

Rapport final CONQueTh, Volet 2

Séchage industriel du bois de chêne pubescent



Mars 2021

Auteur : **C. WEBEN** (CNPf-CRPF Bretagne-Pays de la Loire)

Ont participé à ce travail :

Loïc Brancheriau-(CIRAD), Scierie Bourdaud (Nozay – 44)



Financier :



Table des matières

1	Les tests de séchage	2
1.1	Résultats des séchages appliqués par le CIRAD :	2
1.2	Résultats du séchage appliqué par la scierie Bourdaud :	3
1.3	Conclusion	3
2	La qualité comparée des bois de pubescent, sessile et pédonculé.....	4
2.1	Synthèse bibliographique.....	4
2.2	Les Principales caractéristiques du bois des chênes pubescents, pédonculés et sessiles	5
2.3	L'utilisation du bois de chêne pubescent dans l'industrie	8

1 Les tests de séchage

Résultats des tests de séchage en laboratoire (Loïc Brancheriau- CIRAD) (rapport et présentation en annexe) et en séchoir industriel (scierie Bourdaud - Nozay-44)

L'étude menée en 2015 par le CRPF Midi-Pyrénées, l'Institut pour le Développement Forestier (CNPF) et le CIRAD concluait que le séchage du chêne pubescent comparé avec celui du chêne pédonculé nécessitait d'adapter la table de séchage « chêne » conseillée par le FCBA (1990) pour limiter les fentes et le gauchissement du pubescent au séchage.

Une proposition de table avait été établie par le CIRAD, sans avoir pu être testée. L'objectif de ce volet était donc de vérifier cette table en mesurant les résultats obtenus sur un lot de chêne pubescent plus important. Disposer de table de séchage adéquate est en effet indispensable pour envisager le développement d'un usage industriel du bois du chêne pubescent.

Pour ce test, 21 chênes pubescents ont été sélectionnés dans la forêt de Pacy (Eure) en août 2018. Les arbres ont été choisis bien conformés avec une absence de signes de dépérissement ou d'altération sur la bille de pied et la sur-bille. La répartition de classes de diamètre (à 1,3 m) allait de 40 cm à 50 cm. La classe de qualité « C » était majoritairement présente avec 67% du volume estimé (« B » à 13%, et « D » à 20%).

L'exploitation a été réalisée en janvier 2019. Les arbres ont été sciés dès février 2019 pour minimiser le séchage naturel dû au stockage et au transport pour le lot prévu d'être séché au Cirad à Montpellier.

L'ensemble des billes a été scié par la scierie Bourdaud de façon à pouvoir l'intégrer dans le système industriel de l'entreprise. Pour cela, le lot a été scié en plateaux de 2 m de longueur et d'épaisseur finale sciée de 27 mm, avec un débit en plot. Lors de l'étude de 2015, l'épaisseur retenue avait été de 41mm.

Le lot scié a été divisé en deux. Un peu moins que la moitié des volumes (12m³) a été séchée par le CIRAD. Les plots réceptionnés au CIRAD ont été répartis en 2 piles de séchage. Une table de séchage différente a été utilisée pour chacune des deux piles : la table Cathild et la table spécifique Cirad. L'autre moitié (15 m³) a été séchée par la scierie Bourdaud dans un de ses séchoirs Cathild de 30 m³. Le séchoir est complété avec d'autres piles de chêne sessile et ou pédonculé (non différenciés). L'ensemble a été séché suivant la table de séchage utilisée en routine par la scierie : la table Cathild préconisée pour les chênes européens *Quercus robur* et *Quercus sessifolia*.

1.1 Résultats des séchages appliqués par le CIRAD :

La proportion de plateaux contenant des fentes est plus faible pour la table Cirad que pour la table Cathild. Par contre, les plateaux avec du collapse (ondulation des faces avec fentes internes) sont équivalents en proportion. Le nombre de plateaux collapsés reste très faible (2 plateaux, table Cirad ; 1 et 6 plateaux pour la table Cathild). Les plateaux collapsés comportent des fentes internes difficilement visibles qui ne dépassent pas quelques millimètres. Dans les deux cas, le bois est donc utilisable pour l'industrie. Les proportions de plateaux avec défauts sont inférieures à celles obtenues dans l'étude précédente. Cette différence peut être due à l'épaisseur différente mais aussi à la qualité des bois. Les conditions de croissance ont un effet important sur les caractéristiques techniques du bois des chênes sessile et pédonculé. Il n'est donc pas impossible que cela ait aussi un effet pour le bois du chêne pubescent.

