, l'aluminium 20 kwh/kg. Par ailleurs, la légèreté des constructions bois offre une plus grande optimisation de la quantité utilisée.

Pour une poutre de 3 m de portée, l'énergie incluse dans le matériau est de 30 kwh pour une poutre bois, 200 kwh pour une poutre en béton, et 400 kwh pour une poutre en acier.

Outre la faible consommation d'énergie de ses filières, le bois comporte un effet bénéfique pour la lutte contre le réchauffement. La matière même dont il est constitué comprend 50% de carbone, ce qui implique, lors de la croissance de l'arbre, la fixation d'une grande quantité de carbone. Ce carbone est précisément pris en majeure partie sur le CO₂ de l'air par photosynthèse. L'arbre stocke donc du carbone, et évite qu'il soit dispersé dans l'atmosphère sous forme de gaz à effet de serre. C'est ainsi que l'on dit parfois que l'Amazonie constitue, avec les océans, le poumon de la planète.

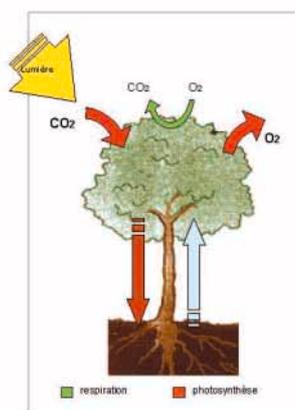


Schéma de la photosynthèse.

A l'échelle d'une forêt non exploitée qui se reconstitue en permanence, il y a un équilibre entre le CO₂ absorbé par la croissance des arbres en phase active, et le rejet de carbone lors de la décomposition des arbres morts. Ce carbone rejeté est en partie infiltré dans le sol, mais essentiellement rejeté sous forme de gaz à effet de serre (CO₂, méthane CH₄).

1 tonne de bois fixe 0,5 tonne de carbone, en absorbant 1,6 tonnes de CO₂ et émet 1,1 tonne d'oxygène O₂.

Si on déforeste sans replanter, on a un accroissement des gaz à effet de serre correspondant à 0,5 tonnes de carbone par tonne de bois non renouvelé.

Si on accroît la masse forestière, on diminue d'autant la production de gaz à effet de serre.

Généralement, on admet qu'1 m³ de bois = 1 tonne de CO₂ absorbé.

En France, la forêt représente 1,9 milliards de m³, correspondant à 600 millions de tonnes de carbone stocké. On ne prélève chaque année que les deux tiers de l'accroissement biologique. Son accroissement annuel net, compte tenu des prélèvements (50 millions de m³/an) est de 30 millions de m³/an, ce qui correspond à la fixation de 10 millions de tonnes de carbone supplémentaire par an.

Un matériau naturel et vivant

Les arbres, organismes vivants par excellence, symboles de vie, confèrent au bois la caractéristique de matériau naturel.

Le bois massif est issu très directement de la matière brute des grumes, des troncs écorcés ; même si pour les produits de transformation du bois, ces transformations et l'ajout de matières complémentaires peuvent atténuer ce caractère "naturel", néanmoins leur filiation depuis l'arbre reste claire.

La construction utilise des produits issus des grumes (troncs d'arbres coupés de leurs racines), qui ne sont plus irrigués par la sève ; aussi le bois de construction n'a-t-il plus aucune croissance. L'arbre est mort, mais ses fibres continuent à renfermer de la matière organique (cellulose) assimilable par des organismes vivants, ce qui implique la possibilité pour le bois d'être décomposé par des parasites (champignons, insectes).

L'utilisation durable du bois passera par la neutralisation de ces actions de dégradation du matériau vivant ; on cherchera généralement à "fossiliser", ou "momifier" le bois. Suivant les essences et les conditions d'utilisation, cette préservation pourra se faire naturellement, ou au contraire requérir des traitements et des adjuvants élaborés.

De même, le bois massif continue à garder l'empreinte de sa période vivante de croissance ; les cernes du bois, les nœuds, le sens du fil, sont autant de témoignage de cette phase ; même si le bois ne vit plus, ses propriétés d'aspect, mais aussi mécaniques, sont influencées par son histoire en période de vie. Ceci entraîne une anisotropie et une non homogénéité des bois, qui contribue à leur charme, mais aussi à une variabilité des propriétés, qui est plutôt considérée comme un handicap dans une optique industrielle et normative.

Un matériau sain

Le bois est un matériau sain : en effet, les bois utilisés dans la construction ne sont a priori aucunement toxiques.

Néanmoins, il faut nuancer ce côté sain du matériau bois sur quatre points :

- les adjuvants utilisés dans certaines applications pour la préservation du bois, sa finition, ou pour obtenir des produits dérivés (avec l'utilisation de colles en particulier) peuvent être fort toxiques ;
- les poussières de bois, en particulier de certains bois durs, si elles sont inhalées, sont cancérigènes. Ceci ne concerne pas l'utilisateur final habitant dans une construction en bois, mais les ouvriers travaillant à la transformation du bois : en atelier, l'aspiration mécanique est obligatoire, avec captation des poussières et copeaux, et filtration de l'air aspiré, afin de limiter la concentration des poussières de bois dans l'ambiance de travail : la valeur moyenne d'exposition est limitée depuis 1997 à $1\text{mg}/\text{m}^3$;
- la filière bois continue à déplorer bon nombre d'accidents du travail, en dépit de progrès considérables réalisés sur les conditions de travail (au moins dans les pays industrialisés) ;
- de même que pour les autres matériaux, une mauvaise mise en œuvre d'éléments constructifs en bois peut avoir des effets sur la qualité sanitaire des bâtiments.

Un matériau chaleureux et confortable

Le bois est considéré comme un matériau chaleureux ; au sens propre du terme, du point de vue thermique, ceci est justifié.

Lorsqu'on s'assied sur un banc en bois, on ne perçoit pas la sensation de froid qu'on peut ressentir en s'asseyant sur un banc en métal, en pierre ou en béton : son effusivité (combinaison de sa conductivité et de sa chaleur volumique) est moindre.

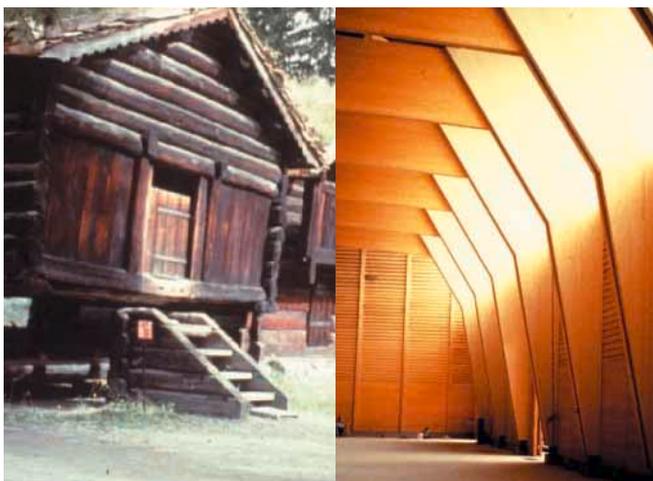
De même, la conductivité du bois, sans atteindre celle des isolants proprement dits (polystyrène, laine minérale, mais aussi liège ou fibres de bois compressées) est relativement faible.

Cette conductivité est d'autant plus faible que les bois sont légers : la légèreté du bois et sa faible conductivité sont toutes deux liées aux nombreuses cellules d'air emprisonnées dans ses cellules.

La conductivité du bois est comprise entre $0,054\text{ w}/\text{m}^\circ\text{C}$ (balsa) et $0,23\text{ w}/\text{m}^\circ\text{C}$ (bois dense type chêne). La plupart des résineux ont une conductivité de l'ordre de $0,12\text{ w}/\text{m}^\circ\text{C}$, alors que le béton a une conductivité de $1,75\text{ w}/\text{m}^\circ\text{C}$, l'acier de $52\text{ w}/\text{m}^\circ\text{C}$, et la laine minérale de $0,04\text{ w}/\text{m}^\circ\text{C}$: un mur en bois massif de 30 cm d'épaisseur isole autant que 10 cm de laine de verre, ce qui permet d'envisager ce type de construction, sans isolant rapporté, même dans le cadre de la RT2000.

Néanmoins, la construction en bois massif est assez rare.

Cette faible conductivité est par contre un atout lorsque le bois est utilisé de façon structurelle dans les parois externes, car elle atténue considérablement les déperditions par les ponts thermiques.



Constructions en bois massif.

Conductivité comparée de matériaux de construction courants	
	($\text{w}/\text{m}^\circ\text{C}$)
aluminium	230
acier	52
granite	3,5
béton	1,75
plâtre	0,5
chêne	0,23
Valeur moyenne du bois	0,12
Sapin épicéa	0,12
liège	0,10
balsa	0,054
Laine minérale	0,040

Bien que les isolants spécifiques aient une conductivité moindre, le bois reste l'exemple du matériau à la fois chaleureux et ferme (ni compressible ni effritable). Par ailleurs, ses finitions lui permettent une douceur de toucher très agréable, et participent à une qualité d'ambiance confortable.

Une autre qualité de la construction en bois, est liée à la non perturbation des champs électromagnétiques, contrairement à la plupart des autres matériaux : ces propriétés font souvent adopter les procédés constructifs en bois pour les centres d'IRM, les laboratoires...

Un matériau léger

Pour un matériau structurel, le bois est très léger. Suivant les essences, la densité du bois brut est comprise entre 0,40 (masse volumique 400 kg/m³) pour des bois tels que le peuplier ou le western red cedar, et 1,1 (masse volumique 1100 kg/m³) pour l'azobé ou l'ipé.

Le caractère linéaire de sa structure le rend particulièrement efficace lorsque les contraintes s'exercent dans le sens des fibres : le bois structurel permet des ouvrages particulièrement légers.

Ainsi, une poutre de 3 mètres de portée capable de supporter 20 tonnes pèse 60 kg en épicea, 80 kg en acier et 300 kg en béton armé.

Un matériau permettant des chantiers rapides et à faibles nuisances

La construction bois est une construction à sec. Ceci limite tous les risques de pollution des rivières, des nappes ou des sols liés aux infiltrations d'eau issues du chantier. En outre, on évite le temps d'attente pour séchage sur le chantier comme dans une filière béton classique.

Le plus souvent, le chantier est juste le lieu du montage ou de l'assemblage de composants réalisés en usine ou en atelier. Le montage d'une maison à ossature bois standard peut s'effectuer en une semaine.



Montage de maison ossature bois.

Ceci est particulièrement intéressant vis à vis des conditions de travail des travailleurs, et permet un meilleur contrôle de la production ; combiné à la légèreté des techniques bois, cela autorise une préfabrication poussée dans tous les cas où la construction sur site doit être limitée à un minimum (climat rigoureux, nuisances de proximité).

Néanmoins, le plus souvent, le bois n'est utilisé qu'en superstructure posée sur un socle en béton : la réalisation de cette plateforme reste alors l'intervention la plus longue sur le site.

En ce qui concerne les nuisances sonores, le type d'assemblage conditionne leur intensité : des assemblages cloués sont généralement plus bruyants à réaliser que des assemblages boulonnés ou vissés.

Par contre, si le chantier est rapide, le cheminement complet du matériau peut être relativement long : de la coupe du bois en forêt, au sciage, au séchage (naturel ou artificiel), aux usinages, aux traitements voire aux transformations éventuelles en produits dérivés, puis en composants ou éléments constructifs assemblés.

Matériau et procédés constructifs économiques

Le bois est une matière première abondante, présente sur une grande partie du monde. Les différentes essences permettent de fournir dans beaucoup de pays, y compris en France, une matière première relativement peu chère.

Néanmoins, toutes les essences ne sont pas également disponibles. Certaines essences aux qualités particulières peuvent être onéreuses (essences exotiques, teck ou jatoba, mais aussi essences indigènes telles que noyer ou merisier).

En outre, le bois subit toute une série de transformations : la part de la matière première bois dans le prix d'une charpente peut rester prédominante dans une charpente simple en bois brut ; elle est augmentée de la part de la transformation pour des produits élaborés tels que les contreplaqués ou lamellés-collés ; elle devient minime devant le coût du façonnage et de la mise en œuvre quand il s'agit de réalisation de fenêtres ou d'escaliers.

La diversité des formes du bois et de ses produits dérivés permet d'utiliser ce matériau dans de nombreux usages ; pour des usages structurels (charpente, ossature bois), le bois est souvent une solution économique ; en revêtement intérieur (parquets, panneaux, habillages), le bois ou ses produits dérivés offrent également des solutions intéressantes ; pour la peau extérieure, le bois fournit des menuiseries ou des bardages à des prix compétitifs.

Globalement, en France, la filière bois peut fournir 30 à 50% de la valeur ajoutée d'un bâtiment à des prix concurrentiels par rapport aux autres matériaux.

Etant donnée la diversité des formes du matériau, on trouvera des filières adaptées aux différentes formes d'économie :

- pour les économies où le coût de la main d'œuvre n'est pas trop important (pays en développement, secteur de l'économie solidaire), on utilisera des procédés à base de bois bruts, peu transformés, donc une matière première peu chère ;
- pour les pays industrialisés, on utilisera des composants fabriqués en usine ou standardisés, facilitant la mise en œuvre, et des produits dérivés du bois permettant de valoriser des essences très bon marché et des chutes de bois de faibles dimensions.

Il va de soi, par ailleurs, que certaines utilisations du bois peuvent être très onéreuses. En décoration intérieure notamment, l'utilisation d'essences précieuses, ou la réalisation d'ouvrages ressortant plus de l'ébénisterie ou de la marqueterie que du bâtiment vont impliquer des coûts élevés.

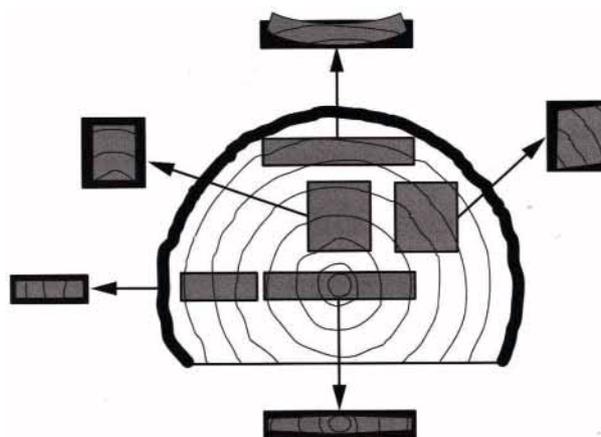


Schéma retrait des bois.

Matériau résistant aux intempéries, humidité, température

Le bois subit des modifications physiques sous l'effet principalement de l'humidité et du rayonnement U.V.

