

CONSTRUIRE EN BOIS

Feuillus

#8

FB FIBOIS
AUVERGNE-RHÔNE-ALPES

Les feuillus, de nombreuses possibilités pour construire et aménager

Botaniquement, les feuillus se distinguent des résineux par leur capacité à produire des fleurs et des fruits, tandis que les résineux produisent des cônes.

Éléments structurels, menuiseries, parquets, agencements intérieurs, aménagements extérieurs, bardage, tavaillons... Les usages des feuillus sont variés mais encore trop sous-utilisés. Les résineux sont aujourd'hui les essences phares de la construction bois, cependant la ressource en feuillus représente une part importante de notre patrimoine forestier et a beaucoup à apporter. Depuis quelques années, l'utilisation de feuillus en structure émerge à nouveau sur le marché, avec une offre de produits innovants présentant de nombreux atouts.

Alors comment intégrer du feuillu de manière réaliste ? Certains leviers peuvent aider à l'insertion de feuillus dans la construction, ils seront développés au cours de ce guide.

Michel Cochet
Président de Fibois AuRA

Sommaire

Comment intégrer les feuillus dans la construction ?	2
Aujourd'hui, les feuillus dans la forêt régionale	4
Le chêne	6
Le châtaignier	8
Le hêtre	10
Le peuplier	12
le frêne	12
Le robinier	14
Le feuillu en menuiserie	15
Pour résumer	15

Direction de la publication Marinette Feuillade, déléguée générale de Fibois Auvergne-Rhône-Alpes **Suivi éditorial** Zacharie Faure et Marinette Feuillade **Rédaction** Zacharie Faure **Conception graphique** Julien Leroy **Crédits photographiques** Les photographies sont la propriété de Fibois Auvergne-Rhône-Alpes sauf mentions indiquées.

Date de publication : Décembre 2024

Photo de couverture : Extension de la cantine de Saint-Martin-en-Haut (69) - Architecte : Roda Architectes (69) - Crédit photo ©Sandrine Rivière

Comment intégrer les feuillus dans la construction ?

Les freins à l'utilisation des feuillus

Ils poussent tordus, lentement, leur séchage est très long, leur transformation est peu industrialisable, leur sylviculture est abandonnée dans de nombreuses zones. Tous ces facteurs, rendent ces essences trop onéreuses pour les utiliser de manière généralisée, il faudra donc jouer sur leurs atouts.

Tirer parti des atouts du feuillu de la forêt au bâtiment

- Le mélange des essences ralentit les feux de forêt
- Richesse et biodiversité en forêt → habitats diversifiés et chaînes alimentaires complexes
- Résilience des écosystèmes face aux changements climatiques et aux maladies
- Résistance mécanique supérieure → moins de volume de bois nécessaire
- Durabilité naturelle → durée de vie plus longue et peu (voire pas) d'utilisation de produits de traitements
- Meilleure résistance au feu → peut permettre de laisser du bois apparent dans les bâtiments
- Dureté → plus résistants à l'usure et au poinçonnement, peuvent subir une utilisation intensive comme le parquet
- Esthétique unique → offre une variété de textures, de teintes et de motifs de grain

Employer le feuillu là où il est adapté

- Conception des bâtiments : connaître les caractéristiques des essences (cf pages suivantes) ainsi que l'offre disponible (longueur, section, produits techniques) pour les prendre en compte dans la conception
- Reproduire les savoir-faire ancestraux, en les adaptant à notre époque : en s'inspirant des savoir-faire historiques, la fabrication de produits de construction à partir de feuillus pourrait se redévelopper, en intégrant les techniques et process actuels.

En France, c'est le chêne qui compose majoritairement notre patrimoine bâti, autant pour les charpentes que pour les bâtisses en colombages. Historiquement, chaque canton employait le bois local dont il disposait, car les transports de bois étaient trop compliqués.

On recense des bâtiments très anciens en chêne, dont les âges sont estimés grâce à la dendrochronologie :

- Le plus ancien : La charpente de la chapelle Saint Georges, Rochecorbon – 1028
- La Charpente de la maison romane, Cluny – 1091
- La charpente de l'église de Greested, Angleterre – 1053

Dans les massifs montagneux comme les Alpes ou le Jura, on utilisait les résineux locaux. Et même si des bâtiments en résineux comme le sapin sont encore debout après 400 ans, ceux en chêne peuvent dater de quasiment 1000 ans.

La durabilité naturelle du chêne, bien supérieure à celle des résineux, explique la durée de vie remarquable de ces bâtiments. Dans les bâtiments en chêne, ce n'est généralement pas le bois qui compromet leur durabilité, mais des facteurs extérieurs comme les catastrophes naturelles, les fuites dans la couverture non réparées, des guerres, ou des incendies. À titre d'exemple, la charpente de Notre-Dame de Paris, construite en 1240, aurait pu encore tenir des siècles sans l'incendie de 2019.

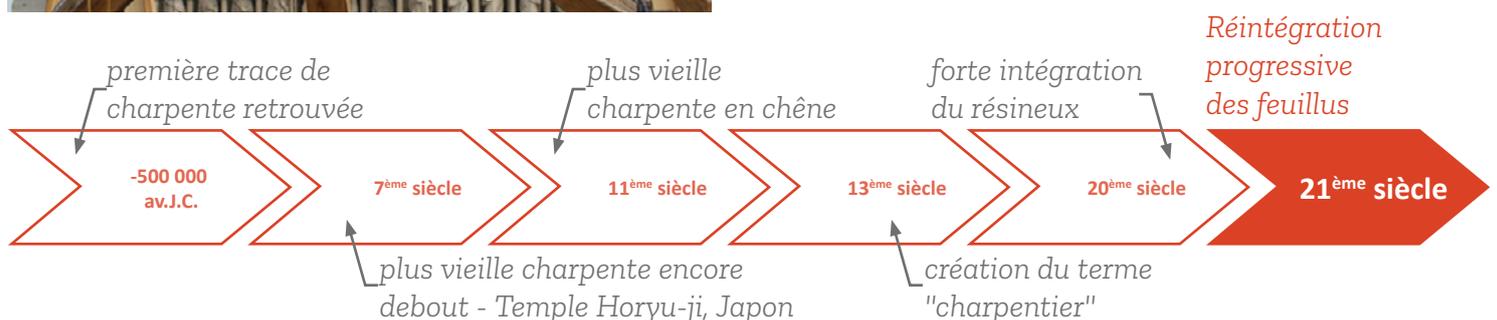


Au 18^{ème} siècle, le peuplier est introduit dans les constructions pour des raisons économiques. Sa pousse rapide permet de réduire les cycles de récolte.

Ce n'est qu'au 20^{ème} siècle que l'usage des feuillus dans la construction a été drastiquement réduit, au profit des résineux. Ceux-ci, poussant plus vite et offrant des troncs plus droits, facilitent leur exploitation et transformation à grande échelle. C'est d'ailleurs à cette époque que d'importantes plantations de résineux sont initiées, nous en héritons aujourd'hui.

À l'exception du chêne et du peuplier, les autres essences feuillues étaient surtout destinées à l'ébénisterie, à une époque où les meubles en bois massif étaient la norme. Leur qualité et durabilité permettaient de se les transmettre de génération en génération. Avec le temps, l'ébénisterie s'est raréfiée, les meubles sont désormais fabriqués en panneaux de particules et sont régulièrement renouvelés.

