

Les Feuillus précieux – Journée thématique

***Caractéristiques Technologiques
et Valorisation des Feuillus Précieux***

Henin J.-M, Pollet C., Lesire C., Jourez B.

**Laboratoire de Technologie du Bois
Centre wallon de Recherches agronomiques**

26 Novembre 2019

Plan de l'exposé

1. Définition(s)

2. Les propriétés technologiques : généralités

3. Propriétés de quelques feuillus précieux

4. Conclusion

1. Définition(s)

Les *feuillus précieux* peuvent être définis sous différents angles et présentent plusieurs caractéristiques communes :

Sens biogéographique : Essences (indigènes) généralement disséminées au sein des forêts, mais naturellement présentes dans beaucoup d'écosystèmes forestiers

Sens écologique : Essences améliorantes, à fanes facilement décomposable génératrice d'un humus de type Mull et dont le couvert léger permet l'installation d'un sous-bois développé

Sens économique : Arbres feuillus qui, s'ils sont de bonne qualité, ont une grande valeur économique due à leur relative rareté et aux qualités technologiques de leur bois

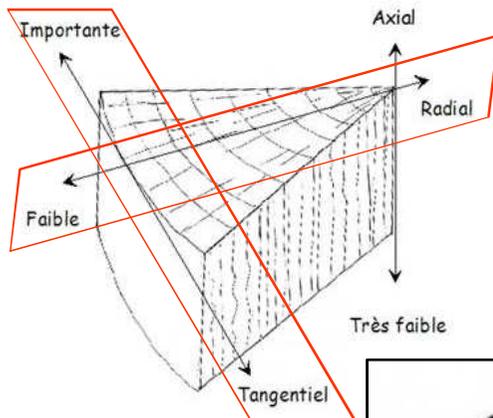
Sens technologique : Essences produisant un bois de haute qualité technologique, apte aux utilisations les plus rémunératrices et dont les plus belles grumes font l'objet d'un marché spécifique à haute valeur ajoutée.

2. Les propriétés technologiques : généralités

Différents types de propriétés technologiques du bois :

Propriétés physiques

- Masse volumique
- Dureté
- Retraits (axial, radial, tangentiel)