Le bois est toujours en équilibre hygroscopique avec son milieu ambiant : aussi son humidité va subir des variations saisonnières ; en France métropolitaine, cette humidité va varier entre 13% et 19% en extérieur et 12% et 7% en intérieur chauffé. Sous l'effet de ces variations, le bois "joue", c'est-à-dire qu'il passe par des phases de retrait et de gonflement. L'importance de ces déformations va dépendre de l'essence (fort pour le chêne, moyen pour la plupart des résineux, faible pour l'iroko ou le red cedar), mais également de la direction par rapport au fil du bois (le retrait axial, dans le sens des fibres du bois est quasiment nul, le retrait tangentiel est deux fois plus important que le retrait radial).

Les variations de température (notamment sur une façade sombre exposée au soleil) accentuent les variations d'humidité relative. Ces déformations peuvent compromettre l'utilisation de l'ouvrage (par exemple l'étanchéité d'une menuiserie) ou son aspect (déformation de clins en bardage extérieur).

Dans les produits dérivés du bois, on retrouve souvent une certaine isotropie du matériau, qui limite les effets déformants, mais un problème complémentaire réside dans la tenue inégale des colles à l'humidité (les colles urée formol ou polyuréthane sont en général moins résistantes à l'humidité que les colles résorcine ou formo-phénoliques). La résistance dépend du type de panneau : aucun panneau de particules ne peut réellement résister en conditions d'humidification prolongée, alors que l'utilisation des panneaux de contreplaqué est envisageable en extérieur (certification NF extérieur CTB-X).



Bois grisé naturel.

Le rayonnement solaire U.V. agit surtout en extérieur (la plupart des vitrages ne le transmette guère). Il détruit par photo-décomposition la lignine des cellules situées en surface du bois (sur quelques centièmes de mm) et cause la décoloration du bois brut non protégé, qui perd sa couleur d'origine pour prendre une teinte gris-argentée : ce vieillissement peut donner des effets architecturaux intéressants. Néanmoins, il se manifeste de façon progressive et non homogène, les parties abritées (sous un débord de toit, un appui de fenêtre) ou les parties au nord (recevant moins de rayonnement solaire) pouvant mettre 5 ans à se stabiliser, au lieu de 2 pour les parties les plus exposées.

Même si ces actions physiques liées à l'humidité ou aux U.V. ne compromettent pas directement la durabilité du matériau bois, si ce n'est superficiellement, on préfère le plus souvent s'en prémunir en protégeant les bois par une finition.

Ces finitions sont de plusieurs types : huiles, lasures, vernis ou peintures.

Mais, alors qu'un bois brut grise mais ne nécessite aucun entretien, ces finitions nécessitent un entretien régulier. Sur les façades les plus exposées aux intempéries (façades sud-ouest) la durée de vie moyenne des finitions disponibles aujourd'hui est de l'ordre d'un an pour des huiles de lin (plutôt utilisées en intérieur), 3 à 5 ans pour des vernis ou des lasures, 7 à 10 ans pour les peintures opaques, dont l'opacité est un atout primordial contre les U.V.

Du point de vue environnemental, si les huiles de lin présentent un caractère naturel séduisant, néanmoins elles sont souvent additionnées de siccatifs ou d'épaississants (phénols). Les lasures sont des composés à base de résines associées à des solvants (alkyde ou alkyde-uréthane avec solvant organique, acryliques en phase aqueuse) ; elles se dégradent par érosion, mais sans écaillage, ce qui facilite la réfection.

Les vernis sont composés de résines (alkyde, acrylique, urée-formol, époxy, polyuréthane, vinylique) en solution ou en dispersion dans des solvants (solvant organique ou eau). Ce sont des produits filmogènes, qui s'écaillent lorsqu'ils se dégradent.

Les peintures sont composées également de résines en phase solvant ou aqueuse, auxquelles sont ajoutées des pigments de couleurs.

De la diversité des résines, des solvants et des pigments, il résulte que les caractéristiques de ces produits, et leurs effets environnementaux sont très variés.

Pour les lasures, vernis et peintures, il existe une norme NF Environnement, qui permet de guider dans le choix des produits. On rappelle néanmoins que dans bien des cas d'exposition, avec un choix d'essence approprié, ces finitions ne sont pas indispensables, dans la mesure où en extérieur on accepte des variations de teinte.

Matériau résistant aux agents biologiques

Le bois, matériau d'origine vivante, est biodégradable sous l'action d'un certain nombre d'agents biologiques. Différents organismes, insectes ou champignons, sont capables de l'altérer. La nature, l'importance et le développement de ces attaques dépendent essentiellement de l'essence, l'humidité du bois, la température et le milieu environnant. Ces dégradations sont soit d'ordre esthétique (bleuissement, moisissure...) soit d'ordre structurel (galeries, pourriture...).

Les agents biologiques de dégradation des bois sont :

- les champignons ;
- les coléoptères à larves xylophages : capricornes, hespérophanes, petite et grosse vrillettes, lyctus ;
- les termites ;
- les térébrants marins.

Les risques d'attaque dépendent :

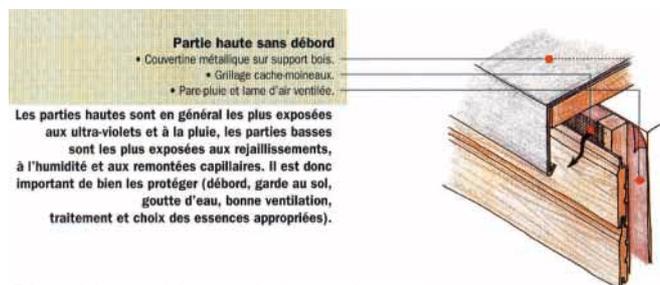
- de la qualité du bois (essence, partie de l'arbre, aubier ou duramen), qui conditionne sa durabilité naturelle ;
- de l'exposition du bois à l'humidité, suivant la partie de la construction où il est utilisé.

Si la durabilité naturelle des bois est insuffisante par rapport aux risques de dégradation, on peut préconiser un traitement de préservation.

Ce traitement est le plus souvent chimique, parfois thermique. Ce traitement est le plus souvent superficiel, sur 3 ou 4 mm (classes de risque, 1, 2, voire 3), mais peut parfois intéresser la masse pour certaines applications (classe de risque biologique 4). Ces traitements chimiques sont réalisés à base de produits biocides, dont la toxicité n'est pas toujours nulle pour l'homme.

Aussi, la première mesure à prendre pour une construction environnementale, est de diminuer la nécessité de traitement chimique par des dispositions architecturales limitant les risques

d'humidification du matériau bois et le choix d'essences adaptées à chaque partie de l'ouvrage. En effet, le risque d'attaque par les champignons comme par les insectes xylophages est considérablement diminué, voire supprimé lorsque les bois restent secs.



Disposition architecturale (exemple).

On prendra des dispositions au niveau de la construction pour assurer que les éléments en bois soient le moins possible humidifiés, et que des éléments qui auraient été mouillés puissent sécher rapidement.

On distingue 5 classes de risque d'attaque biologique des bois, en fonction de leur exposition à l'humidité, en ordre de risque croissant (selon la norme EN 335).

Lorsqu'une classe de risque a été déterminée pour un ouvrage, il faut vérifier dans quelle mesure, et éventuellement avec quel traitement, l'essence choisie permet l'accession à cette classe de risques.

Quelle que soit la classe d'exposition, il existe des essences naturellement résistantes, y compris contre les termites en classe 4, et y compris contre les organismes marins en classe 5.

Il faut en dernier ressort s'interroger sur les spécificités du traitement qui va être appliqué en fonction des caractéristiques de l'essence : type de produit de préservation et procédé de traitement.

Les procédés de traitement préventifs utilisés sont le trempage et l'imprégnation en autoclave.

Le trempage court ne permet une imprégnation périphérique du bois par capillarité que sur 3 à 4 mm en pénétration latérale. Les produits peuvent être seulement insecticides (classe de risques 1), ou insecticides et fongicides (classe de risques 2 et 3A).

Zone vulnérable	Humidité des bois	Risques d'humidification	Agents biologiques d'altération		Classe de risques
			Insectes	Champignons	
0 à 3 mm	Toujours inférieur à 18%	Aucun	Insectes à larves et termites	-	1
0 à 3 mm	Parfois supérieur à 20%	Occasionnels	Insectes à larves et termites	Pourritures superficielles et occasionnelles à virulence faible	2
0 à 3 mm	Fréquemment supérieure à 20%	Fréquents sans stagnation d'eau	Insectes à larves et termites	Pourritures superficielles et faiblement actives	3A
6 mm et plus en latéral et jusqu'à 30 à 50 mm en bois de bout et dans les assemblages	Fréquemment supérieure à 20%	Fréquents avec stagnation d'eau	Insectes à larves et termites	Pourritures plus significatives, virulence modérée à forte	3B
Tout le volume du bois (au minimum sur une partie des pièces)	Supérieure à 20% en permanence ou sur de longues périodes	Permanents avec rétention ou stagnation d'eau	Insectes à larves et termites	Pourritures profondes à forte virulence, pourriture molle	4
Tout le volume du bois	Supérieure à 20% en permanence	Permanents	Térébrants marins dans les parties immergées	Pourritures profondes à forte virulence, pourriture molle	5

Tableau des classes de risque biologique.

Le principe du traitement en autoclave consiste à remplir de produit les cellules du bois jusqu'à saturation complète des zones imprégnables. Ce procédé permet un traitement des bois imprégnables, et peut être adapté à toutes les classes de risque. Son efficacité dépend de la durée de chaque phase, des pressions employées, de la nature et de la concentration des produits de traitement, et bien sûr, de l'imprégnabilité de l'essence.

L'imprégnabilité traduit la capacité de pénétration et de circulation des liquides dans le bois. Elle est extrêmement variable selon les essences, la zone de bois concernée (aubier ou duramen), le sens de circulation (parallèle ou perpendiculaire au fil du bois) et même parfois, pour une essence donnée, selon la provenance et les conditions de croissance. Le duramen des zones à aubier différencié n'est pas imprégnable, même en autoclave.

Les produits de traitement doivent bien sûr être efficaces, mais en même temps ne pas présenter de risque sanitaire rédhibitoire. C'est pour cette raison que des produits tels que le lindane ou le pentachlorophénol ne sont plus utilisés aujourd'hui.

Des dérivés de goudron tels que la créosote étaient utilisés traditionnellement pour protéger de la pourriture mais leur nocivité interdit leur utilisation pour les habitations et pour les bois en contact probable avec les denrées alimentaires ou la peau.

Les produits les plus utilisés pour le trempage (imprégnation superficielle) sont des produits hydrodispersibles, qui ont généralement remplacé les produits à solvants pétroliers.

Pour le traitement en autoclave (imprégnation profonde), on utilise des sels hydrosolubles : les compositions les plus fréquentes en France sont les sels CCA (cuivre, chrome, arsenic) et CCB (cuivre, chrome, bore) ou CCF (cuivre, chrome, fluor). Ils ne sont pas néanmoins à l'abri de tout reproche. Une prochaine réglementation européenne va préciser leurs conditions d'utilisation, notamment pour les bois en contact avec l'homme. Les CCA, actuellement très utilisés en France, sont déjà interdits dans certains pays européens ; en France leur usage a été limité pour les jeux d'enfants.

Ils sont peu à peu remplacés par des sels non fixants à base de cuivre et de bore ainsi que des produits mixtes qui associent des composés métalliques (cuivre, bore) à des molécules de synthèse ayant pour fonction soit de les fixer soit d'en étendre le spectre d'efficacité (azoles, perméthrine et cyperméthrine). Il existe des produits de traitement sans chrome ni arsenic offrant une protection satisfaisante en classe de risque 4.

Dans certains cas, le traitement thermique des bois offre une alternative au traitement chimique, permettant d'utiliser des essences naturellement peu durables. Ce traitement est appliqué sur des bois de faible épaisseur (20 à 50 mm), que l'on porte à une température de l'ordre de 200° à 250°C.

Les bois ainsi traités ont en outre une dureté et une stabilité dimensionnelle améliorées, mais une plus grande fragilité (diminution de certaines caractéristiques mécaniques : flexion, cisaillement, chocs) et une teinte du bois plus foncée.

Matériau résistant aux dégradations liées à l'usage

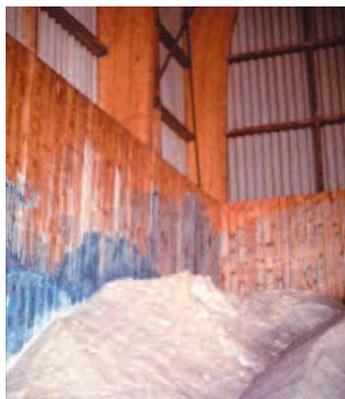
Les bois sont plus ou moins résistants à l'usure, les bois denses et durs (chêne, ipé) étant beaucoup plus résistants que les bois légers et tendres (épicéa, red cedar, peuplier). Dans toutes les applications où les bois sont soumis à des contraintes d'usure (sols, escaliers), on privilégiera les essences de dureté élevée.

Les dégradations plus ou moins volontaires ou accidentelles du bois peuvent être aisément réparées par des moyens simples (rebouchage, ponçage, remise en peinture), permettant de prolonger la durée des éléments constructifs endommagés.

Le bois est un matériau combustible. Le bois et les matériaux dérivés sont classés, en fonction de leur nature ou de leur épaisseur en classe M4 ou M3 (facilement combustible). Les bois massifs et certains panneaux dérivés du bois sont ignifugés dans la masse par adjonction de sels, et peuvent obtenir un classement M2 ou M1 (traitement par autoclave avec des sels de boues).

Par contre, lors de la combustion d'une charpente, les couches superficielles sont brûlées, mais le cœur de la poutre, grâce aux propriétés isolantes du bois et à sa teneur en eau, reste intact et continue à assurer sa fonction portante, et la stabilité au feu de l'ensemble est généralement assurée plus longtemps qu'avec des structures béton ou acier non protégées.

Les bois sont généralement bien résistants aux atmosphères agressives (atmosphères salines en climat maritime, ambiances chlorées...).



Bois utilisé dans le stockage du sel.

Le bois en utilisation intérieure (ou non exposée au UV et à la pluie) ne demande guère d'entretien. S'il est sûr que le bois est un matériau qui demande le plus souvent un entretien régulier si on veut l'utiliser en extérieur, il est vrai également que cet entretien est relativement facile à effectuer : dans les pays où la construction en bois est fortement développée (Amérique du Nord, Europe du Nord), il est considéré comme faisant partie intégrante du mode de vie, dans un entretien courant.