1.2 Résultats du séchage appliqué par la scierie Bourdaud :

En scierie, les grumes de chêne pubescent ont été traitées suivant les process industriels mis en œuvre de façon habituelle par l'entreprise pour les débits des chênes sessiles et pédonculés. Ces deux chênes sont toujours traités de la même façon, sans distinction de l'espèce. Aucune mesure spécifique n'a été effectuée, en dehors des suivis courants du taux d'humidité en cours de séchage. A la sortie du séchoir, le comportement des différents lots semblent avoir été identiques.

Dans tous les cas, les éventuelles différences n'ont pas été suffisamment visibles pour être signalées par les différents opérateurs. Les plots de pubescent ont été mélangés avec les autres chênes pour suivre les circuits de transformation de la scierie, fonction de la qualité des bois et des marchés en cours. Pour chacun des process industriels mis en œuvre aucun des intervenants n'a été informé de la présence de cette troisième espèce de chêne. Quel que soit le type de produit commercialisé (de la charpente au carrelé) la mise en application des différents procédés de transformation n'a pas perturbé les différentes chaînes de production ni nécessité d'adaptation du fait de la présence de chêne pubescent parmi les autres chênes. Enfin, concernant les produits livrés, la scierie n'a reçu aucune réclamation de la part de ses clients.

1.3 Conclusion

La table Cirad apparaît comme mieux adaptée au séchage du chêne pubescent avec des déformations et défauts moins importants, mais une durée de séchage augmentée en contrepartie. Cette augmentation est estimée entre 5 et 7 jours suivant l'humidité initiale. Pour la scierie Bourdaud dont la durée de séchage habituelle, plutôt lente, est comprise en 42 et 56 jours suivant les lots et l'évolution de leur humidité, cela ne présente pas une incidence économique notable et peut permettre de sécher ces trois chênes de la même façon.

Il est donc établi que le bois du chêne pubescent, à qualité égale, est parfaitement utilisable par l'industrie, comme les chênes sessile et pédonculé. Son séchage nécessite d'être adapté, mais cette table spécifique est compatible avec le séchage des autres chênes.

2 La qualité comparée des bois de pubescent, sessile et pédonculé.

L'étude sur le séchage du bois a été complétée par une synthèse bibliographique nécessaire pour évaluer au mieux les différences existantes entre les bois des trois chênes.

2.1 Synthèse bibliographique

Titre	auteur	année	type	édition
Chênes- Fiches de documentation sur les principales essences des pays		1973	brochure	CTB
Influence du type de station forestière sur les composantes intracernes de la densité du bois du chêne pédonculé	F. Ackermann	1995	article	Annales des sciences forestières
Propriétés des bois du chêne vert et du chêne pubescent	Remy Marchal	1995	article	Forêts méditerranéennes
Propriétés technologiques du chêne pubescent par comparaison avec	Stefano BERTI	1995	article	Forêts méditerranéennes
Influence de la provenance des deux principaux chênes français sur la	RIAD BAKOUR	2003	thèse	ENGREF
Le chêne autrement	Jean LEMAIRE	2010	Livre	IDF
Etude comparative des propriétés mécaniques de deux variétés de chêne:	Étudiants ESB	2011	rapport	ESB
Analyse des tanins dans le bois du chêne pubescent. Comparaison avec le	J-P Carpentier	2011	diaporama	GenoBois INRA Orléans
Etude comparative des propriétés intrinsèques de deux variétés de	Hélène Retère	2011	rapport stage	IUT Nantes-ESB
Réchauffement Climatique et Biodiversité »-Qualité du Bois du Chêne	Victor Dassonville et al	2011	rapport d'étude	ESB
Classification et influences des polyphénols du bois de chêne sur la	Julien Michel	2012	Thèse	Université Bordeaux
Qualité technologique du bois du chêne	Loïc Brancheriau	2015	diaporama	CIRAD
Flore Forestière Française	G Dumé et al	2018	Flore	IDF
Chêne Fiche technique		2018	fiche	CIRAD