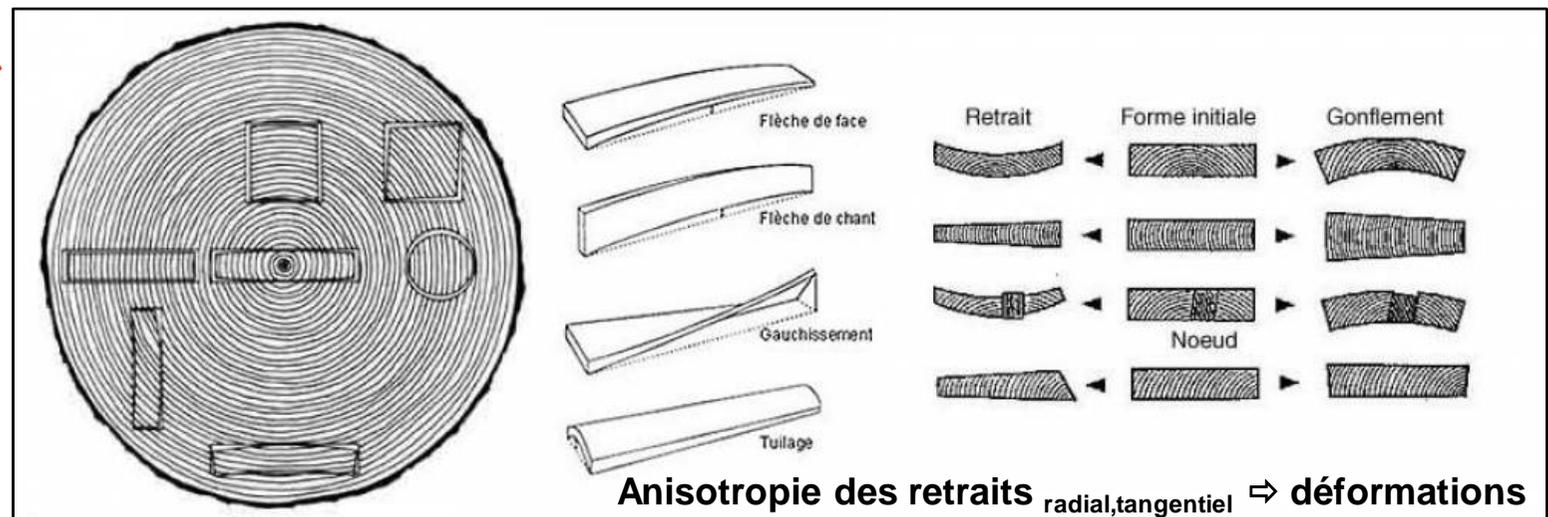
Propriétés mécaniques

- Module d'élasticité
- Module de rupture
- Résistance au choc
- Résistance au cisaillement
- Résistance à la traction
- Résistance à la compression

Durabilité naturelle

- Résistance aux champignons
- Résistance aux insectes

Tests normalisés \Rightarrow Propriétés quantifiées objectivement



Anisotropie des retraits radial,tangentiel \Rightarrow déformations

2. Les propriétés technologiques : généralités

A côté des propriétés technologiques qui peuvent être quantifiées au moyen de tests normalisés, d'autres **propriétés**, notamment **esthétiques** et **tactiles** (liées aux **caractéristiques anatomiques**) ou encore **organoleptiques** conditionnent le caractère précieux d'une grume ou d'une bille.

❖ **La couleur** varie avec :

✓ L'*essence*



✓ L'éventuelle *duraminisation* du bois parfait (BPf).

BPf duraminisé :

Noyer,
Chêne,
Merisier, ...



BPf non différencié :

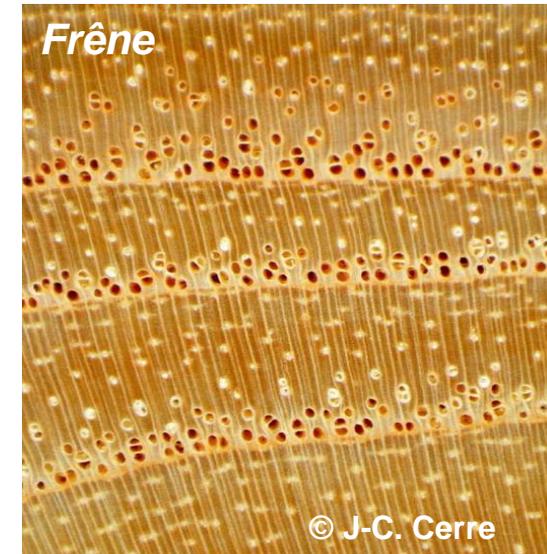
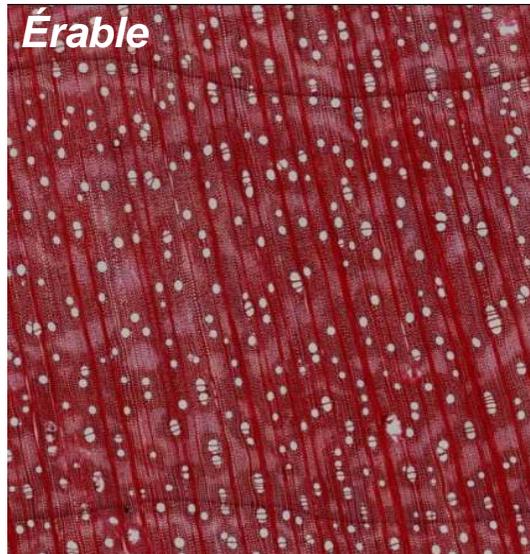
Tilleul,
Frêne,
Érable, ...