Un matériau facilitant la déconstruction, réutilisable ou valorisable en fin de vie

La construction bois est le plus souvent une construction d'assemblage. Ces assemblages mécaniques, le plus souvent réalisés par des pièces métalliques (du clou au gousset) permettent un démontage des constructions, plus ou moins aisé suivant le mode d'assemblage ; le matériau bois se prête donc souvent bien à la déconstruction (préférable à la démolition).

Les composants bois encore en bon état peuvent *a priori* être récupérés et réutilisés.

En principe, des déchets de démolition bois pourraient être recyclés en utilisation pour des produits dérivés du bois (produits de trituration pour le bâtiment, voire pour d'autres industries).

Actuellement, les déchets de bois sont plutôt orientés vers les filières de valorisation énergétique : leur incinération permet de récupérer l'énergie solaire emmagasinée par photosynthèse lors de la croissance de l'arbre. Le carbone stocké pendant cette phase est alors rejeté dans l'atmosphère sous forme de CO₂.

Cette combustion peut par contre relâcher dans l'atmosphère des métaux lourds ou des produits organochlorés introduits dans le bois par le traitement insecticide, dans les pigments de ses finitions, ou dans les colles ou adjuvants entrant dans la composition des produits dérivés : de tels déchets de bois sont à classer en déchets industriels spéciaux (D.I.S.), et ne peuvent être incinérés que dans des installations équipées de systèmes de filtration adaptés.

II - FORMES ET USAGES DU BOIS

Le bois, aussi simple et naturel qu'il puisse sembler, se décline en fait en toute une diversité de produits. Déjà, les bois bruts sont utilisés dans des usages et des formes variés, mais les produits dérivés du bois sont de plus en plus nombreux.

A cela s'ajoute la diversité des essences et des catégories de bois.

Deux grands types peuvent être identifiés :

- les bois massifs ;
- les produits dérivés du bois.

1. LES BOIS MASSIFS

Suivant leur usage, les bois sont façonnés en des formes diverses : les grandes familles d'utilisation dans le bâtiment sont les bois :

- de structure et de charpente ;
- d'ossature légère (maison à ossature bois, cloisonnement) ;
- de revêtements extérieurs ;
- d'habillage intérieur d'huisseries extérieures ;
- d'huisseries internes ;
- de sols extérieurs ;
- de sols intérieurs ;
- d'escaliers, mains-courantes, rambardes ;
- utilisés en phase chantier (coffrages, palettes...).

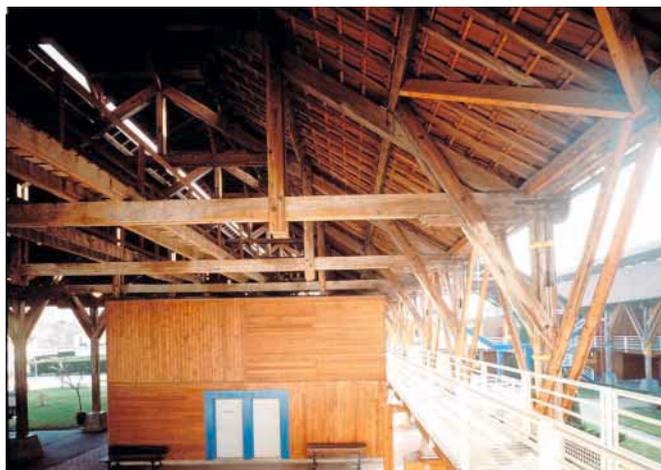
Les bois de structure et de charpente

En structure traditionnelle, poteaux, poutres, solives sont constitués de madriers ou de bastaings, de section carrée ou le plus souvent rectangulaire (pour augmenter l'inertie des poutres).

Le fût de l'arbre étant de forme circulaire et conique à l'origine, si on ne veut pas couper les fibres du bois, il vaut mieux garder le tronc complet (comme pour les poteaux télégraphiques) : les propriétés mécaniques de la pièce sont nettement accrues ; par contre, les assemblages nécessitent une adaptation à cette forme.

En charpente traditionnelle, on retrouve les mêmes types de sections pour constituer les différentes pièces des fermes (arbalétriers, entrait, poinçons, contre-fiches), et les pannes. Les spécificités et les traditions locales ont donné naissance à toute une variété de pièces de charpente et d'assemblages (assemblages traditionnels tout bois, y compris chevilles en bois dur, souvent aujourd'hui avec renforcement par pièces métalliques – du simple boulonnage aux ferrures les plus sophistiqués).

Pour certaines formes de toiture (ferme Polonceau) on utilise des planches clouées (on l'appelle parfois lamellé-cloué par analogie avec le lamellé-collé), permettant de constituer la forme galbée spécifique de la toiture par une pièce de bois continue.



Charpente traditionnelle.

Suivant les types de couverture, on utilise, supportés par des chevrons (avec éventuel double chevronnage) ménageant une lame d'air ventilée, des voliges ou des liteaux.

Dans ces utilisations, la classe de risque biologique est 2.

Pour constituer des poutres de longue portée, on aura souvent recours soit aux produits dérivés du bois (lamellé-collé, lamibois, Parallam), soit à des poutres composées (poutres en treillis tout en bois, poutres à âme mince en contreplaqué, lamibois, OSB (Oriented strand Board) ou fibres dures, poutres triangulées bois-métal ou poutres à âme pleine métallique).

Les bois d'ossature légère

La maison ossature bois s'est développée dans le nord de l'Europe et de l'Amérique sur la base d'ossatures très légères aux potelets disposés tous les 40 à 60 cm, fixés entre lisses basse et haute.

Ces murs sont contreventés soit par des pièces obliques, soit le plus souvent par un panneau de contreplaqué ou d'OSB.

Ce type de structure permet de valoriser des bois de faible section, et de réaliser des maisons individuelles ou des petits collectifs à partir d'éléments très simples, assez standardisés, et tous aisément portables et manipulables à la main.

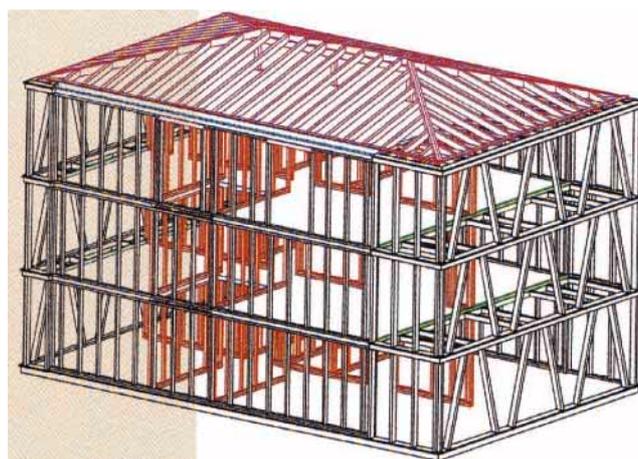


Schéma en écorché de maison à ossature bois.

Souvent, des murs entiers ainsi constitués sont déjà montés en atelier et portés directement sur le chantier ; on peut y intégrer à l'avance les menuiseries, l'isolation, les fourreaux électriques et les parements. Les assemblages se font par clouage.

La fermette est le mode de charpente correspondant à la même logique que la maison à ossature bois : les pièces de faible section sont reliées par connecteurs métalliques, et l'ensemble triangulé arrive directement sur le chantier. Les fermettes espacées en général de 60 cm, jouent à la fois le rôle de charpente et de chevrons.

L'ossature de doublage ou de cloisonnement est encore plus simple que l'ossature bois : fixées au mur, ou entre sol et plafond, entre lisses basse et haute, elles sont destinées à recevoir les parements, en bois ou produits dérivés du bois, mais aussi en plaques de plâtre, qui seront clouées, vissées ou agrafées.

Dans ces utilisations, on est généralement en classe de risque biologique 2.

Les bois de revêtements extérieurs

Le bois est utilisé traditionnellement en revêtement extérieur aussi bien en parois verticales qu'en toiture.

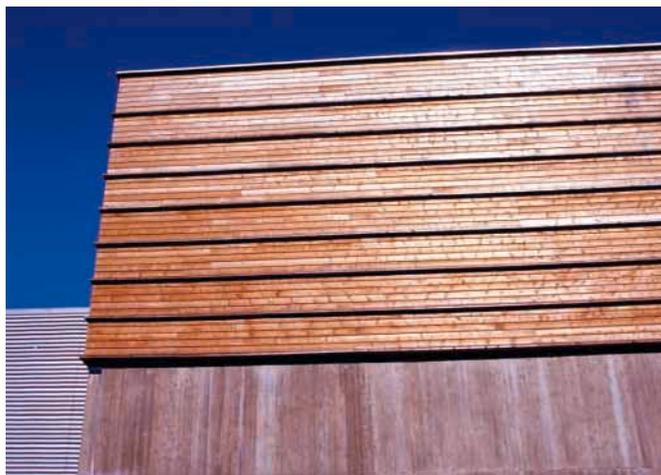
En parois verticales, la construction en rondins de bois, en dépit de son ancienneté, a inspiré des utilisations modernes : le bois massif constitue la structure et la substance même du mur.

L'étanchéité de ces constructions doit être renforcée avec soin.

Le plus souvent néanmoins, le bois est utilisé sous forme de planches formant bardage, soit entre les poteaux apparents de la structure, soit surtout en peau extérieure enveloppant la structure.

La ventilation de la face arrière de ces bardages est essentielle.

Le douglas, le mélèze ou le red cedar par exemple sont souvent utilisés dans ces applications.



Bardage.



Tavaillons.

On trouve des toitures traditionnelles en petits éléments de bois (tavaillons d'épicéa ou de red cedar, bardeaux de châtaigner), posés à recouvrement. Ces toitures présentent une très bonne durabilité, surtout si les bardeaux sont fendus plutôt que sciés, dans la mesure où ils sont bien ventilés, sans stagnation d'humidité.

Dans ces utilisations, on est généralement en classe de risque biologique 3.

Les bois d'habillage intérieur

Le bois est utilisé traditionnellement sous forme de planches en agencement intérieur, en revêtement de doublage. Dans ces applications, il est aujourd'hui de plus en plus concurrencé par les produits dérivés du bois (contreplaqué, medium...), voire par les plaques de plâtre, ces produits présentant l'avantage d'être présentés en panneaux de grandes dimensions (plus d'un mètre de large et en hauteur d'étage), ce qui facilite beaucoup leur mise en œuvre.

Les planches de bois utilisées peuvent aller jusqu'à 20 cm de large au maximum ; en outre, dès qu'on est dans des grandes largeurs (dépassant les 7 à 10 cm de la "frisette" usuelle), le jeu du bois en fonction des variations de chaleur ou d'humidité peut amener à des déformations importantes, dépendant de l'épaisseur et des essences.



Dans ces utilisations, on est généralement en classe de risque biologique 1.

Les bois d'huisseries extérieures

Le bois est toujours très utilisé en menuiseries extérieures (plus du tiers du marché). On utilise des bois stables, aux faibles variations dimensionnelles, essentiellement des bois exotiques. On peut utiliser aussi la technique des carrelats lamellés aboutés, permettant d'utiliser du chêne ou du pin.

Les profilés sont multiples, et, combinés aux joints souples (néoprène) offrent une excellente étanchéité à l'eau et à l'air, et évitent toute stagnation d'eau dans les assemblages. On utilise parfois le bois combiné à l'aluminium en capotage extérieur ; le bois apporte ses qualités thermiques et d'aspect intérieur, le capotage aluminium évitant l'entretien.

Dans ces utilisations, on est généralement en classe de risque biologique 3.

Les bois d'huisseries intérieures

Les huisseries intérieures, traditionnellement en bois (portes à caissons), sont aujourd'hui le plus souvent obtenues à partir de produits dérivés du bois (portes isoplanes, dont seul le bâti reste en bois massif) ; le dormant des huisseries est soit en bois, soit en acier. La stabilité dimensionnelle est là encore une des caractéristiques déterminantes du choix des essences.

Dans ces utilisations, on est généralement en classe de risque biologique 1.

Les bois de sols extérieurs

Si on veut une certaine durabilité, les bois de sols extérieurs sont généralement des bois durs, du chêne ou des bois exotiques, mais aussi du pin traité en autoclave. Ils doivent bien résister à l'usure. Ils doivent résister aux attaques biologiques tout en étant souvent en humidité permanente ou au contact du sol (classe de risque biologique 4). Un paramètre important est la glissance de ces sols, qui peut les rendre impraticables par temps de pluie ou de gel. Les sols sont le plus souvent disposés en lattes rainurées, avec inclusion éventuelle de bandes d'adhérence (corindon).



Platelage.

Les bois de sols intérieurs

La dureté des bois est aussi un caractère important, mais moins déterminant. Par contre, la stabilité dimensionnelle des bois et leur aspect (et donc les finitions possibles) font partie des critères de choix : on a des planches de relativement faibles dimensions, dont la cohésion est assurée par rainures et languettes. La pose traditionnelle de plancher bois sur solives ou sur lambourdes laisse de plus en plus le pas à des sols en matériaux dérivés du bois, qui permettent des poses plus rapides avec l'assurance d'une excellente stabilité dimensionnelle (parquet mosaïque, parquet flottant). Dans ces utilisations, on est généralement en classe de risque biologique 1 ou 2.

Les bois d'escaliers, mains-courantes, rambardes

Les bois d'escaliers ont les mêmes exigences que les bois de sols (dureté, aspect, finitions et stabilité dimensionnelle). Escaliers, comme rambardes ou mains-courantes sont souvent assez ouvragés, ce qui amène à privilégier des bois qui se travaillent aisément tels que le chêne, le châtaigner, l'iroko, le moabi, le merbau, le sipo.

Suivant leur situation plus ou moins abritées, les classes d'exposition sont très variables.



Les bois utilisés en phase chantier (coffrages, palettes...)

Même sur le chantier d'un bâtiment construit essentiellement en béton, l'utilisation du bois est abondante.

Le bois est abondamment utilisé pour les coffrages, les étais, les cales, les caissons de réservation : sa facilité de mise en œuvre et son faible coût en font un matériau universel d'adaptation. Pour les banches, on utilise de plus en plus des matériaux surfacés dérivés du bois dont le coût plus élevé est amorti du fait de la réutilisation, alors que le bois est généralement jeté dès le premier usage.

Si les échafaudages en bois ne sont plus guère utilisés en France, ils donnent d'excellents résultats dans d'autres pays.

Le conditionnement des matériaux fait également largement appel au bois, en particulier sous formes de palettes. Là encore, même si les bois utilisés proviennent d'essences peu chères (pin), des progrès sont à faire pour systématiser leur réutilisation.



Coffrages en bois.

2. LES PRODUITS DÉRIVÉS DU BOIS



Particules.



Contreplaqué.