2.2 Les Principales caractéristiques du bois des chênes pubescents, pédonculés et sessiles

Critères	Chêne pubescent (quercus pubescens)	Chêne pédonculé (quercus robur)	Chêne sessile (Quercus petrae)
Caractéristiques microscopiques du bois			
<u>Les fibres du bois</u>	- Fibres libriformes (<i>fibres rangées longitudinalement selon le sens de l'arbre</i>) à paroi épaisses, en plaques irrégulières	- Fibres libriformes à paroi épaisses, en plaques irrégulières	- Fibres libriformes à paroi épaisses, en plaques irrégulières
<u>Les rayons ligneux</u>	- Répartition homogène et de largeur plutôt supérieure à 0.5 mm.	- Répartition hétérogène et de largeur plutôt inférieure à 0.5 mm	- Répartition hétérogène des rayons ligneux
<u>Transition bois initial-bois final</u>	- Transition brusque	- Transition du bois initial au final plutôt progressive	- Transition du bois initial au final plutôt brusque
<u>Forme des vaisseaux du bois initial</u>	- Ovale	- Plutôt ovale	- Plutôt circulaire
<u>Nombre de vaisseaux du bois initial</u>	- Se répartissent sur 1 rang, rarement 2	- Se répartissent sur 3 rangs, ou plus rarement 2	- Se répartissent sur 1 à 2 rangs, rarement 3
<u>Pores du bois final</u>	- Solidaires et orientés radialement	- Solidaires et orientés radialement	- Solidaires et orientés radialement
Propriétés physiques			
<u>Masse volumique à l'état sec</u>	- Entre 850 et 900kg/m ³	- Entre 690 et 790 kg/m ³	- 740 kg/m ³
<u>Coefficient de rétraction volumétrique</u>	- 0,48 %	- 0,45%	- Entre 0,39 % et 0,49 %
<u>Retrait linéaire tangentiel</u>	- 13,4 %	- Entre 10,9 et 12,5 %	- Entre 9,7% et 10,6 %
<u>Retrait Radial total</u>	- 7,0%	- Entre 4,5 % et 5 %	- Entre 4,5 % et 5 %

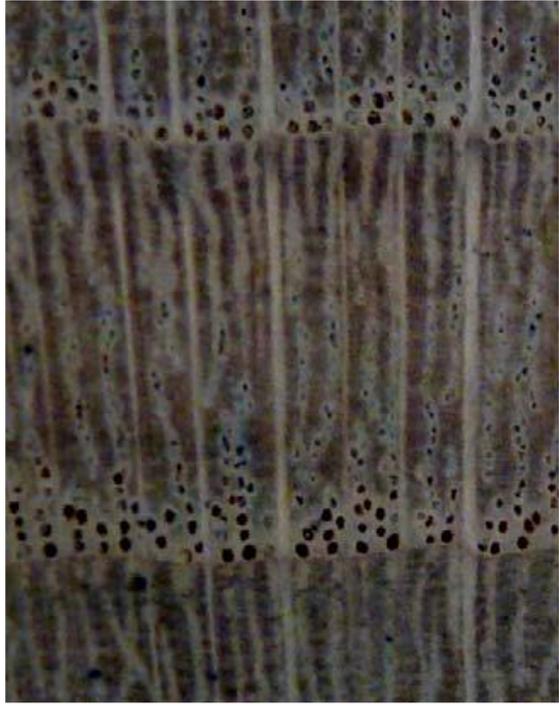
Critères	Chêne pubescent (quercus pubescens)	Chêne pédonculé (quercus robur)	Chêne sessile (Quercus petrae)
Propriétés mécaniques			
<u>Module d'élasticité à la flexion</u>	- 12500N/mm ²	- 12500 N/mm ²	- 12800 N/mm ²
<u>Contrainte de rupture à la flexion statique</u>	- 129 N/mm ²	- 108 N/mm ²	- Entre 105 et 130 N/mm ²
<u>Contrainte de rupture à la compression axiale</u>	- 58Mpa	- 50 MPa	- 49 MPa
<u>-Dureté Monnin</u>	- 7,1 mm ⁻¹	- 4,5 mm ⁻¹	- 4,2 mm ⁻¹
Propriétés chimiques			
<u>Tanins</u>	<p>Les études concernant les tanins sont peu nombreuses et portent en général sur des échantillons faibles ou ne distinguent pas les chênes entre eux. Les résultats publiés montrent l'absence de différence marquée ou apparemment significative entre les espèces pour le taux d'extractibles. Le chêne pédonculé et le chêne pubescent ne diffèrent pas dans leur composition en ellagitannins : les mêmes molécules se retrouvent dans les extraits de chaque zone de bois des deux espèces.</p> <p>En moyenne, il ne semble pas que les différences qualitatives existent entre les 3 chênes, même si les différences entre les arbres et entre les stations peuvent être notables.</p>		

Ce tableau ne reprend que les principales caractéristiques permettant de définir les qualités et les caractéristiques mécaniques et chimiques des bois de chêne. Il devra être affiné par des études complémentaires, compte tenu du peu d'études scientifiques réalisées sur le bois du chêne pubescent, souvent sur des échantillons de taille réduite et de l'absence de comparaison entre le chêne sessile et le chêne pubescent. Enfin, la plupart des études portant sur les qualités du bois des chênes sessile et pédonculé n'utilisent que le terme générique « chêne », ce qui laisse supposer que les différences, bien que réelles, ne semblent pas avoir d'incidence notable sur leurs utilisations.