✓ La *provenance* ou la *station* (ex: hêtre blanc sur sol calcaire et rouge sur sol acide), voire l'âge (cœur brun du frêne)

2. Les propriétés technologiques : généralités

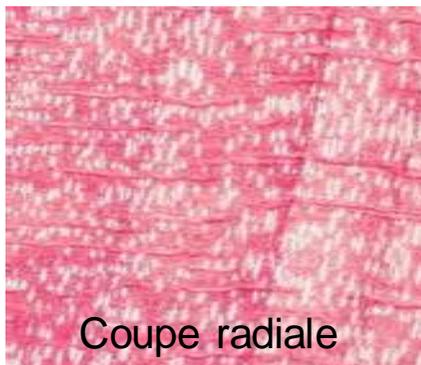
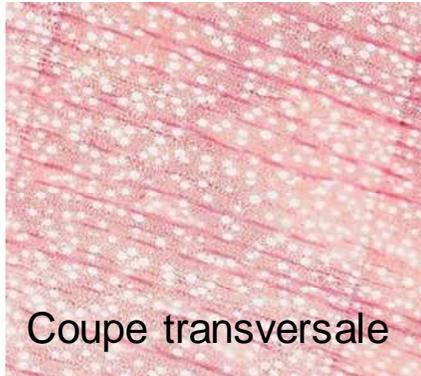
- ❖ **Le grain** : impression visuelle produite par la dimension et la distribution des éléments du bois, en particulier des vaisseaux (pores) chez les feuillus.
- ✓ Bois à *pores diffus (homogène)* : pores homogènes en diamètre entre bois de printemps (BP) et bois d'été (BE). Cernes peu distincts : hêtre, érable, alisier, olivier, ...
- ✓ Bois à *zones semi-poreuses* : plus forte concentration de pores dans le BP, mais diamètre des pores \pm constant à travers tout le cerne. Ex. : prunier, merisier, aulne, noisetier, noyer, ...
- ✓ Bois à *zones poreuses (hétérogène)* : pores très larges et nombreux dans le BP et plus fins dans le BE. Cernes bien marqués : chêne, frêne, orme, châtaignier, ...



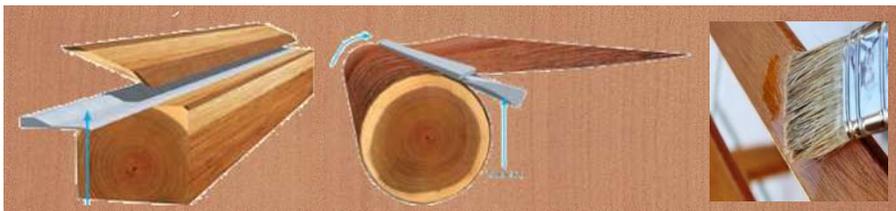
2. Les propriétés technologiques : généralités

✓ Bois homogène

Alisier

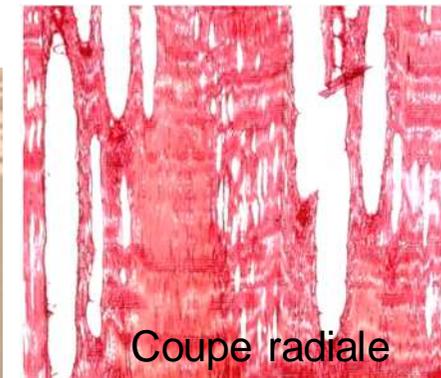
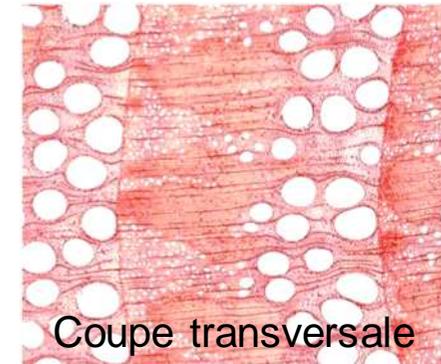


Vaisseaux de faible diamètre → *grain fin*
Surface lisse et uniforme après usinage