La fabrication de produits dérivés du bois a également pour but d'exploiter les petits bois de coupes d'éclaircie et de valoriser des bois de qualité médiocre ou des déchets de scierie, inutilisables autrement.

On distingue quatre grandes familles de produits dérivés du bois (cf. N°1 de la revue "détails bois" éditée par le CNDB) :

- matériaux dérivés du sciage (bois massif reconstitué) ;
- matériaux dérivés du déroulage et du tranchage du bois ;
- matériaux dérivés de la trituration ;
- produits composites, où le bois est intégré avec d'autres matériaux organiques ou non.



Panneau de fibres.



Lamibois.



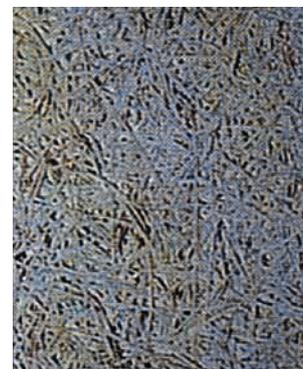
Lamelles longues.

Les produits dérivés du bois ont pour but de palier à certaines limitations du bois massif :

- Limitations dimensionnelles, concernant :
 - la longueur des pièces (poutres), ainsi que leurs sections ;
 - la largeur des planches, qui ne peuvent guère constituer de réels panneaux.
- Limitations techniques liées aux caractéristiques non homogènes du bois :
 - anisotropie, comportement différent suivant le sens des fibres, la direction radiale et la direction tangentielle du tronc ;
 - comportement différent d'un arbre à l'autre ou d'une zone à l'autre d'un même tronc ;
 - caractéristiques non stables dans le temps, variant avec l'humidité, la température...



Particules orientées.



Liants hydrauliques.

Matériaux dérivés du sciage (bois massif reconstitué)

Le lamellé-collé est obtenu par aboutage et collage de lamelles de bois. Il permet de façonner des poutres compactes de forte inertie et de grande longueur, franchissant ainsi de grandes portées.

Les panneaux sont obtenus comme le lamellé collé par aboutage et collage de lamelles de bois, pour constituer un matériau sous forme de panneaux larges et de bonne stabilité dimensionnelle. Les lamelles font toute l'épaisseur du panneau.

Les carrelats lamellés aboutés rassemblent par contre-collage deux ou trois lamelles pour fournir des profilés de menuiseries particulièrement stables.

Les multiplis sont des panneaux constitués de 3 à 5 couches minces de lamelles de bois, collées entre elles perpendiculairement les unes aux autres. Ils reprennent un peu les caractéristiques et utilisations des contreplaqués.

Matériaux dérivés du déroulage et du tranchage du bois

Les panneaux contreplaqués sont constitués d'un nombre impair de placages (pour un comportement symétrique du panneau) ; les fibres de chaque placage sont orientées perpendiculairement à celles des placages voisins, afin de constituer des panneaux aux propriétés homogènes dans les deux directions.

Les lamibois (ou LVL, pour Laminated Veneer Lumber) sont obtenus par collage de placages dont toutes les fibres sont orientées dans le même sens, afin de constituer par pressage en continu des poutres élancées.

D'autres produits constituent des éléments structurels voisins du lamibois, en collant non plus des placages, mais des lamelles minces orientées dans le même sens :

- en utilisant des chutes de déroulage, ou des placages obtenus par déroulage de petit bois, (Parallam) ;
- en utilisant des lamelles tranchées et redécoupées (Intrallam, aussi utilisé en panneaux).

Les panneaux à lamelles orientées (OSB pour Oriented strand Board) sont obtenus par collage de trois couches perpendiculaires les unes aux autres de lamelles courtes issues du tranchage (N.B : malgré son nom, le Triply est un OSB et non un multiplis).

Matériaux dérivés de la trituration

Les panneaux de particules, ou agglomérés, sont obtenus par collage et pressage de copeaux et de particules obtenues par broyage et déchiquetage des chutes de scieries.

Les panneaux de fibres utilisent les fibres obtenues par broyage puis feutrage des bois.

Les panneaux de fibres tendres (marque Isorel notamment) sont obtenus par pressage sans adjonction de liant.

Les panneaux de fibres de moyenne densité (ou MDF, pour Medium Density Fiberboard) ont une structure homogène et fine facilitant l'usinage.

Les panneaux de fibres à liant hydraulique (ciment, chaux) existent en fibres longues (fibragglos) ou courtes, et se caractérisent par leurs propriétés acoustiques et coupe-feu.

Produits composites faisant intervenir le bois

Le bois intervient dans de nombreux produits, dont il est difficile ici de dresser un inventaire.

Néanmoins, quelques familles de produits où le bois joue un rôle important peuvent être retenues :

- les éléments de structure composés bois-métal ;
- les planchers collaborants bois-béton ;
- les stratifiés, où des panneaux à base de bois sont revêtus de couches de finition diverses (résines mélamines) par exemple. Dans d'autres produits, le bois n'est plus qu'un souvenir lointain : on utilise la cellulose issue du bois :
- les papiers peints muraux, à base de cellulose ;
- les panneaux de cellulose et résine, qui reçoivent souvent une finition "décor bois" imprimée sur papier ;
- les isolants thermiques à base de fibres de cellulose, en vrac ou en panneaux ;
- les panneaux absorbants acoustiques de faux plafond, à base de cellulose compressée.



III - LES ÉTAPES POUR UNE BONNE UTILISATION DU BOIS : L'INTÉGRATION DES CHOIX CONCERNANT LE BOIS DANS LA DÉMARCHE HQE

Une approche volontaire

Il n'y a pas aujourd'hui en France de législation imposant l'emploi du bois dans la construction.

Pour chacun des usages potentiels du bois, il existe des alternatives utilisant d'autres matériaux.

La Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie de 1996, dans son Article 21-V, prévoit l'utilisation d'une quantité minimale de bois dans certaines constructions nouvelles. Les conditions d'applications doivent être fixées par un décret, actuellement soumis au conseil d'Etat : ce décret doit concerner toutes les constructions neuves hors logements ; il définit un classement des bâtiments en quatre catégories suivant le volume de bois utilisé dans l'ouvrage.

Sans attendre la parution de ce décret, des organismes et des maîtres d'ouvrage publics se sont déjà engagés dans une démarche d'optimisation de l'utilisation du bois dans la construction.

Le Plan Bois-Construction Environnement est une initiative commune de l'Etat et des principales organisations professionnelles participant à l'acte de construire (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, entreprises BTP, entreprises de la filière bois), visant à développer l'usage du bois dans la construction. L'objectif est de faire passer la part du bois de 10% à 12,5% du marché de la construction d'ici 2010. Chaque entité signataire de la Charte qui fonde ce Plan s'est engagée sur un certain nombre d'actions dans les domaines de la communication, du marché, de la compétitivité, de la recherche et de la formation, de la réglementation et de la normalisation.

Objectifs du maître d'ouvrage

Dans son programme, le maître d'ouvrage peut tout à fait inclure des clauses environnementales ayant trait à la quantité de bois utilisé, la gestion durable des forêts dont les bois sont originaires, la toxicité des produits de traitement utilisés.

Le projet de décret d'application de la Loi sur l'Air, même s'il n'a pas encore été adopté peut donner des indications sur la façon de

formuler : ce projet prévoit la définition de trois classes en fonction du volume de bois mis en œuvre. Pour chaque catégorie d'ouvrage (12 catégories ont été individualisées), un seuil minimal du ratio de volume de bois par m² de SHON (surface hors œuvre nette) a été défini.

En dessous de ce seuil, le bâtiment est en classe 0.

Pour un ratio compris entre 1 fois et 1,25 fois le seuil, on est en classe 1.

Pour un ratio compris entre 1,25 fois et 2 fois le seuil, on est en classe 2.

Pour un ratio supérieur à 2 fois le seuil, on est en classe 3.

Le seuil est ainsi de 30 dm³/m² de SHON pour les bâtiments scolaires, et de 60 dm³/m² de SHON pour les maisons individuelles (à titre indicatif, une maison individuelle ossature bois a un ratio de l'ordre de 150 dm³/m²).

Le plus souvent, c'est le maître d'œuvre qui sera amené à considérer la possibilité d'utilisation du bois, et à le proposer, en justifiant son choix par l'adéquation aux objectifs (environnementaux, mais aussi architecturaux, techniques et économiques) du maître d'ouvrage.

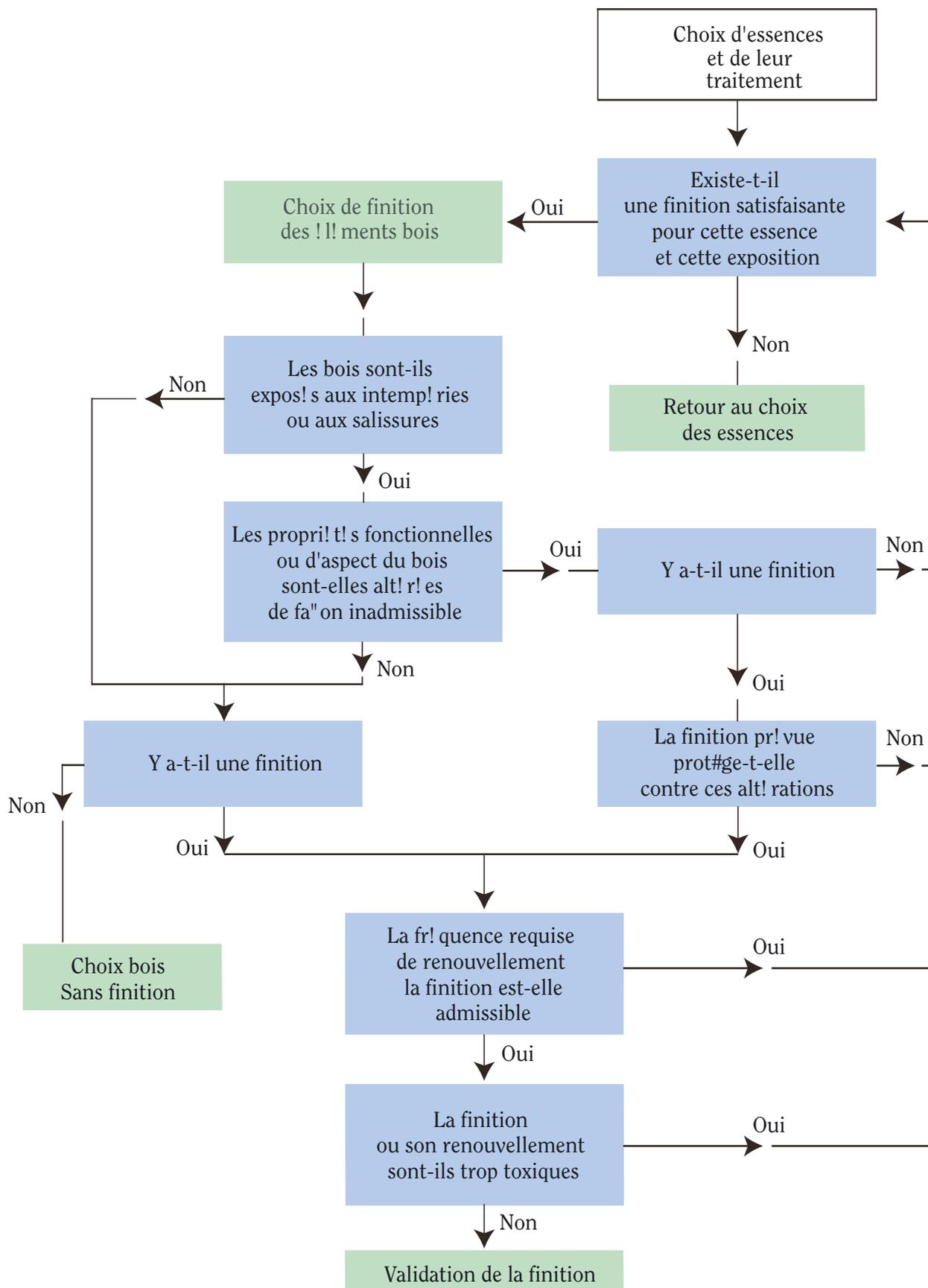
Choix raisonné d'utilisation du bois

Que le bois soit choisi au départ en raison de son aptitude particulière à remplir certaines fonction du bâti, ou pour des raisons autres que ses qualités d'usage, il convient de s'assurer que : pour chaque fonction et chaque usage, on vérifiera d'abord, comme pour tout autre filière, la capacité du matériau bois répond au cahier des charges de l'élément fonctionnel considéré (thermique, acoustique, résistance mécanique, aspect, durabilité...).

1. Les types de bois, ou produits dérivés du bois identifiés permettent de répondre à ce cahier des charges.
2. L'impact environnemental de ces solutions a été examiné (lié à la fois aux essences, à leur traitement et à leur finition). Pour cela, l'organigramme suivant permet au maître d'ouvrage de faire les meilleurs choix en fonction de ses objectifs.