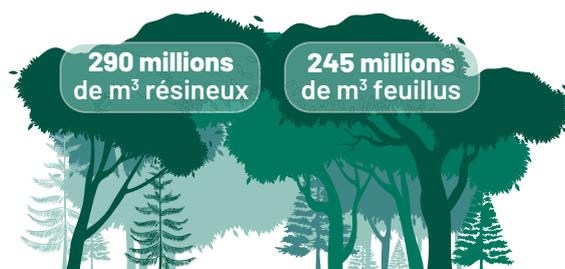
Aujourd'hui, afin de maintenir le rôle de la forêt en matière de captation de carbone, il convient de gérer les forêts de feuillus et de (re)trouver une valorisation pour ces essences.



Aujourd'hui, les feuillus dans la forêt régionale

Malgré l'engouement fort pour le résineux au 20^{ème} siècle qui a été accompagné de grosses campagnes de plantation, les feuillus représentent encore 64 % des volumes de bois sur pied en France et 45 % en Auvergne-Rhône-Alpes (qui est la première région de France en volume de bois sur pied). Et notre forêt continue de grandir en surface et grossir en volume chaque année.

En effet, en Auvergne-Rhône-Alpes sur les dernières années, l'accroissement naturel des forêts est de plus de 15 millions de m³ par an. L'ensemble des prélèvements par la filière professionnelle et par les propriétaires privés représente plus de 8 millions de m³ et la mortalité des arbres en forêts presque 3 millions de m³. Cette forêt grossit ainsi de 3 à 4 millions de m³ par an, dont une grande majorité de ces volumes sont des feuillus (75 %).

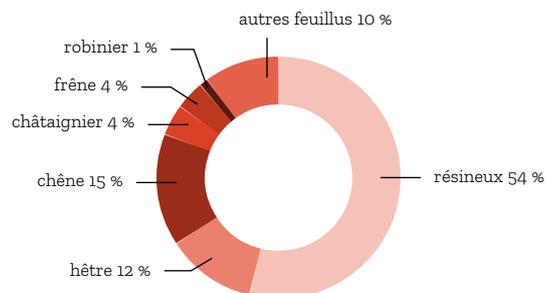


535 millions de m³ de bois sur pied

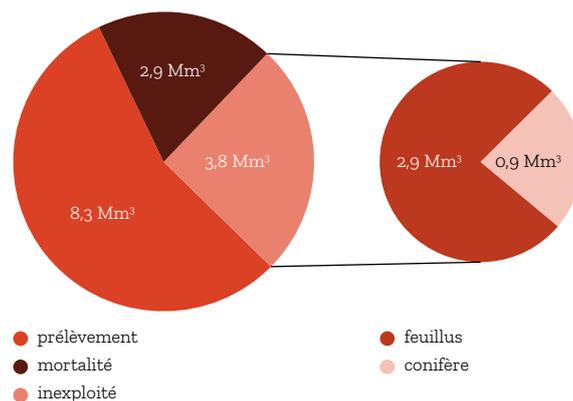
soit environ 225 m³ / hectare en moyenne en Auvergne-Rhône-Alpes

La part de la mortalité en forêt a fortement augmenté ces dernières années sous les effets du changement climatique et les projections scientifiques prévoient une poursuite de ces effets. La résilience des forêts face à ces changements nécessite notamment d'avoir des arbres en croissance et une diversité d'essences. La récolte d'arbres arrivés à maturité ou dépérissants permet une gestion sylvicole dynamique pour accompagner le bon développement de nos forêts. Pour cela, il est nécessaire d'utiliser au mieux tous les bois qu'elles produisent.

En parallèle, la demande en bois d'œuvre augmente en France et dans notre région, notamment afin de décarboner la construction et la rénovation de tous types de bâtiments. Actuellement, les feuillus récoltés sont très majoritairement destinés à la production de bois énergie et seulement 5% des volumes de sciages produits en Auvergne-Rhône-Alpes sont des feuillus. L'enjeu collectif est de pouvoir plus transformer et utiliser cette ressource en produits pour construire et aménager.



Répartition des essences en Auvergne-Rhône-Alpes en volume de bois sur pied
source : OCRE par l'IGN



Etat de l'accroissement naturel
source : IGN

Bon à savoir !

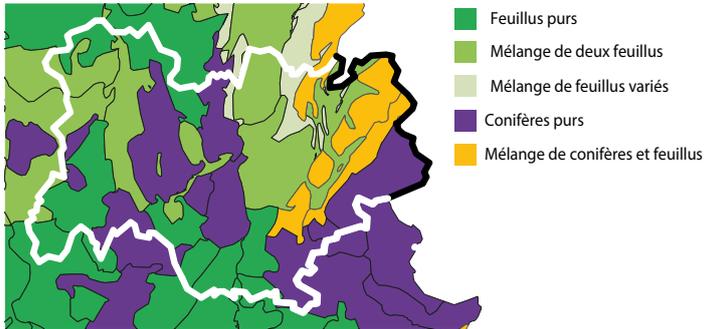
AURA.BOISDICI.ORG

Vous cherchez un produit ou un savoir-faire local ? Ce site internet permet de découvrir plus de 100 produits disponibles en Auvergne-Rhône-Alpes. Vous avez la possibilité de filtrer vos recherches par essence.



Les 6 essences principales de la région

Dans ce guide, nous vous présentons 6 essences, choisies pour leur forte disponibilité en Auvergne-Rhône-Alpes et leur intérêt en construction.



source : Mémento édition 2024, Inventaire forestier national, page 65 - IGN

Volumes en forêt

Le volume sur pied dans notre région pour chacune de ces essences est renseigné dans le tableau suivant, sauf pour le peuplier. Elles sont comparées à l'épicéa, essence très présente et très récoltée en région.

Essence	Volume sur pied (Mm3)	Proportion du volume total
Épicéa	91	17 %
Chêne	79	15 %
Hêtre	63	12 %
Châtaignier	20	4 %
Frêne	22	4 %
Robinier	6	1 %

source : OCRE par l'IGN

Les tanins

Les tanins sont des molécules naturellement présentes dans certains bois, elles offrent une protection naturelle contre la pourriture et les insectes, mais à l'inverse, ce sont ces molécules qui peuvent provoquer des coulures, des taches, des réactions avec les métaux et compliquer les finitions. Il faut donc bien se renseigner sur la teneur en tanin d'une essence avant de l'employer.

Le tableau ci-dessous représente la durée de vie en situation selon la classe d'emploi visée des différentes essences de bois en nombre d'années. En fonction de la classe d'emploi et de l'usage du produit bois, choisissez l'essence la plus adaptée.

