

Propriétés technologiques du bois de cèdre français

par Jean-Denis LANVIN, Didier REULING, Sandra WARREN, Mathilde MONTIBUS, Céline REYNAUD, Stéphane GRULOIS et Isabelle LEBAYON

Quelles sont les caractéristiques technologiques du bois de cèdre ?

Cette question a toute sa pertinence au regard de l'engouement du bois construction en France et des potentialités de résilience du cèdre de l'Atlas face aux aléas climatiques à venir.

Toutefois, force est de constater qu'il n'y a pas d'études récentes sur ses qualités technologiques. C'est pourquoi, il est important de lancer au plus vite une campagne de qualification du cèdre français.

En 2019, la forêt française constitue une importante ressource renouvelable (16,8 millions d'hectares +/- 100 000 ha ; 31 % du territoire) composée aux deux tiers de feuillus. Le volume de bois sur pied de la forêt française métropolitaine est de 2,8 milliards de mètres cubes. Les feuillus en représentent 64 % principalement des chênes (pédonculé, rouvre, pubescent et vert). En ce qui concerne les résineux, l'épicéa commun et le sapin pectiné constituent à eux deux 43 % du volume des conifères. La production biologique annuelle de la forêt française en volume s'élève en moyenne à 90,8 millions de mètres cubes (Mm³/an) sur la période 2009-2017, avec une incertitude statistique de l'ordre de 1,3 Mm³/an.

Avec une surface forestière de seulement 26 000 ha, le volume du cèdre sur pied est estimé à 3,9 Mm³ (l'accroissement biologique annuel est 0,2 Mm³/an) qu'il faut répartir par classes d'âge. Le volume disponible du bois sur pied d'âge compris entre 20 et 60 ans serait de 3,5 Mm³.

Anecdotique, peut-être, le cèdre se classe toutefois comme une essence de substitution intéressante face au changement climatique ou aux autres dommages comme la succession de sécheresses, les dégâts sur les arbres soumis à des tempêtes et incendies, la multiplication d'attaques de ravageurs et maladies.

Avant de proposer de nouvelles essences, il est nécessaire d'étudier leurs propriétés afin de leur attribuer des usages auxquels les acheteurs potentiels pourront se rattacher. La présente publication se place dans cette perspective en se focalisant sur l'utilisation des propriétés technologiques du cèdre présentes dans les forêts autour de l'aire méditerranéenne.

Il ressort de l'étude bibliographique que le cèdre est une essence qui peut être valorisée dans l'aménagement tant intérieur qu'extérieur, et en bois construction.

Présentation du cèdre

Le cèdre est connu depuis la plus haute antiquité car on retrouve son nom dans les livres sacrés et les légendes du proche orient. Cette notoriété est due autant à la beauté et à la majesté de son port qu'aux caractéristiques de son bois qui est odoriférant et extrêmement durable.

Le bois de cèdre proprement dit provient du genre *Cedrus*. En France on trouve principalement :

– le cèdre du Liban (*Cedrus libani*) qui est originaire des montagnes de Syrie et d'Asie mineure ;

– le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) qui est originaire d'Afrique du nord où il peut atteindre plusieurs centaines d'années avec de très grandes dimensions. C'est l'essence majoritaire en France (fiche Matériels forestiers de reproductions - MFR).

Plus diffus sur le territoire et/ou dans les parcs jardinés, est présent :

– le cèdre de l'Himalaya (*Cedrus deodara*) originaire de l'ouest de la chaîne de l'Himalaya ;

– le cèdre de Chypre (*Cedrus brevifolia*) originaire de l'île de Chypre.

La description du « cèdre » est faite par ailleurs comme présenté dans le Tableau I.

Toutefois l'appellation anglophone du cèdre de l'Atlas sous le nom commercial *cedar* ne doit pas être confondu entre autres avec le *western red cedar*. En effet, le commerce des bois de cèdre, en raison de sa renommée, a plus ou moins volontairement confondu sous le nom générique *cedar* des bois résineux durables et à odeur aromatique marquée, tels que les thuyas, genévriers et cyprès comme ceux présents aux Etats-Unis d'Amérique (GENERAL TECHNICAL REPORT FPL-GTR-190 chapter 4) et soumis aux aléas des importations vers l'Europe :

– *Western red cedar* (*Thuja plicata*, code EN 13356 « THPL »), famille des thuyas ;

– *Northern White Cedar* (*Thuja occidentalis*, code EN 13356 « THOC »), famille des thuyas ;

– *Eastern red cedar* (*Juniperus virginiana*, code EN 13356 « JUVR »), famille de genévriers ;

– *Yellow cedar* (*Chamaecyparis nootkatensis*), famille des cyprès ;

– *Atlantic White Cedar* (*Chamaecyparis thyoides*), famille des cyprès

– *American Cedar* (*Cedrela* spp. ; code EN 13356 « CEXX »), famille des cedrela.