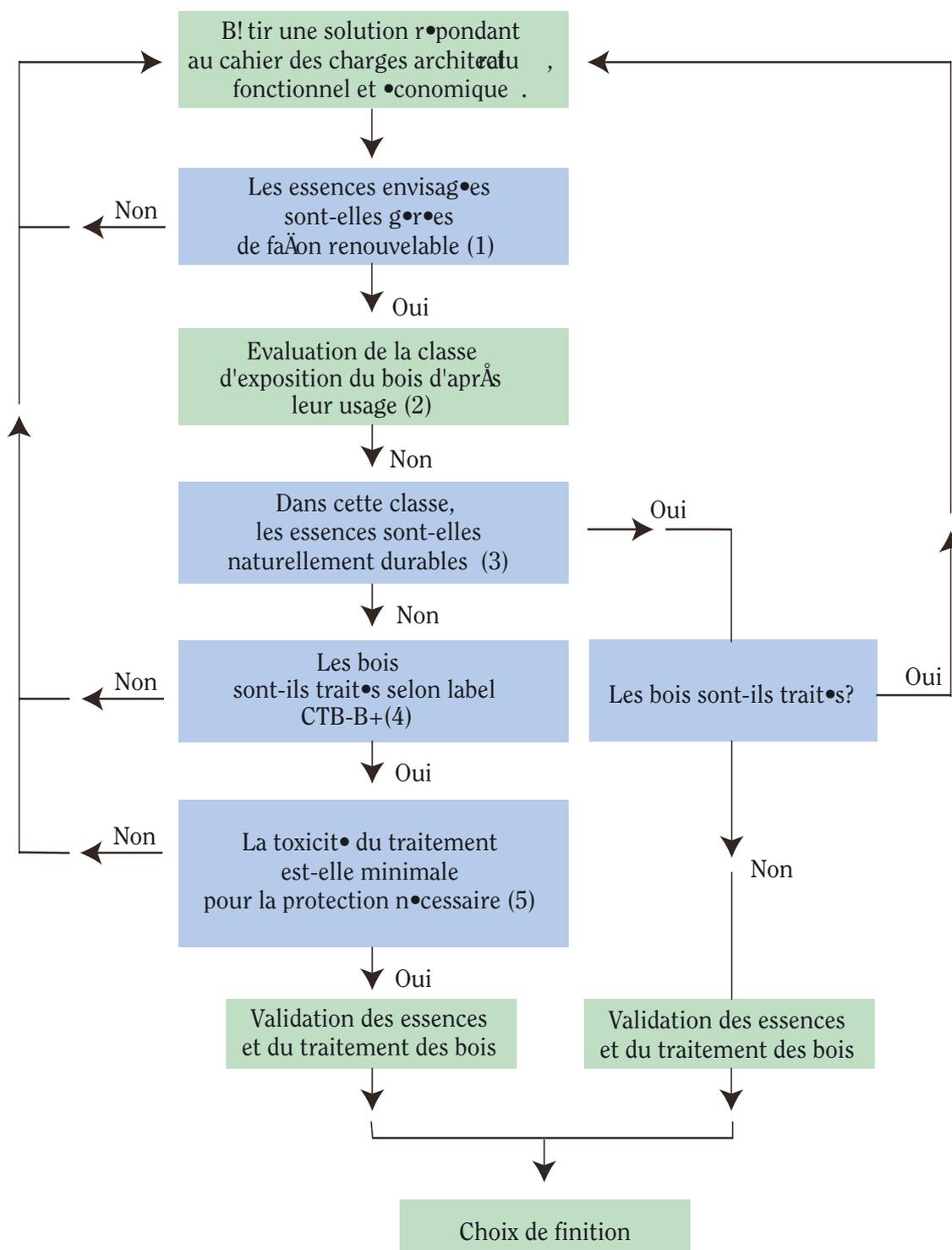
Guide d'orientation environnementale

Choix de la finition des bois



Guide d'orientation environnementale

Choix d'essences des bois massifs et de leur traitement



(1) voir page 5 et questions 1 " 9

(2) voir tableau des classes de risque biologique page 16 et question 14

(3) voir tableau sur l'aptitude des essences " #tre utilis•es sans traitement page 34

(4) voir liste des produits CTB-B+ (question 24 et page 13)

(5) voir questions 21 " 23 et page 15

IV - 50 QUESTIONS À PROPOS DE L'UTILISATION DES BOIS DANS LE BÂTIMENT



1) Qu'est-ce que la biodiversité ?

La biodiversité est tout simplement la variété du monde vivant. Nous ne sommes pas étrangers à cette diversité : le vivant a une unité. L'homme vit de la nature vivante : il y trouve des ressources, mais aussi des modèles que sa technologie développe. Il l'a trop souvent surexploitée ou gaspillée. Aujourd'hui, il entrevoit la nécessité de la perpétuer.

2) La biodiversité est-elle menacée par l'exploitation forestière ?

Oui. Les forêts primaires, c'est à dire celles qui n'ont pour l'instant pas été exploitées par l'homme, sont celles qui contiennent le plus grand nombre d'espèces – animales et végétales – vivantes. Leur exploitation détruit des milieux et des espèces uniques.

3) Où sont ces forêts primaires ?

Les forêts primaires résiduelles se trouvent en Amazonie, en Afrique, en Asie du Sud-Est, mais aussi dans des régions boréales (Canada, Sibérie).

4) Faut-il éviter toute utilisation de bois exotique ?

Non. En effet, une industrie forestière bien gérée est indispensable à la vie des pays en voie de développement qui sont les principaux exportateurs de bois tropicaux (Indonésie, Brésil, Malaisie, Inde, Cameroun). Par contre, il faut s'assurer de la provenance de ces bois d'exploitations gérées de façon durable, sans atteinte aux forêts primaires.

5) Y a-t-il des essences dont l'utilisation doit être proscrites ?

Depuis 1973, la convention internationale CITES (convention de Washington) vise à interdire ou limiter le commerce des espèces animales ou végétales menacées d'extinction. Ainsi, le commerce du palissandre de Rio ou du pin du Chili sont interdits. Celui du santal rouge est restreint. Un moratoire a été demandé sur certains acajous.

6) Comment s'assurer de la gestion durable des forêts d'où proviennent les bois ?

Un certain nombre de Labels de gestion durable des forêts ont été mis en place ces dernières années.

Certains labels sont auto-attribués par les forestiers eux-mêmes (type Eurokoumé), ce qui peut être intéressant dans la mesure où cela témoigne d'une volonté d'appliquer en interne une attitude environnementalement satisfaisante ; mais ça ne peut évidemment pas remplacer une certification attribuée par un organisme indépendant.

Les labels les plus fréquemment rencontrés sont le label FSC (Forest Stewardship Council), PEFC Pan-European Forest Certification), CSA (Canadian Standard Association's Sustainable Forest Management Standard) et SFI (Sustainable Forestry Initiative).

Le Label FSC se démarque par rapport aux autres par le fait qu'il n'a pas été créé à l'initiative des propriétaires forestiers et des transformateurs de bois, mais des organisations de protection de l'environnement (WWF, GreenPeace,...).

Le label PEFC, le plus utilisé en Europe, est adapté par chaque pays à son contexte national. L'implication des propriétaires forestiers dans une gestion durable de la forêt est traditionnelle à travers le Code

Forestier des différents pays européens. Les problèmes de biodiversité ou de statut des populations vivant de la forêt sont en Europe moins cruciaux que dans certains pays tropicaux, où la gestion durable des forêts doit s'intégrer dans les politiques de développement.

En définitive, pour les bois nationaux, la labellisation n'est pas un impératif dans l'immédiat. D'ici quelques années, on pourra compter sur une majorité de la production nationale et européenne titulaire de la certification PEFC.

Pour les bois d'importation non européens, on préférera une certification de type FSC. Un certain nombre de collectivités locales et de maîtres d'ouvrages ont signé un engagement de n'utiliser que des bois européens ou titulaires de la certification FSC attestant leur provenance de forêts gérées durablement.

7) Peut-on trouver toutes les essences en bois certifié FSC ?

Il est sûr que le volume de bois importé certifié FSC est aujourd'hui limité. Les bois certifiés FSC représentent moins de 1% des bois disponibles.

Néanmoins, il n'y a pas a priori d'essence impossible à trouver en forêt certifiée (si ce n'est les essences cataloguées au CITES) : il existe des exploitations forestières certifiées pour le teck, l'ipé, le jatoba, même si la disponibilité reste faible.

La traçabilité des bois est assurée au long des transformations : pour les produits dérivés (contreplaqués, OSB), la certification du produit implique un pourcentage minimale de bois écocertifié entrant dans la composition du produit final.

8) Qui, en France, délivre les certifications ?

En France, les certifications PEFC sont délivrées par des organismes certificateurs habilités : Office National des Forêts (ONF), Centres Régionaux de la Propriété Forestière (CRPF).

Il existe 12 organismes de certification FSC au niveau mondial, dont un en France.

9) Un bois certifié gestion durable est-il plus cher ?

Les contraintes de contrôle, d'emballage, de traçabilité ont un coût. La traçabilité, comme toute démarche de qualité, fait par contre gagner en productivité. Les prix des produits écocertifiés ne bougent pratiquement pas par rapport aux bois non certifiés.

10) Quel traitement pour la préservation des bois ?

Le bois, matériau d'origine vivante, est biodégradable sous l'action d'un certain nombre d'agents biologiques. Différents organismes, insectes ou champignons, sont capables de l'altérer. Ces risques d'attaque dépendent :

- de la qualité du bois (essence, partie de l'arbre), qui conditionne sa durabilité naturelle ;
- de l'exposition du bois à l'humidité, suivant la partie de la construction où il est utilisé.

Si la durabilité naturelle des bois est insuffisante par rapport aux risques de dégradation, on peut préconiser un traitement.

Ce traitement est le plus souvent chimique, parfois thermique.

Suivant la classe de risque biologique, ce traitement doit intéresser une couche plus ou moins épaisse à partir de la surface, et fait appel à des produits différents.

Le bois peut être soumis à des causes d'altération physique : altération superficielle liée en particulier à l'action des intempéries ou des U.V., aux variations de température et d'humidité, ou à une action mécanique (plancher bois en particulier).

Le traitement de préservation des bois n'a pas pour but de protéger le bois contre ces dégradations physiques (cf. rubrique protection de surface, finitions), mais uniquement contre les agressions biologiques.

11) Quels sont les agents biologiques de dégradation des bois ?

Les agents biologiques de dégradation des bois sont :

- les champignons ;
- les coléoptères à larves xylophages (se nourrissant de bois) : capricornes, hespérophanes, petite et grosse vrillettes, lyctus ;
- les termites ;
- les térébrants marins.

12) Tous les bois d'un bâtiment doivent-ils être traités ?

Non.

La nécessité du traitement dépendra :

- de la durabilité naturelle des essences utilisées ;
- de la classe de risque biologique, et notamment de l'exposition du bois à l'humidité ;
- de l'emploi du bois, et donc de la durée de service attendu.

13) Le bois d'une même essence est-il homogène vis-à-vis de la durabilité naturelle ?

Généralement non.

Le tronc comporte deux zones distinctes :

- en périphérie, sous l'écorce, l'aubier, zone conductrice de la sève : cette zone contient des substances nutritives (amidon, sucres) favorisant le développement des insectes et champignons ;
- au centre, le bois parfait, qui n'est plus conducteur de sève. Dans la plupart des espèces, cette partie centrale prend une teinte plus foncée, du fait de la duraminisation, phénomène résultant de l'accumulation d'autres substances (résines, tanins) : on l'appelle alors duramen. Le duramen présente une résistance aux agents biologiques bien supérieure à celle de l'aubier.

La largeur de la couche d'aubier peut être réduite à moins de 5 cm (chêne, châtaigner, douglas, épicéa), atteindre ou dépasser 10 cm (pin sylvestre, pin maritime).

Pour des bois tels que le sapin, l'épicéa, le hêtre ou le bouleau, il n'y a pas duraminisation du bois parfait : toute l'épaisseur du bois est également vulnérable.

14) Comment caractérise-t-on l'exposition des bois à l'humidité ?

On distingue 5 classes de risque d'attaque biologique des bois, en fonction de leur exposition à l'humidité, en ordre de risque croissant (selon la norme EN 335).

15) Quelles sont les essences naturellement durables ?

Voir ci-dessous le tableau de durabilité vis-à-vis des différents agents biologiques suivant les essences.

La durabilité est donnée pour le bois parfait. L'aubier ne doit jamais être considéré comme durable.

Classement des essences suivant leur aptitude à être utilisées sans traitement suivant la classe de risque d'attaque biologique

Essences tempérées	Classes de risque			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Aulne	non	non	non	non
Epicéa	non	non	non	non
Erable	non	non	non	non
Frêne	non	non	non	non
Hêtre	non	non	non	non
Peuplier	non	non	non	non
Peuplier	non	non	non	non
Chêne rouge d'Amérique	oui	oui	non	non
Orme	oui	oui	non	non
Pin maritime	oui	oui	non	non
Pin noir	oui	oui	non	non
Douglas	oui	oui	oui	non
Mélèze	oui	oui	oui	non
Pin sylvestre	oui	oui	oui	non
Western red cedar	oui	oui	oui	non
Châtaignier	oui	oui	oui	non
Chêne blanc européen	oui	oui	oui	non
Robinier	oui	oui	oui	oui

Essences tempérées	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Baboen (Virola)	non	non	non	non
Ilomba	non	non	non	non
Koto	non	non	non	non
Limba	non	non	non	non
Ramin	non	non	non	non
Samba	non	non	non	non
Lauan, white	oui	non	non	non
Dibétou	oui	oui	non	non
Framiré	oui	oui	non	non
Okoumé	oui	oui	non	non
Acajou d'Afrique	oui	oui	oui	non
Amarante	oui	oui	oui	non
Angélique	oui	oui	oui	non
Azobé	oui	oui	oui	non
Grignon franc (Louro vermelho)	oui	oui	oui	non
Kosipo	oui	oui	oui	non
Méranti, dark red	oui	oui	oui	non
Movingui	oui	oui	oui	non
Niangon	oui	oui	oui	non
Sipo	oui	oui	oui	non
Tiama	oui	oui	oui	non
Wengé	oui	oui	oui	non
Bété	oui	oui	oui	oui
Makoré	oui	oui	oui	oui
Doussié	oui	oui	oui	oui
Iroko	oui	oui	oui	oui
Kapur	oui	oui	oui	oui
Moabi	oui	oui	oui	oui
Padouk	oui	oui	oui	oui
Teck	oui	oui	oui	oui

16) Existe-t-il des essences naturellement durables vis-à-vis des termites ?

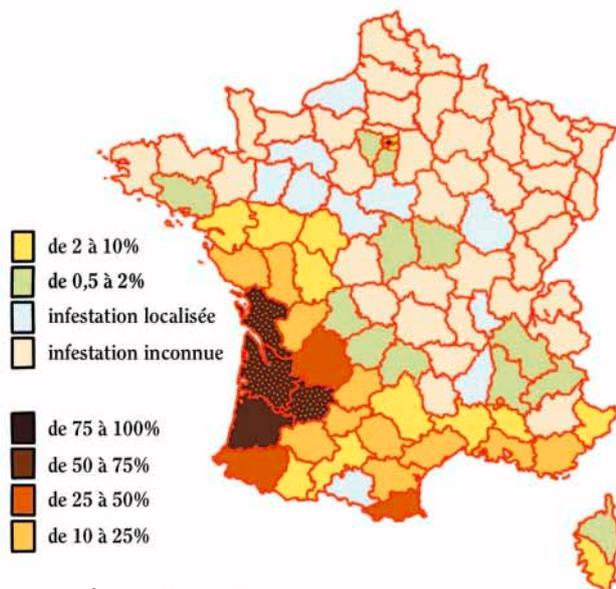
Oui, mais aucune essence européenne, uniquement quelques essences exotiques.

17) Le risque terme est-il réel en France ?

Oui, dans certaines régions (Aquitaine, Charentes, certains secteurs de la région parisienne). Ce risque ne concerne par contre que les bois en ambiance humide, dans des zones obscures et chaudes : on en rencontre particulièrement dans des constructions anciennes. Des arrêtés préfectoraux fixent les zones géographiques où les termites sont présentes, et dans lesquels des diagnostics des bâtiments existants sont obligatoires.