	Durabilité fongique selon la classe d'emploi					Résistance aux insectes à larves xylophages	Résistance aux termites
	Classe 1	Classe 2	Classe 3.1	Classe 3.2	Classe 4		
Épicéa	L3	L2	L1	N	N	x	x
Robinier	L3	L3	L3	L2	L1	✓	✓
Châtaignier	L3	L3	L3	L2	L1*	✓	x
Chêne	L3	L3	L3	L2	L1*	✓	x
Hêtre	L3	L2	N	N	N	x	x
Peuplier	L3	L2	L1	N	N	x	x
Frêne	L3	L2	L1	N	N	x	x

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

Le duramen

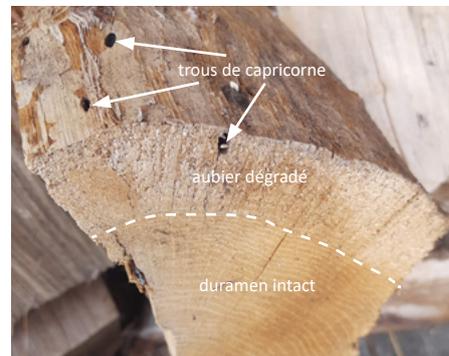
Pour utiliser des bois qui sont naturellement durables, il convient de savoir distinguer l'aubier du duramen. Le duramen est la partie mécanique qui tient l'arbre debout pendant sa durée de vie, c'est un bois déjà « mort ». À l'inverse, l'aubier laisse circuler les sèves de l'arbre, son bois est donc plus tendre et riche pour les insectes et les champignons. Cette zone sera donc très peu durable. On le voit sur l'image ci-dessous, au bout de quelques années l'aubier se dégrade et se fait attaquer, alors que le duramen reste intact.

Quand on parle de la résistance naturelle d'un bois, on parle toujours de son duramen, si on veut utiliser une essence en tant que telle, il faut s'assurer que le scieur a bien retiré l'aubier. L'épaisseur de l'aubier est très variable en fonction de l'essence. Pour certaines essences, comme le cas du hêtre, il n'y a pas de différence de teinte, et la durabilité est la même dans toute la pièce de bois.



Différenciation entre l'aubier et le duramen du chêne

source : Fibois AuRA



Conséquences d'attaques de capricorne sur du bois de chêne

source : Fibois AuRA

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

***** : Uniquement sans contact avec le sol

Le chêne

Quercus

En France, on dénombre plusieurs espèces de chênes, chacune offrant des caractéristiques de bois spécifiques à son espèce. En Auvergne-Rhône-Alpes, les chênes sessiles, pédonculés et pubescents sont les plus répandus. Ils sont principalement cultivés en futaie régulière. Cette méthode permet de produire des bois de grosse section et à croissance régulière. Les qualités de premier choix sont destinées au secteur de la tonnellerie. Les bois de second choix, destinés à la charpente ou aux parquets, sont moins valorisés. En Auvergne-Rhône-Alpes, quelques scieries sont spécialisées dans cette essence et la transforment en quantité industrielle en parquets, avivés de charpente, traverses... Il existe à l'échelle française, une production de panneaux d'agencement intérieur en trois-ply ou panneaux lattés.

Cette essence est valorisée dans certains projets neufs, mais ceux-ci restent trop rares au vu de ses nombreuses qualités. En général, le bois de charpente en chêne est surtout exporté en Angleterre, où il est très apprécié. Le chêne est connu pour sa durabilité due à un fort taux de tanin, qui rend le bois acide et nécessite l'utilisation de quincaillerie inoxydable.

Identité du chêne

Usages : Charpentes, menuiseries, agencement intérieur, aménagements extérieurs, parquets, bardage

Aspect : Aubier bien distinct, fil droit, duramen brun jaunâtre, légèrement veiné, fonçant à la lumière

Durabilité : Excellente en charpente, bonne en extérieur

Séchage : Lent et délicat

Volume sur pied en Auvergne-Rhône-Alpes : Important, 14 % du volume total, 79 Mm³

Finition : Produits non filmogènes conseillés pour cause de remontées de tanins, coulures de tanins possibles

Stabilité : Moyennement stable, fissuration courante

Dépérissement : Dérèglement climatique, encre, scolytes

Le chêne une essence sous-évaluée mécaniquement

Le chêne n'est pas bien adapté au système de classement visuel, ce qui conduit souvent à une sous-évaluation dans la norme actuelle. Un classement mécanique barre par barre en scierie, similaire à celui utilisé pour le peuplier, pourrait permettre de mieux valoriser la grande résistance du chêne, en particulier en compression axiale. Des outils se développent, notamment le Sylvatest, qui utilise les ultrasons pour classer les barres avec précision. Yasmína Sandoz – CBS/Lifteam – témoigne ainsi de son utilité : « Plus de 500 tests sur des poutres et des poteaux ont été réalisés avec notre Sylvatest 4 dans le cadre de la réhabilitation des Entrepôts des Magasins Généraux pour en faire le Hilton aujourd'hui. Les poutres ont donné des bons résultats D50 à D70 et il y avait moins de 10 % de poutres en D40. »

Les classements visuels en sortie de scierie de chêne se situent généralement autour de D18 ou D24, illustrant clairement une sous-évaluation de cette essence.

Témoignage

de Marius Creuze, Le Bois Taillé (21), entreprise de charpente traditionnelle

« Après l'obtention de contrats auprès de l'ONF, je récolte des arbres lors des 2^{ème} ou 3^{ème} éclaircies. Ces arbres, habituellement vendus en bois énergie, sont alors valorisés en bois de charpente. Nous cherchons des arbres permettant de scier deux faces parallèles. Le reste est retravaillé à la main pour suivre la forme des troncs ou avec des outils, comme l'écorceuse ou la scie à ruban. L'objectif est de créer une charpente en sélectionnant les arbres en fonction du projet.

L'utilisation de machines modernes est essentielle pour rester compétitif. Mon objectif est de respecter le savoir-faire ancestral tout en le combinant avec des méthodes modernes. Au final, comme nous achetons le bois à moindre coût, nous obtenons un prix au mètre cube de chêne compétitif. J'ai racheté un atelier, pour produire de la charpente avec du bois moisé et boulonné, afin de réduire le nombre d'assemblages bois-bois. Cela permet d'atteindre les exigences techniques du marché et de gagner du temps sur la préfabrication. »



Charpente en chêne équarris
Crédit photo : Le Bois Taillé

L'avantage du bois de brin

Lors du sciage d'une grume, des contraintes internes sont libérées, entraînant des déformations qui apparaissent progressivement avec le séchage. En construisant en bois de brin, c'est-à-dire en utilisant une poutre correspondant à un arbre entier, de plein cœur, ces contraintes demeurent contenues dans le tronc, ce qui limite considérablement les déformations.

Les méthodes ancestrales

Les anciennes charpentes ont traversé les siècles, et il est donc pertinent d'étudier leur conception et leur fabrication.

Les extraits ci-dessous se rapportent à la charpente de la cathédrale de Bourges, construite à une époque où de nombreuses charpentes étaient réalisées en chevrons formant ferme. Cette méthode, très différente des techniques actuelles, repose sur une structure composée uniquement de fermes, chaque chevron constituant une ferme à part entière. Ce type de construction exige un grand nombre de barres fines de grande longueur. Pour donner un ordre de grandeur, les chevrons de cette cathédrale mesurent en moyenne 14 mètres, ce qui est relativement long.