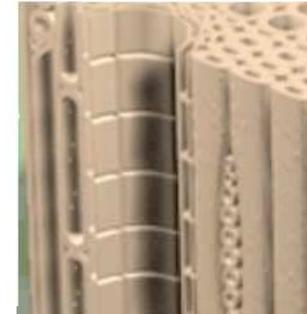
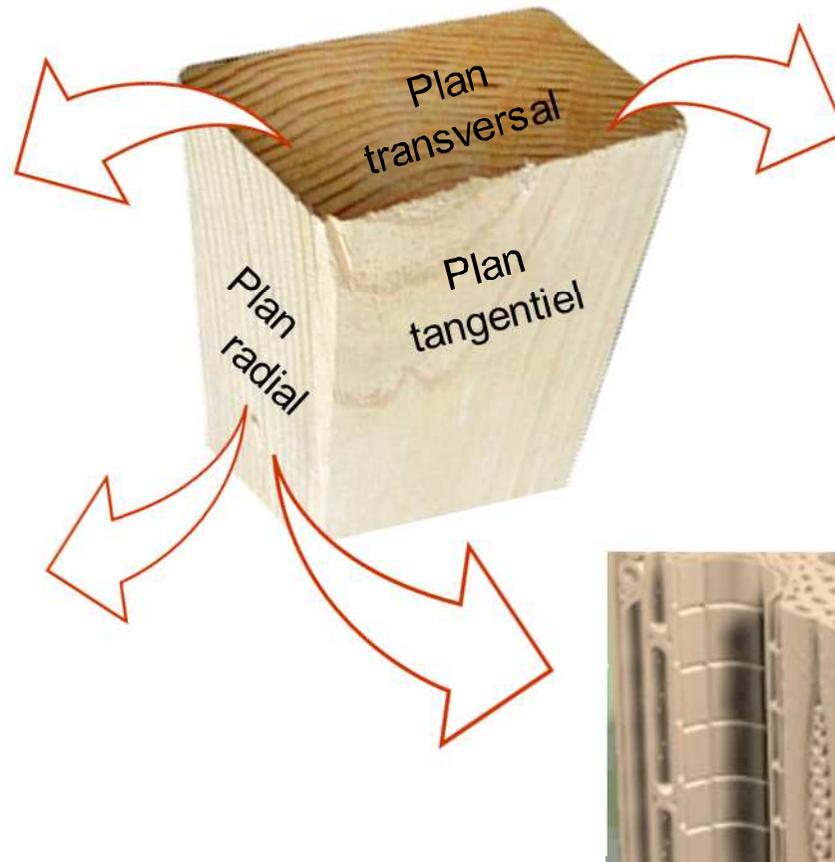