Par ailleurs, les propriétés technologiques des bois US ne sont pas non plus équivalentes (GENERAL TECHNICAL REPORT FPL-GTR-190 chapter 5) avec celles déterminées sur les essences européennes.

A ce stade de nos investigations bibliographiques, le cèdre produit un bois de qualité, stable et durable, adapté à la plupart des usages (COURBET 2012). La grande durabilité naturelle du bois de cœur, riche en huiles essentielles, est le principal atout du cèdre. Grâce à elle, il excelle dans les emplois extérieurs sans contact avec le sol, pour lesquels il ne nécessite pas de traitements (menuiserie extérieure, bardage, volets, mobilier urbain...). Du fait de sa forte odeur, il est employé pour éloigner les mites mais ne peut être utilisé pour l'emballage alimentaire (arrêté du 15 novembre 1945).

Réputé cassant, il présente en effet de faibles valeurs de modules d'élasticité et de rupture. Il est pourtant utilisé en structure pour des charpentes à condition de surdimensionner les débits. Les arbres ayant poussé à faible densité ou n'ayant pas été élagués ont de grosses branches. Ils produisent un bois de moins bonne qualité, beaucoup plus noueux et hétérogène dans ses caractéristiques. Comparé aux autres essences, le bois de cèdre présente une densité élevée et un faible retrait. Il se déforme peu au séchage. La largeur de cerne n'est pas un facteur qui affecte la densité du bois de manière rédhibitoire. La vitesse de croissance influe donc a priori peu sur la qualité du bois. Il est employé pour la plupart des usages, des plus communs (papier, palette, coffrage...) jusqu'aux plus nobles pour les vieux arbres de son aire d'origine (ébénisterie fine, sculpture, tranchage...). Son odeur agréable et sa couleur en font un bois apprécié.

Tab. I :

Dénomination des cèdres
(extrait de la norme
EN 350).

Nom scientifique de l'essence	Code selon EN 13556	Nom commun ou commercial (E -anglais ; F - français)	Origine des bois
<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex Carr.		E: Cedar	Afrique,
<i>Cedrus deodara</i> (D. Don) G. Don	CDXX	F: Cèdre	Asie

Recensement des propriétés technologiques

Les technologies contemporaines de construction et l'engouement du bois dans l'agencement font appel à des produits qui répondent à des normes, exigences et réglementations adhoc. L'analyse de la littérature permet de trouver facilement les propriétés technologiques (Cf. Tab. II) et les propriétés physiques (Cf. Tab. III) du cèdre. Mais, ces propriétés ont été établies à partir d'essais sur éprouvettes de petites dimensions, débités de droit fil et sans singularités.

Le quantitatif technologique reste très faible faute de valeurs étayées et remises à jour selon les derniers référentiels. Il est à noter que ces qualités ne permettent pas une commercialisation du cèdre mais seulement une comparaison inter-essences. En effet, l'application de la Directive Produit de la construc-

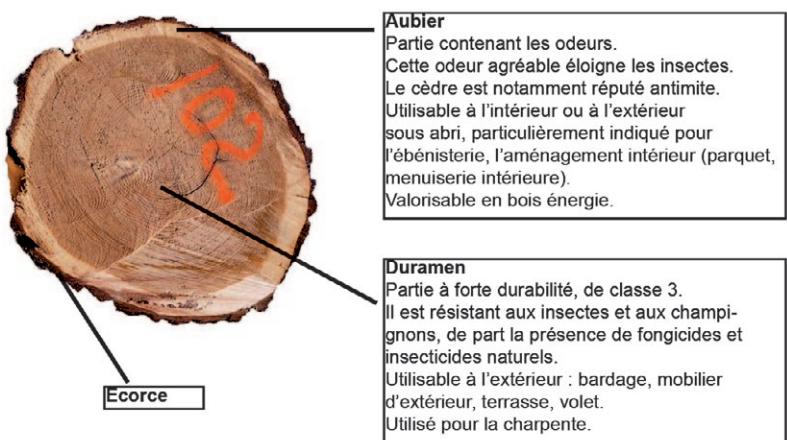


Fig. 1 (ci-dessus) :

Différenciation et usage de l'aubier - duramen du cèdre de l'Atlas (Fournié et al. 2011).

Tab. II et III (ci-dessous) :

Principales caractéristiques mécaniques (Tab. II, ci-dessous) et physiques (Tab. III, en bas) du cèdre établies à partir d'essais bois sans défaut en comparaison avec certaines essences (le coefficient de variation [CV] est l'écart-type de la distribution divisé par la moyenne).