Les termites présents en France sont de deux types : termites souterrains et termites de bois sec. La plupart des dégâts rencontrés étant imputables aux termites souterrains, dans les zones infectées, la protection par traitement des bois peut être complétée par des barrières (protection chimique ou physico-chimique continue sous le bâtiment) le long des cheminements des insectes. Les produits chimiques utilisés ont beaucoup évolué ces dernières années. L'aldrine a été interdite et retirée du marché en 1992 en raison de sa rémanence. Les nouveaux produits à base de chlorpyrifos, d'endosulfan, de cyperméthrine ou de fipronil, imprégnant des films posés en fondation, semblent être plus sûrs, mais les risques d'impact sur l'homme et son environnement ne sont toujours pas nuls : la majorité des produits restent classés nocifs ou toxiques.

Aussi une bonne estimation du risque réel, étant données les conditions d'ambiance dans lesquelles le bois est utilisé, est nécessaire pour adapter le traitement à chaque situation. Le traitement thermique des bois offre une alternative au traitement chimique, permettant d'utiliser des essences naturellement peu durables jusqu'en classe 4 en zone non infestée de termites. Ce traitement est appliqué sur des bois de faible épaisseur (20 à 50 mm), que l'on porte à une température de l'ordre de 200° à 250°C. Les bois ainsi traités ont en outre une dureté et une stabilité dimensionnelle améliorées, mais une plus grande fragilité et une teinte du bois plus foncée.



Présence de termites en France.

18) Un traitement en place est-il possible ?

Oui, mais il sera toujours beaucoup plus coûteux et moins efficace qu'un traitement préalable.

19) Le traitement des bois doit-il être renouvelé périodiquement ?

A priori, non. Le traitement est prévu pour la durée de service des ouvrages.



Attaques de termites.



20) Quels sont les types de traitement appliqués au bois ?

Le plus souvent, il s'agit d'un traitement chimique tuant les agents biologiques agressifs.

Une alternative récemment apparue est le traitement thermique. Des expérimentations prometteuses sont en cours sur la lutte biologique contre les organismes destructeurs du bois.

21) Quels sont les produits de traitement chimique efficaces et peu toxiques ?

Les produits de traitement utilisés aujourd'hui avec de moindres risques toxiques sont à base des matières actives suivantes :

- pyréthriinoïdes (perméthrine et cyperméthrine) ;
- azoles ;
- ammonium quaternaire ;
- sels de bore, sans aucune toxicité, mais délavés par l'eau.

Des combinaisons de ces différentes matières actives permettent des traitements satisfaisants jusqu'en classe de risque biologique 4.

22) Quelles précautions à part le traitement ?

La protection des bois contre l'humidité est essentielle. Des bois non humidifiés ne peuvent être attaqués par les champignons.



Attaque de champignons.

23) Impact des traitements sur la santé ?

Les traitements chimiques, à base de produits toxiques pour les insectes, sont bien sûr également toxiques pour les humains. Dans les bois mis en œuvre, ils sont présents à des doses très infimes ; un cadre réglementaire est garant de l'absence de risque sanitaire en utilisation normale. Les risques sanitaires éventuels ne concernent que des incidents lors des phases de traitement (trempage, autoclave) et la gestion des déchets et effluents à l'issue de ces phases.

24) Comment choisir un traitement des bois adapté ?

Utiliser les produits de traitement CTB-P+, en vérifiant leur pertinence suivant l'usage des bois et la classe d'exposition. Choisir des traitements certifiés CTB-B+.

Choisir les produits à moindre risque pour la santé et l'environnement.

25) Le matériau bois contient-il de l'humidité ?

Oui, le matériau bois contient toujours de l'humidité.

26) L'humidité des bois est-elle constante ?

Non, l'humidité des bois est variable. Le bois est toujours en équilibre hygroscopique avec le milieu ambiant.

Si les conditions de température et d'humidité de cette ambiance varient, l'humidité du bois variera.

27) Comment s'exprime l'humidité des bois ?

L'humidité des bois s'exprime en pourcentage : c'est le rapport de la masse d'eau contenue dans le bois rapportée à la masse anhydre du bois (masse qu'aurait le bois parfaitement sec).

28) Quelles sont les valeurs courantes de l'humidité des bois ?

Les bois sur pied ou juste coupé peut avoir des taux d'humidité très élevés, dépassant 100% (ils contiennent plus d'eau que de matière sèche). Les bois verts contiennent environ 30% d'eau liée (inclus dans les parois des cellules du bois), le reste étant de l'eau libre, remplissant l'intérieur des cellules du bois. Le séchage des bois comprend une première phase, le ressuyage, où l'eau libre s'évacue rapidement.

La quantité d'eau liée variera par contre lentement, en fonction des conditions ambiantes.

Les bois en œuvre ont, sous les climats de France métropolitaine, des taux d'humidité qui varient couramment entre 12% (été) et 20% (hiver) pour les expositions extérieures, et entre 14% (été) et 6% (hiver) pour les bois intérieurs.

29) Quel est le comportement des bois à l'humidité ?

L'humidité a plusieurs incidences sur les ouvrages en bois :

- une forte humidité des bois (de l'ordre de 20% ou supérieure) favorise l'attaque des champignons et des insectes, aucun champignon ne peut attaquer un bois de moins de 22% d'humidité ;
- les variations d'humidité provoquent des phénomènes de retrait et de gonflement des bois ("jeu" du bois).

Humidité relative de l'air (%)

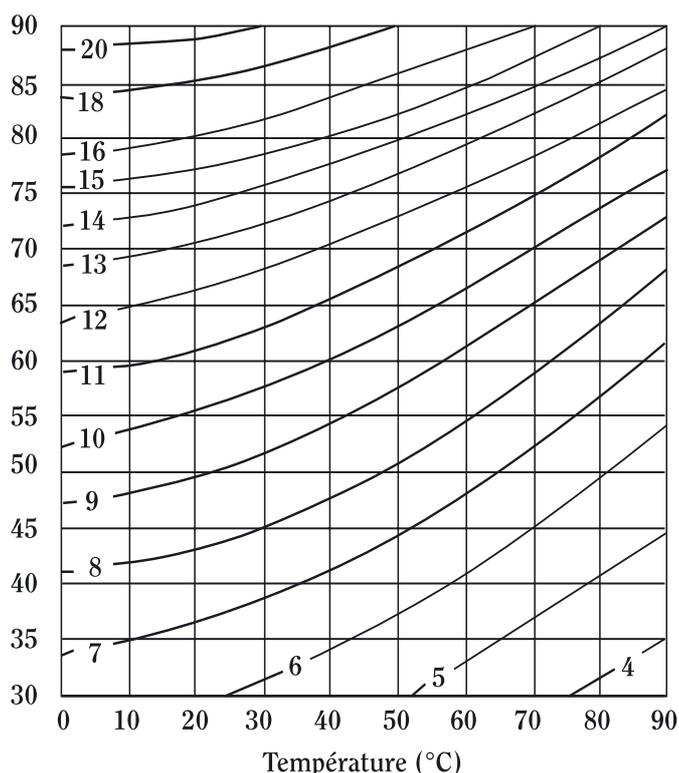


Tableau de l'humidité des bois en fonction des conditions ambiantes.

30) Les essences ont-elles des comportements différents à l'humidité ?

Le taux d'humidité d'équilibre des bois, pour des conditions climatiques données, est pratiquement indépendant de l'essence considérée : ainsi, dans un air à 20°C et 70% d'humidité relative, l'humidité des bois s'équilibre à 13% quelle que soit l'essence.

Par contre :

- La rapidité avec laquelle le bois s'imprègnera ou relâchera son humidité est variable ;
- La L'attaque par les champignons et insectes dépend directement de la nature des bois ;
- L'importance des déformations du bois liées aux variations d'humidité est très variable d'une essence à l'autre. Chaque espèce est caractérisée par sa rétractabilité (variation dimensionnelle du bois pour une modification d'humidité du bois de 1%).

N.B : l'humidité relative de l'air ne s'exprime pas du tout comme l'humidité du bois . une humidité relative de l'air de 70% signifie que la masse d'eau dans l'air correspond à 70% de la masse d'eau maximale que l'air peut contenir (saturation). Une humidité de 70% à 20°C correspond à 10 g d'eau par kg d'air sec (soit un pourcentage pondéral de l'eau de l'ordre de 1% seulement).

31) La rétractabilité du bois est-elle la même dans toutes les directions ?

Non, la rétractabilité du bois est fortement anisotrope.

Les déformations liées à l'humidité sont très faibles dans le sens des fibres du bois : le retrait axial est négligeable.

Pour une modification de 10% de l'humidité du bois, les variations dimensionnelles sont de l'ordre de 1% à 2% dans le sens radial (du centre du tronc vers la périphérie), et 2% à 4% dans le sens tangentiel.

32) Qu'est-ce que l'anisotropie du bois ?

Un matériau isotrope est un matériau dont les propriétés (résistance mécanique, retrait ou dilatation, conductivité thermique, perméabilité aux liquides) est la même dans toutes les directions. Un matériau anisotrope est un matériau dont les propriétés diffèrent suivant le sens dans lequel on mesure ces propriétés.

L'organisation cellulaire et la nature fibreuse du bois lui confèrent une très grande anisotropie.

La résistance mécanique, la perméabilité à l'eau, l'imprégnabilité, sont beaucoup plus importantes dans le sens du fil que perpendiculairement. Le retrait est par contre très faible dans cette direction.

Même entre la direction radiale du tronc et la direction tangentielle, les propriétés de retrait ne sont pas homogènes.

33) Quelles sont les conséquences du "jeu" du bois ?

Les variations dimensionnelles du bois fragilisent les finitions et protections de surface des bois.

Les différences de ces variations suivant les directions entraînent des déformations et des fissurations du bois, non seulement lors du séchage initial du bois (passage de l'eau liée de 30% de la masse du bois sec à la valeur d'équilibre), mais aussi lors des alternances de périodes sèches et humides.

34) Comment minimiser les effets du “jeu” du bois ?

On peut minimiser les effets du jeu du bois :

- En mettant en œuvre les bois à un taux d'humidité proche de leur taux d'humidité d'équilibre moyen en utilisation, suivant les conditions auxquelles ils vont être exposés (environ 15% en extérieur et 10% en intérieur).
- En choisissant des essences à faible rétractabilité là où les bois seront exposés à de fortes variations d'humidité. On peut aussi choisir des bois à rétractabilité homogène suivant les directions radiale et tangentielle, ou des produits dérivés du bois dont la composition réduit l'anisotropie.
- En étant particulièrement vigilants sur la rétractabilité des éléments soumis à des ambiances différentes sur leurs deux faces et où les caractéristiques dimensionnelles doivent être bien contrôlées (fenêtres, portes externes).

35) L'humidité est-elle toujours néfaste pour les bois ?

Non, la présence d'eau permanente autour des bois immergés, notamment dans les constructions sur pilotis, évite les attaques des champignons, tout en maintenant une humidité très importante. Le flottage traditionnel du bois, ou l'arrosage permanent des stocks de bois les protègent contre les agressions biologiques, en maintenant en permanence un taux d'humidité supérieur à celui auquel peuvent se produire les attaques des champignons. Néanmoins, ces taux sont beaucoup plus élevés que ceux qui peuvent résulter de l'équilibre hygroscopique du bois avec les ambiances habitables.

36) Outre l'humidité, quels sont les facteurs physiques qui altèrent les bois ?

Outre les attaques biologiques et les déformations liées à l'humidité du bois, le bois est altéré par le rayonnement U.V. La durabilité des ouvrages en bois est également tributaire de leur résistance mécanique à l'usure et, en cas d'incendie, de leur réaction au feu.

37) Quels sont les effets des U.V. sur les bois ?

L'exposition aux rayons ultra-violet (U.V.) du soleil altère la surface des bois extérieurs. Cette action se traduit d'abord par un grisaillement de la teinte du bois ; ce grisaillement est relativement rapide : sur les bois exposés au soleil, il est complet en quelques mois ou quelques années. Les U.V. provoquent également une érosion très lente (quelques millimètres par siècle).

38) Comment protéger les bois des U.V. ?

La protection contre les U.V. des bois extérieurs exposés est assurée par des produits de finition, vernis, peintures et lasures. Certains produits peuvent aussi protéger les bois contre l'humidification par la pluie.

39) Quels produits de finition sont utilisés sur les bois ?

Les finitions utilisées sur les bois sont :

- les huiles, essentiellement l'huile de lin. Elles sont de moins en moins utilisées, bien que résistant particulièrement bien à l'usure pour les sols à trafic très intense. Il faut accepter un long temps de séchage, car leur durcissement par oxydation est très lent ; afin de raccourcir ce délai, on y incorpore le plus souvent des siccatifs (sels de plomb, de manganèse ou de cobalt), qui compromettent leur intérêt au titre de produits “naturels” ;
- les cires sont également de moins en moins utilisées : elles ne sont adaptées qu'aux faibles trafics nécessitent un entretien régulier, et ne protégeant pas le bois des tâches (humidité, graisse) ; on a tendance à utiliser la cire en couche de finition par dessus un sealer ou fond-dur (vernis urée-formol ou

polyuréthane) ;

- les vernis sont des produits transparents ou teintés filmogènes, dont la dégradation s'accompagne d'un écaillage du film. Il en existe une grande diversité, avec des duretés, des brillances et des résistances aux U.V. différentes ; ils se présentent sous forme de résines en phase solvant (alkydes, appelées aussi glycérophtaliques, ou urée-formol), en émulsions ou dispersions aqueuses (alkydes, urée-formol, acryliques ou vinyliques), de résines bi-composants (polyuréthane ou époxy), ou de vernis photo-polymérisables (acryliques, époxy ou polyester, plus agent photo-initiateur) ;
- les lasures sont des produits transparents ou teintés, non filmogènes, qui se dégradent par érosion sans écaillage (ce qui facilite la réfection, sans décapage et les fait préférer aux vernis dans les situations extérieures ou exposées aux intempéries) ; on retrouve la distinction entre produits en phase solvant (white spirit lourd, avec hydrocarbures aromatiques), en phase aqueuse ou bicomposants ;
- les peintures sont des produits de même formulation que les vernis, auxquels sont rajoutés des pigments les rendant opaques. Cette opacité des pigments permet une protection améliorée vis à vis des agents atmosphériques, des U.V. en particulier.

40) Les finitions doivent-elles être renouvelées ?

Oui. Si les finitions protègent l'aspect des bois, elles perdent elles-mêmes leurs qualités d'aspect et de protections avec le temps. Elles nécessitent un entretien régulier.

La durée de vie des finitions est variable suivant leur nature et leur exposition aux agressions (atmosphériques, chocs).

En atmosphère extérieure, les façades les plus exposées sont en général les façades sud-ouest (maximum de soleil et de pluie).