✓ Bois hétérogène

Chêne

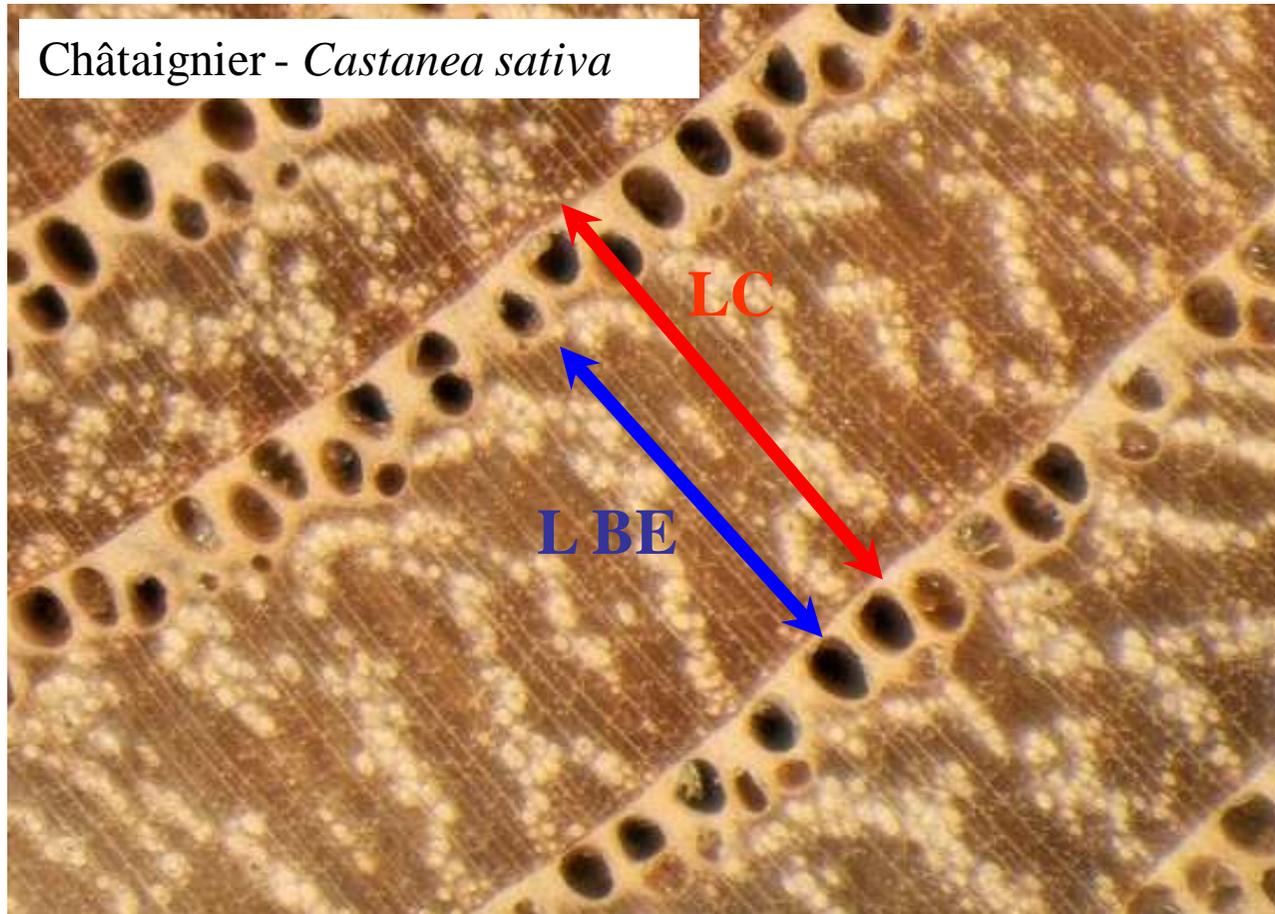


Vaisseaux larges → *grain grossier*
Surface plus rugueuse et irrégulière



2. Les propriétés technologiques : généralités

- ❖ La **texture** peut être quantifiée comme suit : $\text{Texture} = \frac{\text{Largeur du bois d'été}}{\text{Largeur du cerne}}$



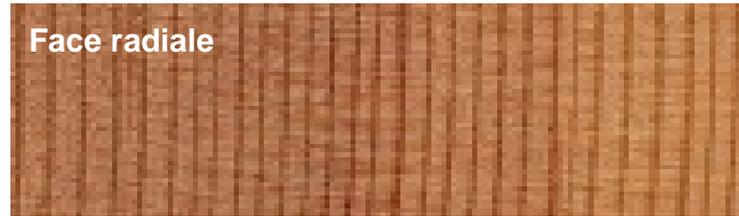
Chez les feuillus à zone initiale poreuse :

- ✓ croissance rapide (cernes larges) \Rightarrow texture forte : bois plus dur/rigide
- ✓ croissance lente (cernes étroits) \Rightarrow texture faible : bois plus tendre/souple

2. Les propriétés technologiques : généralités

❖ **Le fil du bois** traduit la direction générale des vaisseaux et des fibres par rapport à l'axe de la tige. Le fil peut (notamment) être :

✓ *Droit* ⇒ usinage aisé. Avantage pour le tranchage (moins de déformations lors du séchage des feuilletts)