Caractéristiques mécaniques	Essences	Epicéa	Douglas	Pin sylvestre	Cèdre		
	Références bibliographiques	[Benoit] France	[Benoit] France	[Benoit] France	[TROPIX]	[Brunetti] Italie 2000	[Quiquandon] France
	Provenance des bois	France	France	France			
	Date des études	Non renseignée	Non renseignée		Non renseignée		1976
Contrainte de rupture axiale en compression (MPa)	45	55	50	42	48.8 (CV=11%)	51 (CV=14%)	
Contrainte de rupture axiale en traction (MPa)	85	93	102				
Contrainte de rupture axiale en flexion statique (MPa)	71	85	90	82	94 (CV=14%)	114.8 (CV=12%)	
Contrainte de cisaillement (MPa)					13.6 (CV=12%)	4.7 (CV=21%)	
Module d'élasticité axiale en flexion statique (MPa)	11000	12100	11900	10100	10100 (CV=24%)	9240 (CV=12%)	
Dureté Brinell perpendiculaire aux fibres (MPa)	13	18	18				
Dureté Monin (mm-1)	1.4	2.2	3.0	2.4		2.1 (CV=28%)	

Caractéristiques physiques	Essences	Epicéa	Douglas	Pin sylvestre	Cèdre		
	Références bibliographiques	[Benoit] France	[Benoit] France	[Benoit] France	[TROPIX]	[El Azzouzi] France 1998	[Brunetti] Italie 2000
	Provenance des bois	France	France	France	Non renseignée		
	Date des études	Non renseignées					1976
Masse volumique (en kg/m ³ à 12%)	450	540	530	510	620 (CV=9.6%)	530 (CV=6.8%)	520 (CV=9%)
Retrait volumique total	14.4	13.2%	14.1%	6%	8%	11.3% (CV=10%)	11.4 (CV=15%)
Coefficient de retrait volumique					0,37%		0.42 % (CV=12%)
Retrait tangentiel	9.3%	8.1%	9%	6%	5%		
Retrait radial	5.1%	5.1%	5.1%	4.1%	3.2%	4.7 (CV=14%)	

tion impose depuis le 1^{er} janvier 2012 le marquage CE pour les bois de structure selon la norme harmonisée EN 14081-1 impliquant l'affichage d'un certain nombre d'informations caractérisant les sciages. La classe de résistance mécanique (EN 338) est l'une des informations majeures pour le dimensionnement des structures en bois massif (selon l'Eurocode 5) comme pour la détermination du classement pour la résistance des Bois lamellés-collés (BLC), Bois massifs reconstitués (BMR) et Bois massifs aboutés (BMA). Les propriétés technologiques présentées dans le Tab. II ne peuvent être utilisées en l'état.

Le bois est un matériau composite qui présente de grandes variations de qualité selon les essences, la génétique, les conditions de croissance et d'environnement. Les propriétés du bois ne varient pas seulement d'arbre en arbre (variabilité inter arbre), mais aussi au sein d'un même arbre (variabilité intra arbre) selon sa section transversale et le long de l'axe de l'arbre. Par ailleurs, les processus de transformation de bois ronds en bois équarri interfèrent avec la structure interne du bois naturel par « tranchage » des fibres de bois du fait de la conicité du tronc. Ceci entraîne des variations sensiblement plus importantes pour les propriétés mécaniques du bois équarri par rapport à celles du bois rond.

Les propriétés mécaniques d'un bois non classé d'une essence quelconque peuvent varier d'une amplitude telle que la pièce la plus résistante en flexion est parfois 10 fois supérieure à la pièce la plus faible (Cf. Tab. IV). Pour prendre en compte cette variabilité, en construction, l'utilisation du bois est basée sur ses valeurs caractéristiques de résistance, c'est-à-dire les fractiles d'exclusion inférieures à 5% de la population.

Comme nous le voyons dans le tableau IV, le bois doit être séparé en classes de différentes qualités (cette segmentation étant effectuée pièce par pièce au sein d'une population) pour que la majorité des pièces puissent être utilisées (FLORENTIN, 2004).

Tab. IV :
Contrainte à la rupture
en flexion à chant
des bois en dimensions
commerciales (résultats
provenant de la base
de données FCBA).

Essence	Contrainte à la rupture (flexion 4 points) en MPa			
	Minimum (fractile à 5%)	Moyenne	Maximum (fractile à 95%)	Nombre éprouvette
Sapin	6,5	44,9	92,8	1742
Epicéa	5,3	44,9	86,4	1591
Douglas	17,5	38,7	68,7	8148
Peuplier	20,3	44,2	64,2	1671

Le classement est supposé garantir que les propriétés du bois soient satisfaisantes pour son utilisation et en particulier que les propriétés de résistance et de rigidité soient fiables. La résistance ne peut être déterminée qu'indirectement par des paramètres qui peuvent être établis visuellement ou par des méthodes non destructives (classement par machine).