Charpente en chêne de la cathédrale de Bourges (18)
Crédit photo ©Frédéric Epaud

Témoignage

de Frédéric Epaud, chercheur au CNRS UMR 6173 CITERES - LAT

« Tous les éléments de la charpente du XIII^e siècle sont des chênes sessiles équarris, avec le cœur de l'arbre conservé dans chaque pièce, ce qui augmente sa résistance et sa stabilité. Il est intéressant de noter que 94% des chênes qui ont servi à élaborer la charpente sont jeunes, moins de 60 ans, avec un faible diamètre (23-28 cm) et une hauteur totale de l'arbre de 20-25 m, venant de parcelles avec une densité de 1700 arbres/ha.

Modèle
actuel



Renouvellement naturel. Croissance lente et constante, grain fin.

RENOUVELLEMENT

Modèle
ancien
en taillis

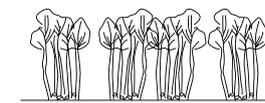


Renouvellement par souche. Système racinaire adulte plus résistant au dépérissement pour certaines variétés de chênes

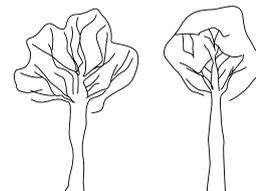


Éclaircie régulière. Bois d'éclaircie valorisable en charpente à partir de 60 ans.

CROISSANCE

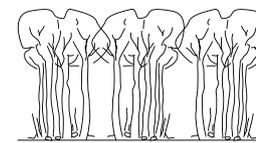


Aucun entretien. croissance forte les 20-30 premières années.



100 arbres/ha, diamètre 60-80 cm. Récolte à 120-200 ans.

PRÉLÈVEMENT



1700 arbres/ha, diamètre 23-28 cm. Récolte à 60 ans.

Merrains pour tonneaux, pièces de charpente, sciage séché, grosses sections, parquet

UTILISATION

Bois de brin (1 arbre = 1 poutre), faible section, grande longueur. Bois posé frais. Plus difficile à industrialiser

D'après des peuplements témoins en forêts de Tronçais, avec reproduction par semis, un chêne de 60 ans présente un fût de 19-23 cm de diamètre pour une hauteur totale de l'arbre de 16-19 m. On constate que les chênes de la charpente de la cathédrale, au même âge, avaient des dimensions plus importantes.

Actuellement, à l'exception de quelques futaies régulières de chênes, la plupart des futaies régulières de chênes sont traitées en sylviculture « dynamique », avec des coupes d'éclaircies pour garder les arbres dits « d'avenir », avec des croissances radiales régulières. On attend entre 120 et 200 ans avant de récolter un chêne.

Les bois de la cathédrale proviendraient de taillis régénérés par rejet de souche. L'avantage de ce mode de sylviculture, est que le rejet bénéficie des apports d'un système racinaire adulte, ce qui engendre une croissance forte. Nous ne connaissons malheureusement aucun témoin de ce type de peuplement qui aurait pu faire l'objet d'un suivi. Seules des populations issues d'une régénération naturelle par semis permettent d'établir des comparaisons.

Au total, pour l'ensemble de la charpente de la cathédrale, il aura fallu couper 1 170 chênes, correspondant à une coupe de 3 hectares seulement d'une futaie sur souche de forte densité. Nous sommes très loin des idées reçues sur l'épuisement des forêts médiévales lié aux constructions des cathédrales.

Les charpentes d'époque moderne sont conçues pour répondre aux difficultés à trouver des bois de qualité longs et fins à l'échelle nationale. »

La pratique sylvicole du taillis, avec des cycles courts comme mentionné précédemment, est désormais rare et n'est plus encouragée par les organismes forestiers. Actuellement, l'exploitation en futaie régulière fournit des pièces adaptées à la charpente, issues des éclaircies. Si la disponibilité de cette ressource issue des éclaircies venait à être insuffisante, ce qui est loin d'être le cas, la gestion en taillis à cycles courts pourrait être envisagée sur certaines parcelles. Cela permettrait d'augmenter la production de pièces longues et de faibles sections.

Il faut tout de même savoir que plus un arbre grossit, plus il produit du bois. A titre d'exemple, il faut 3 chênes âgés de 100 ans, soit un cumul de 300 ans, pour remplacer un seul chêne de 170 ans.

Le châtaignier

Castanea sativa

L'utilisation du bois de châtaignier en charpente demeure aujourd'hui peu répandue en France. Bien que de nombreuses charpentes aient autrefois été identifiées comme étant en châtaignier, cela provenait le plus souvent d'une confusion : la plupart étaient en réalité en chêne. Ces deux essences de bois, visuellement similaires, sont fréquemment confondues. En conséquence, les charpentes en véritable châtaignier sont rares. On en retrouve tout de même quelques unes en France, mais plus fréquemment en Italie, en Espagne et au Portugal. Son utilisation en bardage est de plus en plus courante grâce à sa forte durabilité naturelle. Il existe à l'échelle française, une production de panneaux d'agencement intérieur en trois-ply ou panneaux lattés.

Identité du châtaignier

Usages : Charpentes, menuiseries, bardage, parquets, tavaillons, aménagements extérieurs, agencements intérieurs, mobiliers extérieurs

Aspect : Aubier distinct, fil plutôt droit, duramen brun jaunâtre moyen (ressemble au chêne sans maillures)

Durabilité : Très bonne en charpente et bonne en extérieur

Volume sur pied en Auvergne-Rhône-Alpes : Moyen, 4 % du volume total, 20 Mm³

Finition : Produits non filmogènes conseillés pour cause de remontées de tanins, coulures de tanins possibles

Stabilité : Moyennement stable, fissuration courante

Dépérissement : Plus fréquemment dû au dérèglement climatique que dû au chancre et à l'encre.

Bon à savoir !

TECHNO GUIDE CHÂTAIGNIER

Pour plus de détails techniques, vous pouvez vous référer à ce guide spécifique au châtaignier.



Disponible sur le-chataignier.fr

La ressource actuelle en bois de châtaignier provient le plus souvent d'arbres abandonnés destinés à la production de châtaignes plutôt qu'à la production de bois d'œuvre. Elle se limite donc généralement à de petites longueurs et petites sections. Cependant, cette ressource reste abondante dans certaines régions comme Auvergne-Rhône-Alpes.

Le châtaignier présente une durabilité comparable à celle du chêne grâce à sa forte teneur en tanins, bien qu'il ait une résistance mécanique légèrement inférieure.

Le châtaignier fait partie de la norme française de classement structurel par tri visuel (NF B 52 001), et peut donc être utilisé en construction selon l'Eurocode 5. Sa forte teneur en tanins impose cependant l'utilisation de quincaillerie inoxydable. Son bois contient très peu d'aubier, ce qui en améliore le rendement matière à la transformation. Toutefois, il est sensible à la roulure, un défaut pouvant rendre certaines pièces inutilisables en charpente.



Mobilier extérieur en châtaignier
Crédit photo © Fibois Auvergne-Rhône-Alpes

De nombreux projets modernes l'ont intégré, notamment la Maison de la Nature à Montoulieu, dans l'Hérault, ou le Belvédère de la vallée de l'Eyrieux en Ardèche.

Le bois de châtaignier est particulièrement adapté à la fabrication de tavaillons (tuiles en bois), se fendant de manière nette et offrant une excellente durabilité en extérieur.