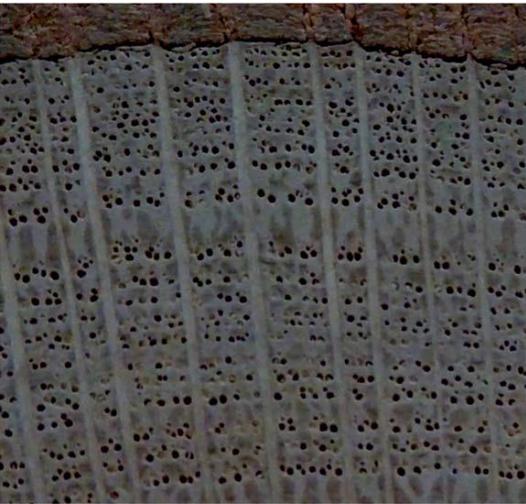
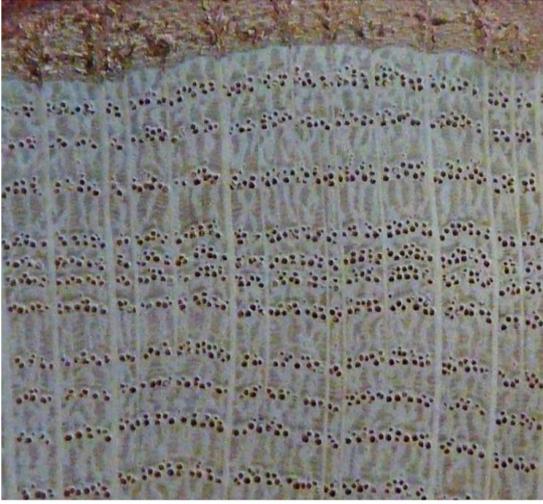
Au-delà du faible nombre d'études portant sur la question, l'analyse comparée de ces bois sur le plan expérimental est rendue d'autant plus complexe que, par définition, le bois de ces trois chênes est un matériau hétérogène qui varie en fonction du sol, du climat et de la sylviculture pratiquée. Et, à ces facteurs de variation, s'ajoute une variabilité entre individus importante, avec des écarts à la moyenne qui dépassent souvent les différences technologiques existantes entre eux.

Quelques détails font la différence

Les vaisseaux du bois initial

	
<p>Coupe transversale de duramen de chêne pubescent Vaisseaux du bois initial sur 1 à 2 rangées</p>	<p>Coupe transversale de duramen de chêne pédonculé Vaisseaux du bois initial sur 2 à 5 rangées</p>

Les rayons ligneux

	
<p>Coupe transversale d'aubier de chêne pubescent Les rayons ligneux sont de taille et de répartition homogène</p>	<p>Coupe transversale d'aubier de chêne pédonculé Les rayons ligneux sont de taille et de répartition hétérogène</p>

Source : étude comparative des propriétés mécaniques de deux variétés de chênes, le chêne pédonculé et le chêne pubescent V. Dassonville et al (ESB 2011)

2.3 L'utilisation du bois de chêne pubescent dans l'industrie

Sur le plan pratique, ce constat de différences réelles sans incidence sur l'utilisation des bois de ces chênes est conforté par le travail réalisé avec la scierie Bourdaud. Le choix du produit réalisé est fait en fonction de l'aspect macroscopique du bois et non en fonction des différences microscopiques.



FIG.1 - Deux plateaux de chêne pubescent encadrant un plateau de chêne pédonculé
(Photo : C. Weben©CNPF)

Toutes les scieries de chêne interrogées intègrent le chêne sessile et chêne pédonculé dans les procédés de transformation sans différencier l'espèce. Cela confirme qu'à qualité égale, les différences entre les bois des trois espèces ne semblent pas avoir de conséquences notables sur la quasi-totalité des utilisations. Seule l'utilisation en tonnellerie ferait encore exception. Des études sont cependant menées actuellement par une entreprise de Cognac pour préciser ce point, sachant que, pour ce qui concerne les tanins, aucune différence notable entre les trois espèces n'a été mise en évidence jusqu'à présent.

Compte tenu de ces premiers résultats, l'intégration du chêne pubescent dans le circuit industriel doit pouvoir suivre la même logique, même si les quelques caractéristiques spécifiques qui se dégagent et le différencie nettement de ses cousins sont à prendre en compte :

- Sa masse volumique à l'état sec est nettement supérieure. Cela peut avoir une incidence pour les emplois en charpente ;
- Sa dureté « Monnin » est significativement supérieure. Cela le rend plus performant pour tous les emplois nécessitant une résistance à la compression (le parquet), mais peut avoir des conséquences sur l'usure des matériels d'usinage

Conclusions :

A qualité équivalente, le bois du chêne pubescent, comme les 2 chênes sessile et pédonculé, est parfaitement utilisable par l'industrie. Son séchage nécessite d'être différencié, mais la table Cirad, apparaissant comme la mieux adaptée au séchage de ce bois, est compatible avec le séchage des autres chênes.