Durabilité

Le bois, matériau biodégradable, est facilement dégradé car il contient des substances favorables à la nutrition de certains agents biologiques : ainsi, l'amidon contenu dans des aubiers permet le développement des champignons de discoloration du bois et des larves de lyctus (qui ne se développent que dans les feuillus riches en amidon). Cependant, au cours du temps, les réserves disparaissent et les protéines s'épuisent. Le bois devient moins attractif pour certains insectes (capricorne des maisons par exemple), mais il demeure susceptible d'attaque par les champignons et peut même devenir attractif pour d'autres insectes comme les vrillettes et les termites du fait de la dégradation conjointe de certaines substances potentiellement toxiques ou répulsives.

La notion de durabilité naturelle des essences est connue depuis que l'homme utilise le matériau bois pour la construction. Ainsi, bien avant notre ère, la charpente du Temple du roi Salomon fut construite en cèdre (*Premier livre des rois*), une essence utilisée encore aujourd'hui pour sa durabilité et pour son odeur aromatique marquée et persistante. Chaque essence de bois a sa propre durabilité naturelle, même si celle-ci peut être faible, ce n'est pas une qualification absolue valable dans toutes les conditions d'emploi et pour une durée illimitée.

Préconisations

Tout objet ou construction en bois intégré dans un environnement donné, ou plus particulièrement dans une situation en service, est soumis à un certain nombre de risques biologiques (insectes coléoptères, insectes xylophages termites, champignons lignivores ou téribants marins). Ces risques biologiques constituent autant de dangers de dégradation, pour autant que certaines conditions préalables, nécessaires à l'activa-

tion et au développement de ces attaques, soient réunies. Ces conditions sont généralement liées au climat, à la température, à la zone géographique, mais surtout au niveau d'exposition du bois à l'humidité au cours de sa vie en œuvre, facteur critique qui conditionne le développement de dégradations fongiques et dégâts de termites.

Un prescripteur en matière de durabilité du bois est une personne qui spécifie les caractéristiques du matériau ou du produit en service, tel un architecte en relation avec les entreprises titulaires des prestations de travaux. Deux qualités conditionnent la réussite de cette démarche : prescrire clairement et pouvoir contrôler le respect de cette prescription. Les niveaux de protection des ouvrages, selon leur type, leur exposition et les risques qui y sont liés, devront être choisis par le concepteur-prescripteur au terme d'une réflexion qui va le conduire à définir successivement, pour chaque pièce de bois, ouvrage ou partie d'ouvrage :

– les **exigences réglementaires** (principalement la conformité à la loi termites) et normatives en matière de durabilité, si elles existent ;

– la **classe d'emploi du bois** : pour cela, il est nécessaire d'identifier en premier lieu la nature des sollicitations et les paramètres influant sur la durabilité de l'ouvrage ou de la partie d'ouvrage considérée (selon la norme EN 335) ;

– la **durée de service** que l'on peut attendre du bois en fonction de sa durabilité et de ses caractéristiques de mise en œuvre est identifiée dans le fascicule de documentation FD P 20-651 (Cf. Tab.V).

1 - Regroupent les insectes à larves xylophages, les insectes nidificateurs, les termites, les champignons lignivores et les térébrants marins.

Durabilité naturelle

La définition de la notion de durabilité naturelle telle qu'on la trouve dans les normes européennes a évolué au cours des ans.

Le document le plus récent (EN 350) (Cf. Tab.VI) parle de « *durabilité vis-à-vis des agents biologiques* » qu'elle définit comme « *résistance inhérente d'une essence de bois ou d'un matériau dérivé du bois vis-à-vis des agents de dégradation du bois* ¹ ». Il est précisé que « *cette résistance inhérente est due à la présence de composants naturels qui peuvent présenter différents niveaux de toxicité contre les organismes biologiques, et/ou à des particularités anatomiques ou à une constitution spécifique de certains matériaux dérivés du bois* ».

La norme EN 350 permet donc au prescripteur de déterminer si l'essence qu'il a choisie ou qu'on lui impose est suffisamment durable pour la classe d'emploi retenue ou s'il doit en sélectionner une autre, économiquement et techniquement plus accessible. L'approche décisionnelle est multicritères : les essences naturellement durables doivent

Essence de bois purgés d'aubier		Durabilité fongique naturelle et classe d'emploi					Résistance aux insectes à larves xylophages	Resistance aux termites
Nom standard	Code	1	2	3a	3b	4		
Cèdre	CDXX	L3	L3	L2	L1	Non	Oui	Non
Western Red Cedar	THPL	L3	L3	L2	L1	Non	Oui	Non

L3 : Longévité supérieure à 100 ans ;

L2 : Longévité comprise environ entre 50 et 100 ans dans l'utilisation initialement prévue ;

L1 : Longévité comprise environ entre 10 et 50 ans dans l'utilisation initialement prévue ;

N : Longévité incertaine et dans tous les cas inférieure à 10 ans, ces solutions ne sont pas à prescrire.

Tab. V (ci-contre) :
Classification du cèdre vis-à-vis des risques fongiques fonction de la durée de service (extrait du fascicule FD P 20-350).