Témoignage

de Franck Berger, chargé de mission sur la valorisation du châtaignier chez Céribois (26)

« Céribois anime un projet partenarial de valorisation du châtaignier dans le Massif central. L'un des objectifs est de faire connaître les potentialités de cette ressource locale. Elle pourra d'abord être valorisée grâce à la chimie verte, et à travers des produits d'aménagements extérieurs, ce qui convient aux petites sections et aux faibles longueurs de bois. Dans un second temps, le projet ambitionne de dynamiser la sylviculture pour orienter la production vers du bois d'œuvre. »

Extension de la cantine de Saint-Martin-en-Haut (69)

> chêne & châtaignier

Témoignage

de Noëlie Clapasson, architecte chez Roda Architectes (69)

« Nous avons conçu un édifice léger et aérien, tel une cabane perchée sur de fines échasses.

Cette disposition permet de créer un effet suspendu de la « cabane » dégagant l'espace en dessous pour accueillir un préau.

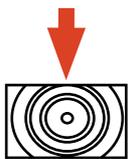
Pour ce lieu à destination des enfants, la métaphore de la cabane a été reprise dans le travail de la structure et se dessine sur les portiques.

Dès le début, nous avons dans l'idée de mettre en place du feuillu afin de valoriser la ressource locale. C'est donc en chêne de Bourgogne qu'a été réalisée la structure.

Dans notre démarche, nous avons également souhaité mettre en avant le châtaignier. À l'intérieur, il revêt les parements sous forme d'un habillage tressé, inspiré des fascines traditionnelles. À l'extérieur, des planches découpées en formes ondulantes rappellent ce même motif, renforçant l'identité visuelle du projet. Ici, le châtaignier provient de la Drôme. »

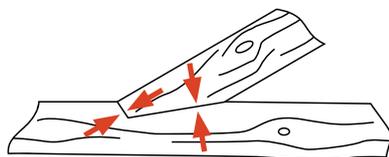


Crédit photo ©Sandrine Rivière



Compression transversale
3 fois meilleure en chêne qu'en résineux

Les embovements travaillent en compression transversale



Le chêne, une essence à forte résistance en compression transversale
source : Fibois Auvergne-Rhône-Alpes

Maître d'ouvrage : Commune de Saint-Martin-en-Haut (69)
Architecte : Roda Architectes (69)
Bureau d'études structure bois : Arborescence(69)
Bureau d'études thermiques : Bureau d'études Matte (69)
Économiste : Cyprium(69)

Entreprises bois : Charpente Couverture Vaganay (69), Chardon Serge (69), Lofoten (69)

Fournisseur de bois : Scierie Poncin (01)

Année de livraison : 2023

Surface de plancher : 187 m²

Bois consommé : 62 m³

Coût total (hors foncier et VRD) : 924 970 € HT

Coût du lot bois : 489 383 € HT



Crédit photo ©Sandrine Rivière

Témoignage

de Guillaume Bonnet, BET Structure, Arborescence (69)

« Ce projet est spécialement adapté au feuillu et plus spécifiquement au chêne. Les tanins du chêne peuvent corroder les aciers, il faut donc mettre en place des protections en zinc. Il est aussi crucial de travailler avec du bois bien sec pour éviter les déformations, surtout dans un projet comme celui-ci avec beaucoup de menuiseries et une bonne étanchéité à l'air. En poutres, le chêne n'offre pas de réduction significative des sections par rapport au résineux, leurs résistances en flexion étant assez proches. En revanche, le chêne est trois fois plus performant en compression transversale. Ici, on va chercher ce type de résistance avec des assemblages en embovements (cf schéma ci-contre). L'optimisation des assemblages permet de réduire les sections des barres.

La conception repose sur une technologie par portique pour limiter la longueur des barres, mais les plus longues mesurent tout de même 9 mètres. Les sections importantes demandent des temps de séchage particulièrement longs. C'est pour cette raison que nous en avons reconstitué certaines en les superposant et en les liant à l'aide de broches. Par exemple, deux poutres 14 x 18 cm en deviennent une seule 14 x 36 cm. À l'origine prévu en châtaignier, le projet a été réorienté vers le chêne, car les sections disponibles en châtaignier (12 x 12 cm max.) étaient insuffisantes. »

Le hêtre

Fagus sylvatica

Le hêtre est la deuxième essence feuillue d'Auvergne-Rhône-Alpes. Le hêtre massif permet de fabriquer des ustensiles, des manches d'outils, des marches d'escalier ou des meubles. On peut l'utiliser en structure, uniquement pour des petites portées, car il est très nerveux et se déforme sous l'effet de l'humidité reprise et du séchage. Il est donc déconseillé en charpente, mais est tout à fait utilisable en poteaux contrecollés, en carrelé de menuiseries intérieures, pour des escaliers, parquets, panneaux d'agencement latté... Sa résistance mécanique en compression est excellente et beaucoup plus élevée que celle des résineux, ce qui permet de réduire drastiquement les sections utilisées. Ce bois est très sensible à l'eau et à l'humidité, il faut donc bien le protéger en phase chantier. Le hêtre traité haute température (THT) fonctionne aussi très bien en bardage, on le retrouve par exemple sur l'école de Maringues. C'est une essence très imprégnable, il est utilisé en traverse de chemin de fer en Suisse, après imprégnation de traitement autoclave.

Identité du hêtre

Usages : Poteaux contrecollés, menuiseries intérieures, façades rideau, agencements intérieurs, parquets, bardages thermotraités

Aspect : Blanchâtre à brun très pâle

Durabilité : Uniquement en intérieur abrité

Volume sur pied en Auvergne-Rhône-Alpes : Important, 12 % du volume total, 63 Mm³

Finition : Prise de teinte uniforme

Stabilité : Instable, très nerveux

Dépérissement : Important face au dérèglement climatique

D'après les travaux de Fibois Grand Est (Florian BAYLE) sur la valorisation des feuillus, il a été identifié pour des utilisations en structure que :

- Le hêtre, par son caractère nerveux, doit être travaillé soit à partir de sections courtes, soit à partir de bois collés ayant des sections et des longueurs plus importantes. Cette production de bois collés est aujourd'hui existante à l'échelle française, mais absente en région Auvergne-Rhône-Alpes.
- L'utilisation du hêtre en poutre horizontale ne permet pas un réel gain de section. Cela ne permet pas de compenser le surcoût du produit
- Les structures tridimensionnelles (type Halle de Scionzier (74)) semblent adaptées au hêtre. Ce type de conception est basé sur de faibles sections et longueurs. La dureté élevée de cette essence rend les assemblages performants. Malgré tout, ces structures ne sont pas forcément les plus économiques en raison du grand nombre d'assemblages et du gros volume de bois utilisé.
- En Allemagne, le LVL à base de hêtre se distingue par des performances mécaniques exceptionnelles, inégalées à ce jour (GL75). Cependant, en raison d'une demande insuffisante, ce modèle semble difficilement transposable en France.



Façade rideaux et poteaux en hêtre à Rouen (76)
Crédit photo ©Nicolas.Grosmond

Témoignage

de Maxime Castel, Manubois (76)

« Les feuillus ne remplaceront pas les bois résineux dans tous les domaines, mais dans certaines applications intérieures le hêtre collé apporte de réelles solutions :

- **Les poteaux** : le lamellé collé de hêtre est plus résistant à la compression que le béton et peut donc le remplacer à section équivalente dans les applications les plus exigeantes (voir photo ci-dessus).