Type de finition	Nombre de couches	Durée de vie moyenne (sud-ouest)
Huile	1 couche	1 an
Lasure	3 couches	3 à 5 ans
Vernis	3 couches	2 à 3 ans
Peinture	3 couches	7 à 10 ans

Les huiles ou lasures, s'ils doivent être repris assez souvent, présentent l'intérêt de ne pas nécessiter de décapage, car ils sont non filmogènes.

41) Choisir une finition vis à vis de son impact environnemental ?

Les peintures, vernis et lasures sont la seule classe de produits de construction à bénéficier d'une normalisation NF Environnement. On aura toujours intérêt à s'y reporter.

Les principaux problèmes environnementaux sont liés aux COV dégagés par les résines (liants) ou les solvants, ou à certains pigments (en particulier composés de métaux lourds).

42) Les constructions en bois peuvent-elles être durables ?

Des charpentes ou des colombages anciens, datant du moyen-âge, existent en nombre importants. Dans les fouilles archéologiques, on a retrouvé des pièces de bois intactes de plus de 30 siècles (ruines du temple du roi Salomon).

43) Les collages et les adjuvants des produits dérivés du bois ?

Les produits dérivés du bois utilisent presque tous des colles (à l'exception des panneaux isolants de fibres à densité, où la cohésion est obtenue par simple compression des fibres).

Les colles utilisées, sont essentiellement les colles urée-formol (120 à 200 g/m² pour les contreplaqués, 70-90 kg/m³ pour les panneaux de particules), mélamine-urée-formol (panneaux de particules et contreplaqués 50-80 kg/m³), phénoliques, résorcine (charpente 15 kg/m³), vinyliques.

44) Y a-t-il des colles "naturelles" ?

Les colles d'os ou de nerf ne sont guère utilisées qu'en marqueterie. Les colles à base de caséine (protéine extraite du lait) ont été très utilisées. Elles le sont moins aujourd'hui ; on les trouve encore aux Etats-Unis pour un certain nombre de charpentes lamellé-collé en intérieur, mais certains produits à base de caséine ressortent sur le marché.

Les colles les plus courantes, sont à base de résines de synthèse.

45) Quel type de colle pour quel usage ?

Les types de colles se différencient d'abord par leur aptitude à l'emploi dans des ambiances plus ou moins protégées : les colles urée-formol notamment tiennent très mal à l'humidité. Elles restent néanmoins les plus utilisées en raison de leur faible coût et de leur souplesse de mise en œuvre.

Le choix des colles dépendra aussi des contraintes mécaniques auxquelles elles sont soumises. Le tableau suivant résume ces critères d'usage :

localisation	Nature des colles	Sollicitation - emploi	
		travaillant	non-travaillant
Extérieur exposé	résorcine	X	
	Phénol-formol	X	
	Epoxy, Polyuréthane	X	
	Epoxydiques nitriles	X	
	Epoxydes		X
Extérieur abrité	Mélamine	X	
	Caséine	X	
	Urée-formol + mélamine ou résorcine	X	
	Vinylique à durcisseur		X
	Polyuréthane		X
	Polychloroprène (Néoprène)		X
Intérieur	Colles fortes (os,poisson)		X
	Urée-formol	X	
	Vinylique monocomposant		X
	Thermofusible		X

N.B : on peut toujours utiliser une colle dans un emploi moins sollicité

46) Ces colles peuvent-elles avoir un impact sur la santé ?

Ces colles dégagent des composés organiques volatiles (COV) en quantité plus ou moins importante, et notamment du formaldéhyde.

Le formaldéhyde est un gaz irritant, classé par l'IARC (International Agency for Research on Cancer) dans le groupe des cancérigènes probables (groupe 2A).

L'OMS recommande depuis 1985 des concentrations inférieures à 1 ppm ou 0,12 mg/m³ à l'intérieur des locaux. En Allemagne, la valeur maximale recommandée pour les locaux d'habitation est de 0,1 ppm.

L'émission de formaldéhyde évolue dans le temps et suivant les conditions de température : l'humidité et la température accroissent les émissions.

Une classification des panneaux dérivés du bois en fonction de leur émission a été mise en place : classification E1 (émission minimale) à E4 (émission élevée). Elle est utilisée réglementairement dans différents pays, notamment en Allemagne, pour les panneaux en ambiance intérieure.

Les bois lamellés-collés et la majorité des panneaux distribués en France sont généralement de classe E1.

Les panneaux de particules et de fibres utilisant des colles urée-formol sont les principaux émetteurs (les mousses isolantes d'urée-formol et le tabac contribuant également souvent aux taux élevés de formaldéhyde rencontrés).

Les colles formo-phénoliques dégagent moins de formaldéhyde, mais leurs qualités de résistance à l'eau et leur prix un peu plus élevé les font réserver le plus souvent aux utilisations extérieures.

47) Quels sont les points forts et les points faible d'une construction bois du point de vue thermique ?

Du point de vue thermique, le bois étant un matériau relativement isolant (et en tout cas le plus isolant des matériaux de structure), la construction bois se caractérise le plus souvent par d'excellentes propriétés thermiques, et la faiblesse des déperditions par les ponts thermiques. Par contre, la construction bois étant une construction à sec, des malfaçons sur la mise en place de barrières d'étanchéité à l'air ont parfois entraîné des déperditions thermiques par infiltrations. Il est donc essentiel de veiller dans le détail à l'étanchéité à l'air de la construction, afin de ne pas court-circuiter la qualité thermique de l'enveloppe.

La légèreté du matériau bois a pour conséquence une inertie faible ou moyenne des constructions : ceci est un avantage pour les constructions à occupation intermittente qui peuvent ainsi être réchauffées rapidement, mais cela suppose, pour éviter les surchauffes, d'excellentes protection contre les apports solaires.

Pour les constructions à usage permanent et à forts apports, on veillera à ce qu'une masse thermique suffisante en matériaux lourds existe à l'intérieur (plancher bas, cloisons).

48) Quels sont les points forts et les points faibles d'une construction bois du point de vue de l'isolement acoustique ?

Le bois étant un matériau léger, on ne peut jouer sur l'effet de masse pour amortir les sons entre deux locaux, ou entre l'intérieur et l'extérieur.

Par contre les parois ou les planchers en bois se prêtent tout à fait à des systèmes masse/ressort/masse, constitués de doubles ossatures désolidarisées, avec interposition de matériau résilient ou absorbant acoustique, permettant des isolements acoustiques satisfaisant à tous les niveaux d'exigence, y compris entre locaux superposés.

On peut également combiner le bois à d'autres matériaux (plancher collaborant bois-béton).



49) Quelle est l'importance économique de la filière bois?

L'ensemble des filières bois (sylviculture et transformation) représentent en France plus de 500 000 emplois. C'est dans de nombreuses régions forestières un élément important de l'aménagement du territoire et du maintien de la vie et de l'économie rurales.

Le développement des filières bois-construction s'accompagne de création d'emploi : à titre d'exemple, la charpente bois occupe aujourd'hui 18 000 personnes ; ce nombre d'emplois a augmenté de 56% en 8 ans, pour une augmentation du volume de bois consommé de 23% pendant la même période (et une augmentation moyenne des autres matériaux de construction de 4 à 5%).

50) En définitive, l'utilisation du bois dans la construction est-elle conseillée pour préserver notre environnement ?

Assurément oui.



V - TABLEAUX

Aptitude des essences à être utilisées sans traitements suivant la classe de risque biologique :

Classes de risque essences tempérées

Essence	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Aulne	Non	Non	Non	Non
Epicéa	Non	Non	Non	Non
Erable	Non	Non	Non	Non
Frêne	Non	Non	Non	Non
Hêtre	Non	Non	Non	Non
Peuplier	Non	Non	Non	Non
Sapin	Non	Non	Non	Non
Chêne rouge d'Amérique	Oui	Oui	Non	Non
Orme	Oui	Oui	Non	Non
Pin maritime	Oui	Oui	Non	Non
Pin noir	Oui	Oui	Non	Non
Douglas	Oui	Oui	Oui	Non
Mélèse	Oui	Oui	Oui	Non
Pin sylvestre	Oui	Oui	Oui	Non
Western red cedar	Oui	Oui	Oui	Non
Châtaignier	Oui	Oui	Oui	Oui
Chêne blanc européen	Oui	Oui	Oui	Oui
Robinier	Oui	Oui	Oui	Oui

Classes de risque bois exotiques

Essence	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Baboen (Virola)	Non	Non	Non	Non
Ilonga	Non	Non	Non	Non
Koto	Non	Non	Non	Non
Limba	Non	Non	Non	Non
Ramin	Non	Non	Non	Non
Samba (Obéché)	Non	Non	Non	Non
Lauan, white	Oui	Non	Non	Non
Dibétou	Oui	Oui	Non	Non
Framiré	Oui	Oui	Non	Non
Okoumé	Oui	Oui	Non	Non
Acajou d'Afrique	Oui	Oui	Oui	Non
Amarante	Oui	Oui	Oui	Non
Angélique (basalocus)	Oui	Oui	Oui	Non
Azobé	Oui	Oui	Oui	Non
Bangkirai (Balau yellow)	Oui	Oui	Oui	Non
Grignon franc (Louro verinelho)	Oui	Oui	Oui	Non
Kempas	Oui	Oui	Oui	Non
Kosipo	Oui	Oui	Oui	Non
Méranti, dark red	Oui	Oui	Oui	Non
Movingui	Oui	Oui	Oui	Non
Niangon	Oui	Oui	Oui	Non
Sipo	Oui	Oui	Oui	Non
Tiama	Oui	Oui	Oui	Non
Wengé	Oui	Oui	Oui	Non
Bété (Mansonia)	Oui	Oui	Oui	Oui
Douka (Makouré)	Oui	Oui	Oui	Oui
Doussié	Oui	Oui	Oui	Oui
Iroko	Oui	Oui	Oui	Oui
Kapur	Oui	Oui	Oui	Oui
Moabi	Oui	Oui	Oui	Oui
Padouk	Oui	Oui	Oui	Oui
Teck	Oui	Oui	Oui	Oui

Utilisation et densité des essences

Nom	Bois d'œuvre	Menuiserie extérieure	Menuiserie intérieure	Parquets	Escaliers	Densité mini	Densité maxi
Bois des régions Tropicales							
Abarco	X	X	XX	X	X	0,6	0,7
Acoujou d'Afrique	N	X	XX	N	X	0,45	0,56
Acoujou d'Amérique	N	N	XX	X	X	0,45	0,56
Ako	N	N	XX	N	N	0,4	0,55
Amarante	N	X	XX	XX	N	0,9	1
Andiroba	N	N	XX	XX	X	0,55	0,75
Angelique	X	XX	XX	XX	X	0,75	0,85
Aniegre	N	N	XX	N	N	0,5	0,6
Assamela	X	X	XX	XX	X	0,7	0,8
Azobe	XX	XX	X	N	XX	0,95	1,1
Bahia	N	N	XX	N	N	0,5	0,6
Bete	N	X	XX	X	X	0,55	0,7
Bosse	N	X	XX	X	X	0,5	0,65
Bubinga	X	N	XX	X	N	0,8	0,95
Dibetou	N	N	XX	X	N	0,45	0,6
Doussie	XX	XX	X	XX	X	0,7	0,9
Framire	N	N	XX	N	N	0,45	0,65
Ilonga	N	N	XX	N	N	0,45	0,6
Ipe	XX	X	X	X	X	1	1,2
Iroko	XX	XX	XX	XX	XX	0,6	0,75
Jatoba/Courbaril	X	XX	XX	XX	X	0,8	0,9
Kapur	X	XX	X	N	N	0,6	0,8
Keruing/Yang	XX	X	XX	X	X	0,65	0,9
Kosipo	N	XX	XX	N	X	0,6	0,8
Kotibe	N	XX	XX	X	X	0,7	0,85
Koto	N	N	XX	N	N	0,55	0,8
Lauan	X	XX	XX	N	X	0,5	0,7
Limba	X	N	XX	N	N	0,45	0,65
limbali	XX	N	N	XX	X	0,75	0,9
Louro Vermelho	X	X	XX	N	X	0,55	0,7
Makore	N	N	XX	X	X	0,6	0,8
Mengkulang	X	XX	XX	XX	X	0,6	0,75
Meranti	X	XX	XX	N	X	0,55	0,7
Merbau	X	X	XX	XX	XX	0,8	0,9
Moabi	X	XX	XX	XX	XX	0,8	0,95
Movingui	X	XX	XX	XX	X	0,6	0,8
Niangon	X	XX	X	X	X	0,6	0,8
Niove	N	N	X	X	N	0,8	0,95
Ovangkol	XX	XX	XX	XX	N	0,7	0,9
Padouk	N	X	X	XX	N	0,65	0,8
Palissandre de Rio	à éviter (convention Cites)					0,85	1,1
Peroba Jaune	N	N	X	X	N	0,6	0,8
Peroba Rose	N	X	XX	XX	XX	0,75	0,85
Ramin	N	N	XX	N	N	0,55	0,75
Samba	N	N	XX	N	N	0,35	0,5
Sapelli	N	X	XX	X	X	0,6	0,75
Sipö	X	XX	XX	N	XX	0,55	0,65
Teck	X	X	XX	X	X	0,55	0,8
Tiama	N	N	XX	N	N	0,55	0,65
Wenge	N	N	XX	XX	N	0,8	0,9

XX Recommandé X Possible N Non

Utilisation et densité des essences (SUITE)

Nom	Bois d'œuvre	Menuiserie extérieure	Menuiserie intérieure	Parquets	Escaliers	Densité mini	Densité maxi
Bois des régions Tempérées							
Feuillus							
Bouleau	N	N	XX	N	N	0,6	0,7
Châtaignier	XX	XX	XX	XX	XX	0,55	0,75
Chêne	XX	XX	XX	XX	XX	0,55	0,85
Erable	N	N	XX	X	X	0,55	0,75
Frêne	X	N	XX	X	X	0,65	0,75
Hêtre	N	N	XX	X	X	0,6	0,8
Merisier	N	N	XX	X	N	0,5	0,65
Noyer	N	N	XX	X	N	0,5	0,65
Peuplier	X	N	XX	N	N	0,35	0,5
Platane	N	N	XX	N	N	0,6	0,8
Tilleul	N	N	X	N	N	0,45	0,55
Résineux							
Douglas	XX	X	XX	N	X	0,45	0,7
Epicea	XX	X	XX	XX	X	0,4	0,5
Meleze	XX	XX	XX	X	X	0,55	0,7
Pin de Parana	X	N	XX	N	N	0,5	0,65
Pin Laricio	XX	XX	XX	X	X	0,5	0,8
Pin Maritime	XX	X	XX	XX	X	0,5	0,8
Pin Sylvestre	N	N	XX	N	N	0,4	0,65
Sapin	XX	X	XX	X	X	0,4	0,55
Sequoia	X	X	XX	N	N	0,4	0,45
Western Hemlock	XX	N	X	N	N	0,45	0,5
Western Red Cedar	XX	XX	XX	N	N	0,3	0,35