Origine	Masse volumique à 12% MC	Durabilité naturelle des bois				Imprégnabilité Duramen	Largeur de l'aubier
		Champignons	Capricornes	Vrillettes	Termites		
Afrique	Pas de chiffre						
Asie	à ce jour	1-2		D	D	M	3

Champignons (durabilité du bois parfait) : 1 =Très durable, 2 = Durable,

Capricornes et vrillettes : D =bois parfait durable,

Termites (durabilité du bois parfait) : M = Moyennement durable,

Imprégnabilité : 3 = Peu imprégnable,

L'appellation n/d signifie que les données disponibles ne sont pas suffisantes pour statuer.

Tab. VI (ci-dessous) :
Durabilité naturelle et de l'imprégnabilité du cèdre (extrait de la norme EN 350)

Un scieur nous parle du cèdre

Jean-Paul Bottero est le dirigeant de la scierie Croix Valmer Bois située sur la commune de La Croix Valmer dans le Var. Installé en 1978 en tant que menuisier, il crée en 1986 la scierie. Dans cette petite entreprise de services, les clients, professionnels comme particuliers, viennent y trouver ce qu'ils ne trouvent pas ailleurs. Jean-Paul Bottero a fait le choix de travailler avec différentes essences et parmi elle : le cèdre de l'Atlas qui représente environ 15% de son activité (soit environ 80m³ de grumes par an). Pour cette essence, il s'approvisionne localement dans le Var ainsi qu'en Ariège. Ses fournisseurs sont très variés : coopératives forestières, associations syndicales libres de propriétaires forestiers, exploitants forestiers ou encore des particuliers. Jean-Paul Bottero apprécie le cèdre car « *il est léger, il est donc idéal pour la réalisation de charpentes de portées moyennes. De plus, c'est un bois qui se travaille facilement, qui est naturellement durable, qui ne fend pas, qui se travaille facilement et qui sent bon. Un de ses autres avantages est qu'il présente des diamètres de grume suffisant pour réaliser du sciage hors cœur.* » Avec cette essence, il réalise essentiellement des poutres de charpente, des plateaux de table (Cf. Photos) et des habillages tels que des voliges larges sur mesure, des platelages...

Le cèdre n'est pas une évidence pour ses clients car il est plutôt méconnu. Aussitôt présenté par Jean-Paul Bottero la plupart des clients tombent sous le charme du cèdre de l'Atlas !

L. Quernec (Fibois Sud)

Contact : Jean-Paul Bottero - croixvalmerbois@free.fr - 04 94 79 78 06



Photos :

En haut : Jean-Paul Bottero, gérant de la scierie Croix Valmer Bois avec une planche de cèdre sur le banc de scie.

Ci-contre : plan de vasque de salle de bain.

En bas : pool house, structure réalisée en cèdre de l'Atlas.

Réalisations : Croix Valmer Bois.



être purgées de leur aubier (ce qui n'est techniquement possible qu'à condition que l'aubier soit naturellement différencié ou facilement différenciable, en scierie par exemple). Si le duramen n'est pas différencié/différenciable, l'essence est généralement considérée comme n'étant que de l'aubier, donc classée périssable en totalité et doit faire l'objet d'un traitement. Les critères de choix seront alors fondamentalement différents, car l'essence la plus appropriée en cas de traitement n'est généralement pas celle qui présente la meilleure durabilité naturelle.

La durabilité naturelle vis-à-vis des champignons et des insectes du duramen du cèdre serait à étudier pour caractériser au mieux le cèdre français. Les résultats aideront à déterminer dans quelle classe d'emploi le duramen de cèdre pourrait être utilisé. Ainsi la filière française disposerait des éléments pour valoriser le cèdre dans la construction en usage extérieur ou intérieur.

Les extractibles naturels contenus dans le duramen

Les bois parfaits à duramen différencié ont en général une durabilité naturelle bien supérieure à celle des bois parfaits non différenciés. Ils se distinguent de l'aubier par une coloration en général plus foncée ; toutefois, l'intensité de la coloration n'est pas un critère de durabilité.

Ces différences de durabilité résident dans l'acquisition de substances chimiques variées déposées dans les cellules de parenchyme lors de la transformation de l'aubier en duramen dans l'arbre, au niveau des couches d'aubier les plus anciennes.

Depuis le parenchyme, ces substances diffusent dans les autres types de cellules du plan ligneux. Il est certain que la durabilité des essences comportant un duramen différencié est liée à la présence de substances toxiques pour les agents biologiques. Ces substances ont été extraites et analysées : de nature phénolique, elles appartiennent à trois grands groupes de « molécules naturelles » :

- les terpènes et terpénoïdes, qui sont des hydrocarbures. Parmi les terpènes on distingue les monoterpènes (telle que la pinène du pin), les sesquiterpènes (huiles essentielles), les diterpènes (résines). Les terpénoïdes sont des terpènes fonctionnalisés ;
- les cires et graisses ;

– les polyphénols (ou « composés phénoliques ») : ce sont des molécules qui possèdent un pouvoir antioxydant élevé, jouant souvent un rôle dans la résistance des végétaux aux attaques biologiques. Les polyphénols regroupent plusieurs familles de composés tels que les stilbènes (par exemple les pinosylvines des pins), les flavonoïdes (taxifoline, dihydrokaempférol), les quinones (tectoquinones du teck), les lignanes, mais également les tannins, présents dans l'écorce et le bois de nombreuses essences.