- **Les façades rideaux** : en structure de façade vitrée, le hêtre apporte une qualité accrue et une grande finesse tout en étant très compétitif face au bois résineux (voir photo ci-dessus).

- **Les bâtis de portes coupe-feu** : ils constituent la majeure partie de notre chiffre d'affaires. C'est un marché très concurrentiel, mais sur lequel nous nous distinguons par le service et la qualité.

- **Les panneaux décoratifs acoustiques** : Quand bien même le hêtre est parfaitement adapté à cette application, il est rarement présent dans les catalogues. Il faut stimuler la demande pour que les industriels du secteur y répondent. »

Wood Up à Paris (75)

> hêtre

Maître d'ouvrage : REI Habitat
 Architecte : LAN Architecture
 Economiste : BMF
 Bureau de contrôle : APAVE

Entreprises bois : Poulingue
 Fournisseur du hêtre : Manubois

Année de livraison : 2024
 Surface de plancher : 7900 m²
 Nombre d'étage : 15
 Coût des travaux : 25,1 millions € HT



Intérieur Wood Up
 Crédit photo ©Patrik Lazic



Façade de Wood Up
 Crédit photo ©Nicolas Grosmond

Témoignage

de Philippe Neurrisse, directeur technique, REI Habitat (93)

« En 2017, REI Habitat a été désigné lauréat du grand concours national Adivois portant sur la réalisation de démonstrateurs de la construction bois grande hauteur sur le site de la ZAC Paris Rive Gauche.

Conçu dans un contexte réglementaire changeant, le projet signé par l'agence LAN (Local Architecture Network) a connu plusieurs évolutions. Initialement composée d'essences résineuses, la structure a progressivement évolué jusqu'à intégrer des poteaux feuillus, plus précisément en hêtre. Cette opération, livrée à l'automne 2024, propose ainsi des poteaux intérieurs en hêtre, des poutres en épicéa ainsi que des parquets en chêne.

Une structure bois apparente au sein des logements

Si le permis de construire a été accordé avant la publication de la Doctrine de la Brigade des Sapeurs-Pompiers de Paris (BSPP) sur les matériaux biosourcés, un avis d'encapsulage du bois et de sprinklage a été ajouté lors de l'examen d'un permis modificatif. La mise en œuvre de plaques de plâtre dissimulant l'intégralité de la structure bois en complément d'un système de sprinklage aurait engendré d'importants surcoûts, sans parler de l'empreinte environnementale d'un tel ajout de matière.

Nous avons donc financé des essais au sein du laboratoire Efectis, avec des résultats démontrant l'auto-extinction du feu sur les poteaux en hêtre, et le maintien de la résistance du bois pendant l'incendie. Enfin, nous avons validé que la section résiduelle était supérieure à celle prévue par le calcul. Ces résultats ont permis à la BSPP de lever l'obligation de sprinklage et d'encapsulage, le choix du hêtre (plus dense que le résineux) ayant été un facteur favorable. Ces études ont été partagées avec la filière afin de développer la construction en feuillus partout.

Le recours aux essences feuillues : un surcoût à relativiser

Le projet du WoodUp (R+15) a montré toute la pertinence des essences feuillues dans la construction. Le hêtre, bien que plus cher au m³, est mécaniquement plus résistant que les solutions traditionnelles en résineux. Le volume et la section des poteaux ont alors été réduits, augmentant ainsi la surface commercialisée par appartement tout en réduisant le volume de bois acheté. Le surcoût à l'achat a été ainsi en partie compensé par l'augmentation du chiffre d'affaires. Chez REI Habitat, dès qu'un projet dépasse 5 ou 6 étages, nous privilégions désormais le choix d'essences feuillues pour les poteaux. »

	BLC Résineux	BLC Hêtre	Différence du hêtre
Volume bois (m ³)	173	118	-31,8 %
Prix (€/m ³)	2 200	3 200	+45,5 %
Coût total (€)	380 000	382 000	+0,5 %

SHAB Gagnée (m ²)	Prix (€/m ²)	Gain lié à la surface vendue (€)
20	14 000	280 000

Comparaison entre l'utilisation BLC résineux et feuillus pour la tour Wood Up
 source : REI Habitat

Le peuplier

Populus

&

le frêne

Fraxinus excelsior

Identité du peuplier

Usages : Charpentes, menuiseries, agencements intérieurs, bardages thermotraités, emballages, lambris

Aspect : Aubier très peu distinct, fil droit, duramen blanc uniforme

Durabilité : Bonne en intérieur

Volume sur pied en Auvergne-Rhône-Alpes : Volume très faible, plus présent dans d'autres régions

Finition : Prise de teinte uniforme

Stabilité : Moyenne

Dépérissement : Important face au dérèglement climatique

Identité du frêne

Usages : Menuiseries, agencements intérieurs, bardages thermotraités, lames de terrasse thermotraitées

Aspect : Aubier non distinct, fil droit, duramen blanc crème

Durabilité : Uniquement en intérieur abrité

Volume sur pied en Auvergne-Rhône-Alpes : Moyen, 4 % du volume total, 22 Mm³

Finition : Aucune difficulté

Stabilité : Moyennement stable

Dépérissement : Chalarose, déconseillé à la plantation

Bon à savoir !

TECHNO GUIDE PEUPLIER

Pour plus de détails techniques, vous pouvez vous référer à ce guide spécifique au peuplier. Disponible sur franceboisforet.fr



LE THERMO TRAITEMENT

Le thermo traitement permet de stabiliser le bois et le rend plus durable en extérieur. Il devient par contre plus fragile, les applications seront donc plutôt du bardage ou du lambris. Les essences que l'on retrouve le plus souvent sont le peuplier, le frêne, le chêne, et le hêtre.



Le peuplier

Le peuplier a été intégré dans de nombreuses charpentes à partir du 18^{ème} siècle en France, on le retrouve dans les anciennes maisons. L'industrie du papier et de l'emballage a par la suite pris le monopole du peuplier, il n'était alors plus du tout utilisé en construction. Comme son nom l'indique, ce bois « peut plier », c'est pour cette raison qu'il est très apprécié pour réaliser des emballages. Le peuplier n'est plus cultivé pour son bois structurel, et l'industrie lui demande de pousser le plus vite possible. La quantité a été augmentée au détriment de la qualité. Certains peupliers n'ont donc plus forcément la résistance que la norme leur attribue. C'est pour cette raison que les rares scieurs de peuplier doivent tester chaque arbre afin de vérifier leur résistance mécanique. Quelques bâtiments neufs ont vu le jour en peuplier, notamment dans le nord de la France où la production de peuplier est importante (voir la photo ci-dessous).

Cette essence présente un grand intérêt en agencement intérieur. Il existe en effet une importante fabrication de contreplaqué en France, produit très apprécié pour son uniformité visuelle.

Le frêne

Ce bois est beaucoup utilisé en agencement intérieur. On dit dans les campagnes que ce bois est trop comestible (champignons) et qu'il casse comme du verre, c'est pour cette raison qu'il n'est pas utilisé en structure. C'est un bois encore plus dur que le chêne, il est donc très adapté pour des revêtements de sol, car il résistera bien à l'usure. Son aspect apporte un fort intérêt en aménagement intérieur. Son bois peut être utilisé comme bois de chauffage mais aussi en tant que manche d'outils, d'armes ou pour des articles de sports (lances, arcs, avirons, skis, vélos) car il offre des propriétés mécaniques particulières : une très bonne résistance aux chocs et vibrations et une grande élasticité.