XX Recommandé X Possible N Non

Disponibilité et prix des essences

Nom	Important	Approvisionnement Bois Massif	Approvisionnement Placages	Gamme de Prix
Bois des régions Tropicales				
Feuillus				
Bouleau	A	D	O	C
Chataignier	A	D	F	A
Chêne	A	F	F	C
Erable	A	FF	FF	CC
Frêne	A	F	FF	O
Hêtre	A	FF	FF	O
Merisier	A	DD	FF	CC
Noyer	A	DD	O	CC
Peuplier	A	F	FF	A
Platane	A	D	O	O
Tilleul	A	D	F	A
Résineux				
Douglas	A	FF	DD	O
Epicea	A	FF	FF	A
Meleze	A	F	FF	A
Pin de Parana	D	D	DD	C
Pin Laricio	A	F	FF	O
Pin Maritime	A	F	F	A
Pin Sylvestre	A	D	O	O
Sapin	A	D	FF	A
Sequoia	B	DD	DD	A
Western Hemlock	C	FF	DD	C
Western Red Cedar	C	O	D	C

Importation : A Production Européenne, B Importation régulière, C Courante, D Irrégulière ou en faible quantités, E Limitée

Nom	Important	Approvisionnement Bois Massif	Approvisionnement Placages	Gamme de Prix
Bois des régions Tropicales				
Abarco	D	DD	DD	A
Acoujou d'africque	B	D	D	A
Acoujou d'amérique	D	DD	F	C
Ako	B	O	F	A
Amarante	B	F	FF	CC
Andiroba	B	D	DD	A
Angelique	B	D	F	O
Aniegre	D	O	FF	A
Assamela	B	O	F	A
Azobe	B	F	DD	A
Bahia	D	F	Non	C
Bete	C	F	O	CC
Bosse	B	D	DD	C
Bubinga	E	D	F	C
Dibetou	C	O	F	O
Doussie	B	O	O	A
Framire	C	F	FF	A
Ilongba	C	O	DD	A
Ipe	D	D	DD	C
Iroko	B	F	FF	A
Jatoba/Courbaril	B	F	DD	CC
Kapur	E	DD	DD	C
Keruing/Yang	B	D	FF	C
Kosipo	C	O	FF	O
Kotibe	B	F	FF	A
Koto	C	D	DD	A
Lauan	B	FF	O	O
Limba	C	F	FF	A
limbali	D	O	D	CC
Louro Vermelho	D	F	Non	C
Makore	B	F	FF	A
Mengkulang	C	F	DD	A
Meranti	B	F	O	A
Merbau	B	O	Non	O
Moabi	B	D	DD	O
Movingui	C	O	FF	O
Niangon	B	D	D	A
Niove	D	DD	D	O
Ovangkol	E	D	FF	A
Padouk	B	O	DD	CC
Palissandre de Rio	Interdite	DD	DD	CC
Peroba Jaune	D	DD	DD	CC
Peroba Rose	D	DD	FF	CC
Ramin	B	FF	DD	C
Samba	C	O	D	A
Sapelli	C	D	FF	C
Sipö	B	O	FF	C
Teck	E	DD	FF	CC
Tiama	C	D	DD	C
Wenge	C	O	F	C

Importation : A Production Européenne, B Importation régulière, C Courante, D Irrégulière ou en faible quantités, E Limitée

VI - ANNEXES

Bibliographie

OUVRAGES

- Aspects environnementaux de la préservation industrielle du bois / Rapport Technique PNUE N°20, 1994.
- Atlas des bois tropicaux d Amérique latine. / Michèle CHICHIGNOUD, Gérard DEON, Pierre DETIENNE. Paris : CIRAD,1993 .
- Atlas des bois tropicaux. Tome 1 : Afrique / Klaus-Günter DHAMS, Paris ATBIT,1986
- Atlas des bois tropicaux. Tome 2 : Asie, Australie, Océanie / Klaus Günter DHAMS,Paris :ATIBT ,1989.
- Bois : Mode d'emploi et préservation / Josette CHAPELET, Danièle DIROL, Gérald OZANNE, Michel RAYSAL, Marie-Madeleine SERMENT.CTBA, 1991.
- Bois commerciaux. Tome 1 : Les résineux(conifères) / Paris :Vial / CTBA, 1988.
- Bois commerciaux. Tome 2 : Feuillus des zones tempérée / Jean COLLARDET, Jean BESSET. Paris :Vial / CTBA, 1991.
- Coffret de reconnaissance des bois de France, 16 essences, les observer, les identifier, les utiliser / Yves BENOÎT, Danièle DIROL. Paris : CTBA,2000.
- Construire avec le bois / Collection techniques de conceptions, Le Moniteur-Dominique GAUZIN-MÜLLER.. 2001.
- Construire en bois / Presses polytechniques et universitaires romandes.Julius NATTERER, Thomas HERZOG, Michaël VOLZ. 1994.
- Finitions des ouvrages en bois dans le bâtiment / Marie-Lise ROUX, Frédéric ANQUETIL. CTBA, 1994.
- Forêts tropicales jungle international / Les revers d'une écopolitique mondiale éditions Presses de sciences po. Marie-Claude SMOUTS.
- Habitat Qualité santé clefs en main / MEDIECO. Suzanne et Pierre DEOUX. 1997.
- Insectes et champignons du bois / Paris : CTBA, 2002.
- La forêt et le bois, module de formation n°1 du CNDB / Jean-claude GUY, Pascal TRIBOULOT, Jérôme GRIVET, Ludovik Bost, CNDB, 2003.
- Le bois traité à haute température (bilan technico-économique ,perspective de développement) / S.MATHIEU, P.CHANRION, D.LURO, M.VERNOIS, G.LABA.CTBA
- Le collage du bois / G.ELBEZ, D.BENTZ. Paris : CTBA, 1991.
- Le guide des essencesde bois. 61 essences, les choisir, les reconnaître, les utiliser / Yves BENOIT. Paris : CTBA : Eyrolles, 1997
- Le traitement curatif des bois dans la construction / Paris. Eyrolles/CTBA, 1996.
- Les panneaux à base de bois : guide des applications dans le bâtiment./ CTBA, 2003.

- L'essentiel sur le bois / Pierre DULBECCO Didier LURO. CTBA, 1998.
- Lutte contre les termites, Prévention, Réglementation / Paris. CTBA, Ministère de l'Équipement, des transports et du logement, 2000.
- Propriétés et caractéristiques des essences de bois / Jürgen SELL, François KROPF. LeMont Lignum, 1990.
- Termites, biologie, lutte, réglementation. Europe, départements et territoires d'outre mer français / Christian BORDE-REAU, Jean-Luc CLEMENT, Marc JEQUEL,Florent VIEAU, Paris : CTBA/CNRS,2002.
- 72 essences de bois / H. VIAL éditeur, 1996

PERIODIQUES

- Séquence bois / Publication du CNDB.
- Détails bois / Publication du CNDB.
- La maison écologique / Pour un bois écologique / N°6 Décembre 2001-janvier 2002
- Dossier bois :le b a ba du bois et de ses dérivés / N°10 Août-septembre 2002.
- Bois mag / Enquête : écocertification / N°24. Décembre 2002/Janvier 2003.

Adresses

- ADEME
Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
27, rue Louis Vicat 75015 Paris
tél : 01 47 65 20 00
fax : 01 46 45 52 36
- AFCOBOIS
Association des entreprises françaises de construction bois
10, rue du Débarcadère 75852 Paris Cedex 17
tél : 01 40 55 14 98 fax : 01 40 55 14 97
- AFIEB
Association française des ingénieurs et experts en bois
6, rue St Didier 75116 Paris
tél : 01 44 05 03 22
fax : 01 44 05 03 56
- AFNOR
Association française de normalisation
12 avenue de Pressensé 93571 St Denis La Plaine CEDEX
tél : 01 41 62 80 00
fax : 01 49 17 90 00
- ARENE Ile-de-France
Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies
94 bis avenue de Suffren 75015 Paris
tél : 01 53 85 61 75
fax : 01 40 65 90 41
- ATIBT
Association technique internationale des bois tropicaux voir FFCB
6 av de St Mandé 75012 Paris
tél : 01 43 42 42 00
fax : 01 43 42 55 22

- Bois éditions
61, rue Jouffroy d'Abbans 75017 Paris
tél : 01 47 66 17 36
fax : 01 40 53 86 44
- Centre technique de documentation du liège
10, rue du débarcadère 75852 Paris cedex 17
tél : 01 40 55 10 00
fax : 01 40 55 13 69
- CIRAD FORÊT
(bois tropicaux)
Maison de la technologie BP5035
34032 Montpellier cedex 1
tél : 04 67 61 58 00
fax : 04 67 59 37 55
- CNDB
Comité national pour le développement du bois
6, avenue de St Mandé 75012 Paris
tél : 01 53 17 19 60
fax : 01 43 41 11 88
- Conseil des bois du nord
77, avenue de Villiers 75017 Paris
tél : 01 43 80 12 33
fax : 01 43 80 36 12
- CSTB
Centre scientifique et technique du bâtiment
4, avenue du Recteur Poincaré 75016 Paris
tél : 01 40 50 28 28
fax : 01 45 25 61 51
- CTBA
Centre technique du bois et de l'ameublement
10, avenue de St Mandé 75012 Paris
tél : 01 40 19 49 19
fax : 01 43 40 85 65
- ECOBOIS
Association pour la promotion
et le recyclage des emballages en bois
36, avenue Hoche 75008 Paris
tél : 01 45 61 00 90
fax : 01 42 56 19 94
- FIBC
Fédération de l'Industrie Bois Construction
6 avenue de St Mandé 75012 Paris
tél : 01 43 45 53 43
fax : 01 43 45 52 42
- FNB
Fédération nationale du bois
1, place André Malraux 75001 Paris
tél : 01 42 60 30 27
fax : 01 42 60 58 94
- Groupement syndical des fabricants
de parquets et lambris en pin maritime
6, quai Louis XVIII 33000 Bordeaux
tél : 05 56 44 48 16
fax : 05 56 81 02 01
- GTFI
Groupement technique français de l'ignifugation
10, rue du Débarcadère 75017 Paris
tél : 01 40 55 13 13
fax : 01 40 55 13 19
- IDF
Institut pour le développement forestier
23, avenue Bosquet 75007 Paris
tél : 01 40 62 22 80
fax : 01 40 55 98 54
- IFN
Inventaire forestier national
Domaine des Barres 45290 Nogent-sur-Vernisson
tél : 02 38 28 18 00
fax : 02 38 28 18 28
- IRABOIS
Institut de recherches appliquées au bois
10, rue du Débarcadère 75852 Paris
tél : 01 40 55 14 60
fax : 01 40 55 14 44
- Le Commerce du Bois
6 avenue de St Mandé 75012 Paris
tél : 01 44 75 58 58
fax : 01 44 75 54 00
- ONF
Office national des forêts
2, avenue de St Mandé 75012 Paris
tél : 01 40 19 58 00
fax : 01 40 19 59 42
- SCEES
Service central des enquêtes
et études statistiques du ministère de l'agriculture
251, rue de Vaugirard 75732 Paris cedex 15
tél : 01 49 55 85 85
fax : 01 49 55 85 03
- SNFMI
Syndicat national des fabricants
de menuiseries industrielles
33, rue de Naples 75008 Paris
tél : 01 53 42 15 55
fax : 01 53 04 02 08
- Syndicat général
des fabricants de parquets
et lambris de feuillus
10, avenue de St Mandé 75012 Paris
tél : 01 43 42 42 34
fax : 01 43 42 05 30
- SYPAL
Syndicat national des fabricants
de palettes en bois
1, place André Malraux 75001 Paris
tél : 01 42 60 81 44
fax : 01 42 60 58 94
- UFFEP
Union française des fabricants
et entrepreneurs de parquets
10, avenue de St Mandé 75012 Paris
tél : 01 43 42 42 34
fax : 01 43 42 05 30
- UIPP
Union des industries
des Panneaux de Process
33, rue de Naples 75008 Paris
tél : 01 53 42 15 52
fax : 01 43 93 19 97

- UNACMA (CAPEB)
Union Nationale Artisanale
Charpente, Menuiserie, Agencement
46 avenue d Ivry BP 353 - 75625 Paris cedex 13
tél : 01 5360 50 00
fax : 01 45 82 49 10

- UNFCSMP (FFB)
Union nationale française des chambres syndicales
de charpente, menuiserie et parquets
10, rue du Débarcadère 75852 Paris cedex 17
tél : 01 40 55 10 00
fax : 01 40 55 14 65

- Union des industries du bois
33, rue de Naples 75008 Paris
tél : 01 53 42 15 50
fax : 01 53 42 15 51

Sites Internet

- ADEME
Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie
www.ademe.fr
- AFCOBOIS
Association des entreprises françaises de construction bois
www.maisons-bois.org
- AFNOR
Association française de normalisation
www.afnor.fr
- AFOCEL
www.afocel.fr
- ARENE Ile-de-France
Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies
www.arenidf.com
- ATIBT
Association Technique Internationale des Bois Tropicaux
www.atibt.com
- CEMAGREF
Centre national du machinisme agricole, du génie rural,
des eaux et des forêts
www.cemagref.fr
- CIRAD FORÊT
(bois tropicaux)
www.cirad.fr/activite/bois/
- CITES
Convention sur le commerce International
des espèces de faune et de flore
sauvage menacées d'extinction
www.cites.org
- CNDB
Comité National pour le Développement du Bois
www.bois-construction.org
www.boisforet.info
- CTBA
Centre Technique du Bois et de l'Ameublement CTBA
www.bois-construction.org
www.ctba.fr
www.termite.com.fr

- FAO, forêts
www.fao.org/forestry

- FERN association pour la protection des forêts humides
www.fern.org

- FNB(Fédération Nationale du bois)
www.fnbois.com

- FSC
Forest Stewardship Council
www.fsoax.org

- IBC
Ingénierie Bois construction
www.ibc-asso.fr.st

- INRS
Institut national de recherche et de sécurité
www.inrs.fr

- Le bois.com
www.le-bois.com

- Le Commerce du bois
www.lecommercedubois.com

- Le site en bois
www.site-en-bois.net

- Ministère de l'Équipement
www.logement.equipement.gouv.fr

- PEFC
Pan European Forest Certification
www.pefc.France.org