Un recensement des molécules extractibles du cèdre devra être réalisé pour connaître son potentiel en terme de chimie verte.

Réaction au feu

Les incendies peuvent avoir des conséquences dévastatrices aussi bien pour les personnes que pour les biens. C'est pourquoi chaque pays fixe des règles de sécurité incendie pour les bâtiments. Une partie de cette réglementation incendie concerne des exigences en terme de réaction au feu des matériaux employés. Ces exigences dépendent notamment de la fonction des locaux (hôpital, cinéma, crèche, etc), de leur superficie, de leur facilité d'évacuation (type de public, présence d'étages, etc.).

La France distingue les applications d'ameublement des applications de construction :

– Pour les **applications d'ameublement**, les exigences sont fixées en terme de classement M selon la norme de classement française NF P 92-507 (classification M0 à M4).

– Pour les **applications de construction**, les exigences sont fixées en terme de classement Euroclasse selon la norme EN 13501-1 (classification A1 à F).

* Pour les classements énergétiques Euroclasse B à D, des classements complémentaires fumées (« s ») et projections enflammées (« d ») sont également évalués, donnant lieu à des classements de type B-s1, d0 à D-s3, d2.

** Le classement énergétique correspond à la contribution énergétique du matériau. Les résultats obtenus permettent le classement du produit selon le niveau de production de chaleur.

** L'opacité de la fumée correspond à la contribution fumigène du matériau. Les résultats obtenus permettent le classe-

ment du produit selon le niveau de production de fumée :

- s1 : production de fumée très limitée,
- s2 : production de fumée limitée,
- s3 : produits fortement fumigènes.

** L'observation de débris ou de gouttelettes enflammés lors de l'essai permet de classer selon trois niveaux :

- d0 : pas de goutte enflammée,
- d1 : pas de goutte ou de débris dont l'inflammation dure plus de 10 s,
- d2 : ne satisfait pas les critères d1 ou d0 à l'essai SBI ou inflammation de papier lors de l'essai à la petite flamme.

* Pour des bois utilisés en façade, des exigences complémentaires peuvent être nécessaires (essais feu façade ou essais LEPIR II).

Afin de faciliter l'utilisation de certains matériaux aux propriétés connues, il existe des classements conventionnels permettant de justifier le niveau de réaction au feu de certains matériaux, notamment le bois. En particulier, lorsqu'ils sont utilisés en ameublement, les bois résineux massifs (dont le cèdre) bénéficient d'un classement conventionnel M3 lorsqu'ils sont utilisés à une épaisseur supérieure ou égale à 18 mm.

Les bois utilisés en construction bénéficient également de classements conventionnels selon leur utilisation. Par exemple, nous pouvons acter lorsqu'ils sont utilisés en tant que :

– bois de structure :

* les bois de section rectangulaire, de masse volumique moyenne minimale 350 kg/m³ et d'épaisseur minimale 22 mm sont classés conventionnellement D-s2, d0.

– bardage ou lambris :

* les bois de masse volumique moyenne supérieure à la valeur minimale de 390 kg/m³, d'épaisseur nominale supérieure ou égale à 9 mm et d'épaisseur minimale supérieure ou égale à 6 mm, posés sans lame d'air ou avec une lame d'air fermée, sont classés conventionnellement D-s2, d2.

* Les bois de masse volumique moyenne inférieure à la valeur minimale de 390 kg/m³, d'épaisseur nominale supérieure ou égale à 12 mm et d'épaisseur minimale supérieure ou égale à 8 mm, posés sans lame d'air ou avec une lame d'air fermée, sont classés conventionnellement D-s2, d0.

* Les bois de masse volumique moyenne inférieure à la valeur minimale de 390 kg/m³, d'épaisseur nominale supérieure ou égale à

Jean-Denis LANVIN
Didier REULING
Sandra WARREN
Mathilde MONTIBUS
Céline REYNAUD
Stephane GRULOIS
Isabelle LEBAYON
FCBA
Allée de Boutaut
BP 227 33028
BORDEAUX
jean-denis.lanvin@fcba.fr

18 mm et d'épaisseur minimale supérieure ou égale à 12 mm, posés avec ou sans lame d'air de toute dimension, sont classés conventionnellement D-s2, d0.