Charpente en peuplier de la salle communale de Chemy (59)
Crédit photo © Delphine Lermite

Au bonheur des dames à Saint-Martin d'Uriage (38)

> frêne, châtaignier, chêne

Maître d'ouvrage : ACL Consulting (38)

Architecte : Atelier d'Architecture J.Personnaz (38)

Entreprises bois : SCOP Atelier agencement (38), Hours (38), Giordano Paysagiste (38)

Fournisseurs de bois : Barthélémy Frères (38), Scierie Bottarel (38), Scierie SIBC (39), Machot Bois (38) Bois Mauris (38)

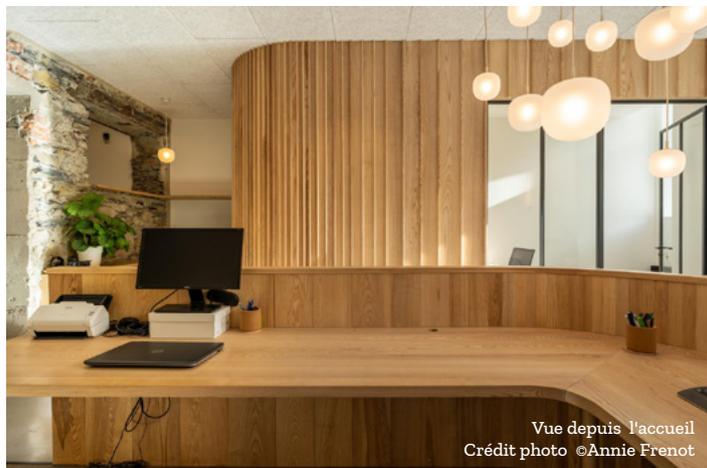
Année de livraison : 2023

Surface de plancher : 123 m²

Bois consommé : 15,35 m³

Coût total (hors foncier et VRD) : 232 065 € HT

Coût du lot bois : 157 000 € HT



Vue depuis l'accueil
Crédit photo ©Annie Frenot



Salle de réunion
Crédit photo ©Annie Frenot

Témoignage

de Joelle Personnaz, architecte, Atelier d'Architecture J.Personnaz (38)

« Le projet prend place dans un bâtiment patrimonial du 19^{ème} siècle, à l'abandon depuis des années, et transformé récemment par des promoteurs. Il s'agit des anciennes écuries d'Uriage (38), qui ont été réaménagées en logements et bureaux avec une contrainte forte : le local est tout en longueur avec très peu d'apport lumineux, car une partie est semi-enterrée. L'enjeu était d'aménager l'espace pour faire circuler la lumière d'un bout à l'autre. J'ai donc conçu des formes fluides et des cloisons courbes avec des verrières, permettant une continuité visuelle et lumineuse, de l'entrée jusqu'au fond du patio.

A la place des couloirs, j'ai imaginé des espaces courbes pour aménager les espaces de travail.

Suite à l'atelier participatif de co-conception organisé avec les utilisatrices des lieux, nous avons pu définir clairement les valeurs de l'entreprise et les ambiances souhaitées. De nombreuses références en bois ont émergé de nos échanges.

Lorsque la question de la matérialité s'est posée, le feuillu m'est alors apparu comme une évidence.

Avec l'idée de travailler dans une démarche locale, j'ai exploré les ressources disponibles autour de moi. En lisière de forêt, j'ai découvert du frêne, abondant dans la région, et j'ai été agréablement surprise par la qualité de ce bois, bien plus beau que ce que j'imaginai. Nous avons finalement opté pour cette essence, plus abordable que le chêne, tout en trouvant un approvisionnement local dans le Jura.

Pour les éléments visibles, nous avons utilisé du frêne, pour les ossatures cachées, nous avons retenu du sapin d'Isère pour des raisons de coût. Nous avons également intégré du chêne de Bourgogne pour les tables sur mesure et du châtaignier de Belledonne (Isère) pour la terrasse du patio.

Les menuisiers ont pris beaucoup de plaisir à travailler ces essences nobles qu'ils utilisent trop peu, préfabriquant les cloisons en atelier et adaptant les meubles aux murs irréguliers en pierre du bâtiment.

Le bâtiment est maintenant occupé par un cabinet comptable. Les retours sont très positifs : l'équipe constate que leur nouvel environnement a adouci leur cadre de travail autant pour le personnel que pour la clientèle.

Je continue d'intégrer le feuillu comme le noyer ou le frêne dans mes nouveaux projets, car je constate à quel point il a toute sa place en aménagement intérieur. »

Le robinier

Robinata pseudo acacia

Le robinier faux-acacia est fréquemment appelé « acacia », il n'est pas endémique, il a été importé d'Amérique du Nord, et est souvent considéré comme une espèce invasive. Cet arbre s'implante très rapidement dans les zones de friches et, comme le bouleau, il initie la régénération de la forêt. Au bout de 30 ans environ, ce sont des arbres plus hauts qui le remplacent donc il n'est en réalité pas facile de le cultiver comme essence forestière, c'est pourquoi les scieurs récupèrent des troncs qui proviennent principalement de défrichage. De la famille des Fabacées, il capte l'azote dans l'air, ce qui enrichit fortement le sol quand ses feuilles ou ses branches se dégradent. Retrouvez des exemples de réalisations dans notre construire en bois N°7 sur les aménagements extérieurs.

Identité du robinier

Usages : Petites charpentes, pieux (sol saturé en eau), aménagements extérieurs, parquets, lames de terrasse, mobilier extérieur

Aspect : Aubier bien distinct, fil droit, duramen brun jaune

Durabilité : Très bonne en intérieur et extérieur

Volume sur pied en Auvergne-Rhône-Alpes : Pas de sylviculture, disparate, environ 1 % du volume total, 6 Mm³

Finition : Pré-perçage indispensable avant fixation

Stabilité : Instable, très nerveux

Ce bois a d'excellentes qualités puisque c'est le seul arbre qui pousse en France avec la durabilité en classe 4 en contact avec le sol (résistance fongique et aux xylophages). Il est de plus en plus demandé mais la ressource forestière est limitée. Certaines entreprises le collent pour faire des structures d'aménagement intérieur ou encore des poteaux. Les parties de moindre qualité servent en piquets, tandis que les plus qualitatives s'utilisent en lames de terrasse. Cette essence est peu stable et nécessite d'être employée avec des petites sections et des fixations adaptées afin de limiter les déformations. Il est aussi utilisable comme pieu de fondation, cependant, pour que cela dure vraiment dans le temps, le sol devra être saturé en eau. L'absence d'oxygène empêchera la pourriture de se développer.