Ces classements conventionnels s'appliquent notamment au cèdre lorsqu'il respecte les exigences. Toutefois, certains bois peuvent obtenir de meilleurs classements. En particulier, un essai indicatif réalisé sur du sequoia (RAPPORT FCBA 2009) a donné un résultat correspondant à un niveau de classement D-s1, d0, mais les essais n'ont pas été poursuivis pour pouvoir valider un classement sur la moyenne de trois tests répliques selon les exigences de la norme de classement NF EN 13501-1. Par ailleurs, des classements C-s1, d0 ou C-s2, d0 ont été obtenus sans traitement d'ignifugation pour l'angélique, l'amarante et certains mélèzes. Ces meilleurs classements sont souvent liés à la masse volumique du bois, son état de surface, son taux de résine, son épaisseur et son montage.

Le positionnement des essences dans ces classements doit obligatoirement être justifiée par la réalisation d'essais dans un laboratoire agréé par le ministère de l'Intérieur français ou un laboratoire notifié européen dans le cadre du marquage CE. Entre autre, l'essai SBI [« Single Burning Item » - objet isolé en feu (EN 13823)] met en évidence la contribution d'un matériau (hors revêtement de sol) au développement d'un feu dans un scénario simulant une combustion d'un objet isolé en feu dans le coin d'une pièce réalisée avec des pans d'éprouvettes de 0,5 m x 1,50 m et 1 m x 1,50 m.

Conclusions

Demain, fort d'un volume rapidement exploitable, le cèdre français sera à même de jouer les essences de substitution sur le marché de la construction et/ou de l'ameublement fonction de ses qualités intrinsèques. Toutefois, ses qualités technologiques souvent mises en avant dans la littérature, ne sont pas toutes déterminées, quand bien même elles le sont, les référentiels d'essais et les réglementations ont changé depuis.

Force est de constater qu'il n'y a pas non plus d'études récentes de caractérisation prenant en compte la variabilité intrinsèque de l'essence en fonction de sa sylviculture (typologie de la placette, croissance de l'arbre, âge des arbres et masse volumique des sciages).

La connaissance précise des caractéristiques technologiques du cèdre français en fonction de sa variabilité est donc un préalable indispensable à toute tentative de développement de l'utilisation en bois d'œuvre de cette essence. Pour cela, le prélèvement du cèdre français nécessitera une traçabilité de tous les instants autour des principaux bassins arrivant à maturité. Enfin, l'enregistrement de son potentiel technique devra être assuré aux seins des différents comités de normalisation.

Références normatives

EN 335 (2013) « Durabilité du bois et des matériaux à base de bois - Classes d'emploi : définitions, application au bois massif et aux matériaux à base de bois »

EN 338 (2016) « Bois de structure — Classes de résistance »

EN 350 (2016) « Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Méthodes d'essai et de classification de la durabilité vis-à-vis des agents biologiques du bois et des matériaux dérivés du bois »

EN 460 (1994) « Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois - Durabilité naturelle du bois massif - Guide d'exigences de durabilité du bois pour son utilisation selon les classes de risque ».

EN 13501-1 (2018) « Classement au feu des produits et éléments de construction - Partie 1 : classement à partir des données d'essais de réaction au feu »

EN 13556 (2003) « Bois ronds et bois sciés - Nomenclature des bois utilisés en Europe »

EN 13823 (2020) « Essais de réaction au feu des produits de construction - Produits de construction à l'exclusion des revêtements de sol exposés à une sollicitation thermique provoquée par un objet isolé en feu »

EN 14081-1 (2019) Structures en bois - Bois de structure à section rectangulaire classé pour sa résistance - Partie 1 : exigences générales

FD P 20-651 (2011) « Durabilité des éléments et ouvrages en bois ».

NF P 92-507 (2004) « Sécurité contre l'incendie - Bâtiment - Matériaux d'aménagement - Classement selon leur réaction au feu »

Bibliographie

Arrêté du 15 novembre 1945 (Journal Officiel), arrêté qui fixe la liste des matériaux susceptibles d'être utilisés sans inconvénient pour la santé publique dans la fabrication des instruments de mesure et des récipients mesures qui sont en contact direct des denrées alimentaires.

Benoit Y. « *Guide des essences de bois - 90 essences - Comment les reconnaître, les choisir et les employer* », 2018, Edition EYROLLES

Brunetti M & All « Natural durability, physical and mechanical properties of atlas cedar (*Cedrus atlantica* Manetti) wood from southern Italy » *Annals of Forest Sciences* (France). Août-Sept. 2001. v. 58 (6) p. 607-613 @INRA, EDP Sciences

Courbet F & All « *Le cèdre en France face au changement climatique : bilan et recommandations* » RMT AFORCE décembre 2012 32 p.

El Azzouzi K, Keller R « Propriétés technologiques du bois de cèdre de l'atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) », *Forêt méditerranéenne* t XIX N°1, février 1998.

Fiches MFR : <https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-conseils-d-utilisation-des-provenances-et-varietes-forestieres>

Florentin GH, Guinard D « Vingt ans d'actions sur le classement des bois français : des résultats concrets pour valoriser les grumes et sciages issus de la forêt française » *Revue Forestière*. LVI numéro spécial 2004 pp 185-193 <https://doi.org/10.4267/2042/5140>

Fournié S, Laporte S, Marichy M-C, Projet de fin d'études « *Guide pratique de la valorisation locale du bois en Luberon* » 2010-2011

Guide FCBA « *Comprendre et maîtriser la durabilité du bois dans la construction* » coédité avec le CODIFAB en 2020,

Quiquandon B. « le bois de cèdre (*Cedrus atlantica*) provenant des reboisement français., Rapport CTB septembre 1976.

Rapport final FCBA 2009 « Préqualification du bois *Sequoia Semprevirens* en vue d'un usage en construction ».

Tropix CIRAD « Fiches de 245 essences forestières tropicales et tempérées » <https://tropix.cirad.fr/fiches-disponibles>

Wood Handbook - General Technical Report FPL-GTR-190 2010
• CHAPTER 4 « Moisture Relations and Physical Properties of Wood »
• CHAPTER 5 « Mechanical Properties of Wood »

Lexique

Aubier : zone extérieure du bois qui, dans un arbre sur pied, contient des cellules vivantes et conduit la sève brute vers le haut et, fréquemment, de couleur plus claire que le duramen.

Duramen : zone intérieure du bois qui, dans un arbre sur pied, ne contient plus de cellules vivantes ou ne conduit plus la sève. Le duramen est souvent plus sombre que l'aubier, bien que, selon les essences de bois, il ne soit pas toujours possible de le différencier de celui-ci à l'œil nu.

Bois sans défauts : bois dépourvu de défauts et de singularités.

Bois de droit fil : bois dans lequel les fibres sont parallèles à l'axe longitudinal de la pièce.

Propriétés mécaniques du bois : caractéristiques du bois en réaction à l'application de forces externes.

Contrainte : force appliquée par unité de surface.

Contrainte à la compression axiale : contrainte maximale supportée par une éprouvette pour un effort de compression parallèle au fil.

Contrainte au cisaillement axial : capacité d'une éprouvette à résister au déplacement interne d'un plan d'une pièce sur un autre dans le sens long du fil.

Module d'élasticité en flexion statique : mesure de la capacité d'une éprouvette à résister à une déformation par flexion au-delà de la limite de proportionnalité.

Contrainte en flexion statique : rapport entre le moment de flexion maximal supporté par l'éprouvette et son module d'inertie.

Contrainte à la traction axiale : contrainte maximale en traction dans le sens du fil supportée par une éprouvette.

Dureté statique (application parquet) : capacité d'une éprouvette à résister à la pénétration d'un poinçon à une profondeur spécifiée par application d'une charge progressivement croissante.

Propriétés physiques du bois : caractéristiques quantitatives du bois et comportement du bois en réaction à des influences extérieures à l'exclusion des forces appliquées.

Retrait (paramètre inhérent au séchage et à la mise en œuvre des produits) : diminution des dimensions ou du volume de l'éprouvette due à la réduction de la teneur en humidité en-deçà du point de saturation des fibres.

Résumé

Face à l'engouement du bois construction en France, le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) français peut répondre à la demande croissante surtout grâce à la maturité (60 ans) de son massif forestier (26 000 ha ; 3,9 Mm³ sur pied) présent sur l'arc méditerranéen. De par son patrimoine génétique, le cèdre peut devenir une essence de substitution face au dérèglement climatique. Cependant, les caractéristiques technologiques du cèdre recensées à ce jour ne permettent pas un usage à forte valeur ajoutée principalement dû à l'ancienneté des données et aux référentiels d'analyse. C'est pourquoi, il est important de lancer au plus vite une campagne de qualification du cèdre français en vue d'un marquage CE à plusieurs niveaux (classification mécanique, feu et durabilité entre autres) pour positionner cette essence en bois construction sans oublier une valorisation à de nouveaux marchés comme ceux de la chimie verte de par la forte présence d'extractible.

Summary

Technical properties of French cedar wood

In the light of the enthusiasm in France for using wood in the construction industry, the country's Atlas cedar (*Cedrus atlantica*) timber can meet this increasing demand thanks above all to the maturity (60 years) of its cedar forests around France's Mediterranean Rim (26000ha, 3.9 Mm³ standing). Given the cedar's genetic characteristics, the species is available as a recourse in the face of climate change. However, at present the cedar's known technical characteristics do not permit its use for high-added-value applications, essentially because the data is old and the analytic framework inadequate. For these reasons it is vital to launch a campaign as soon as possible for certifying cedar quality in order to apply EU marking for a range of levels (mechanical aptitude, fire resistance, durability, amongst others) so as to establish its value as construction wood. Furthermore, new markets such as « green » chemistry have opened up thanks to the cedar's high content of extractable substances.