Témoignage

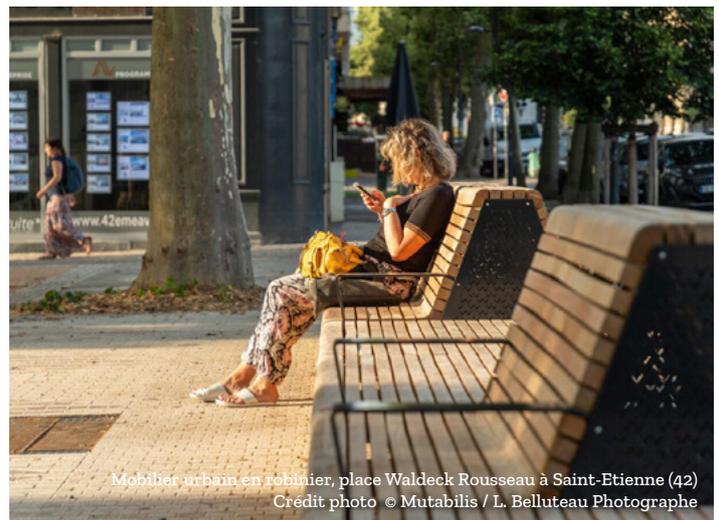
de Romain Adam, Scierie Forest, Chatte (38)

« La scierie Forest est spécialisée dans le sciage d'essences feuillues.

La transformation de ces essences est différente de celle des résineux, les lames de sciage sont différentes, il faut scier plus lentement et changer les lames deux fois par jour, excepté pour le robinier où la lame doit être changée toutes les heures. Une fois sciés, les bois sont séchés.

Les scieries de feuillus comme la nôtre ont largement disparu ces dernières décennies, voyant leur rentabilité s'affaiblir au profit des scieries de résineux, davantage industrialisées.

Malgré toutes ces contraintes, les avantages des feuillus contrebalancent et apportent une forte valeur ajoutée aux projets. Par exemple, je pense que le robinier pourrait concurrencer l'import de bois exotiques à terme. »



Mobilier urbain en robinier, place Waldeck Rousseau à Saint-Etienne (42)
Crédit photo © Mutabilis / L. Belluteau Photographe



Passerelle de la vallée du Courgeon (44), pieux battus et poutres en robinier
Maîtrise d'œuvre AGPU / Maîtrise d'ouvrage Ville de Blain
Crédit photo © AGPU - Paysage et Urbanisme

Le feuillu en menuiserie

Concernant la menuiserie extérieure, la norme NF P23305 donne une liste non exhaustive des essences utilisables. On y trouve notamment le chêne, avec la variante du chêne rouge dans l'Ain, ou encore le châtaignier.

De fortes contraintes s'appliquent aux menuiseries extérieures, elles sont liées aux variations de température et d'humidité, et à cela s'ajoute une faible tolérance aux déformations. Les bois de menuiseries devront avoir une bonne durabilité à l'extérieur semi-abrité (classe 3), une grande stabilité, les usinages doivent pouvoir se faire facilement, et enfin ils devront avoir une résistance mécanique suffisante.

Actuellement, les méthodes de traitement et de peinture se sont grandement améliorées, et grâce à des procédés comme Naboco (ou équivalent), on peut obtenir des durabilités de finition qui vont jusqu'à 30 ans avec un seul entretien au bout de 15 ans. Dans ce cas-là, peu importe l'essence, la durabilité sera la même, on peut cependant risquer des remontées de tanin pour le chêne, qui feront cloquer la peinture.

Si l'on souhaite garder la teinte naturelle du bois apparente les essences naturellement durables seront plus adaptées. Avec un bon entretien, la menuiserie en chêne ou châtaignier durera plus longtemps qu'une menuiserie en résineux.

Afin d'améliorer la stabilité des bois, ils sont désormais transformés en carrelés lamellé-collé. Le fait de recouper les bois, de les sécher à 12% (indispensable pour le collage) et d'opposer les sens des déformations naturelles, permet d'avoir un produit final avec une excellente stabilité. C'est pour cette raison que quasiment tous les menuisiers travaillent désormais leurs fenêtres en bois collé.

Les essences en menuiseries intérieures ne sont pas imposées par la norme, car le fait d'être en intérieur donne de bonnes durabilités naturelles à chacune d'entre elles. Les carrelés en hêtre sont très utilisés, la production française est encore faible à l'échelle de la ressource disponible, c'est donc un potentiel de développement pour cette essence.



Échantillons d'huissieries intérieures en hêtre
Crédit photo © Maxime Castel, Manubois

Pour résumer

	Charpente	Poteaux d'ossature	Menuiserie extérieures	Menuiseries intérieures	Parquets	Agencement intérieur	Aménagement extérieur	Bardage	Mobilier extérieur
Châtaignier	•	•			•	•	•	•	•
Châtaignier lamellé-collé			•	•					
Chêne	•	•			•	•	•	•	•
Chêne lamellé-collé			•	•					
Chêne THT							•	•	
Frêne					•	•			
Frêne THT							•	•	
Hêtre				•	•	•			
Hêtre lamellé-collé		•		•					
Hêtre THT								•	
Peuplier	•	•	•	•		•			
Peuplier traité			•						
Robinier					•		•		•

THT : Traité Haute Température

Essences de feuillus peu présentes

Charme : Bois blanc et très dur, difficile à travailler et cassant. Très peu utilisé en construction, utilisations courantes en bois de chauffage, planches à découper, manches à outils.

Tilleul : Bois tendre se travaillant bien, très peu utilisé, on s'en servait pour fabriquer les sabots.

Bouleau : Bois tendre se travaillant facilement, bon pour l'allumage. Utilisations diverses : de la pâte à papier à la fabrication de canots ou bien de balais.

Erable : Bois clair, assez dur, très utilisé en menuiserie et ébénisterie, en lutherie ou en bois de chauffage.

Merisier : Bois de couleur brun rosé assez clair, est un bois solide et recherché en ébénisterie et en lutherie.

Alisier : Bois lourd, dur et très dense, se travaille très bien et est très stable. Recherché pour la confection de violons, la marqueterie, la sculpture ou la gravure.

Noyer : Bois brun, très recherché pour sa teinte naturelle. Il offre une résistance élevée à la flexion et à la compression. Idéal pour l'ébénisterie haut de gamme, les revêtements intérieurs ou encore le parquet.

Fibois Auvergne-Rhône-Alpes
est soutenu par



Contact

Le réseau des prescripteurs bois construction en région est là, gratuitement pour

- **Vous former et vous informer** sur le bois dans la construction et la réhabilitation
- **Vous accompagner** dans vos projets
- **Vous présenter des retours d'expérience** en relation avec votre projet et vous faire visiter des chantiers bois
- **Vous exposer l'offre locale** disponible
- **Vous mettre en lien** avec les interlocuteurs qui peuvent répondre à vos attentes
- **Répondre à toutes vos questions**

Compléter votre série !

CONSTRUIRE EN BOIS

un outil qui répond à vos questions



Siège social
Agrapole
23, rue Jean Baldassini
69007 Lyon
04 78 37 09 66

Achevé d'imprimer sur un papier couché satin PEFC 115 g/m² en décembre 2024 par l'imprimerie infinity.com à Lyon (69).

Membres du réseau



Site Clermont-Ferrand
Maison de la Forêt et du Bois
10, allée des Eaux et Forêts
04 73 16 59 79

Cet ouvrage ne peut être vendu. Ce document contient des informations données à titre indicatif. Elles ne sont pas exhaustives et ne sauraient engager la responsabilité des auteurs sur les conséquences de leur utilisation.

fibois-aura.org

Le réseau Fibois territorial de Rhône-Alpes partenaire de vos projets de construction bois