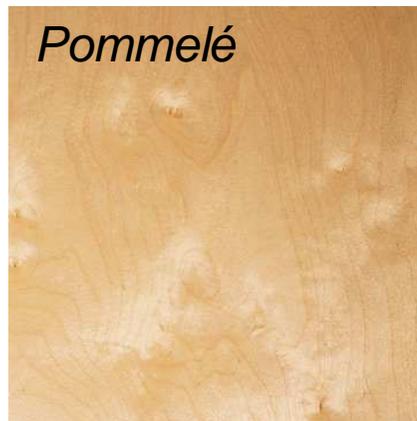


✓ *Ondulé* ⇒ bois de grande valeur si ondes régulières étendues en largeur (érable, frêne)



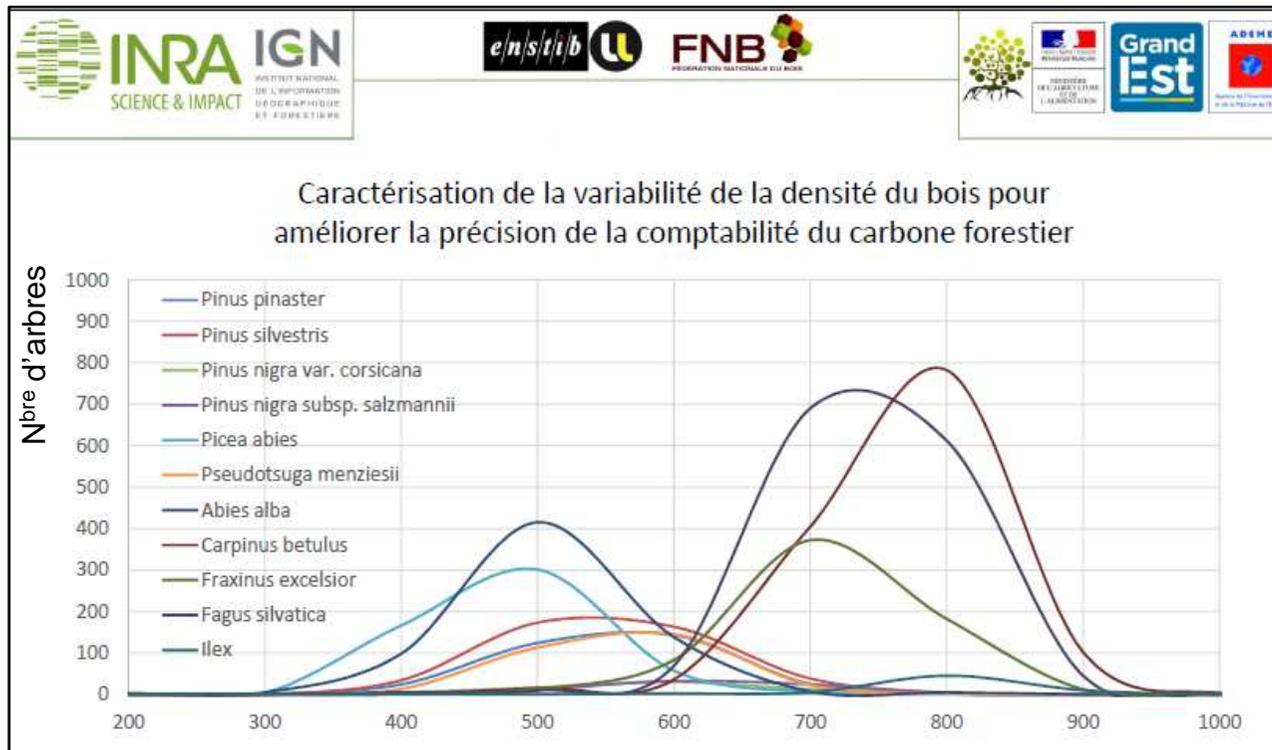
✓ *Bois madré* ⇒ bois dont les éléments sont irrégulièrement sinueux et enchevêtrés (fil incliné et/ou ondulé)

Bois figurés
(débit sur quartier!)



2. Les propriétés technologiques : généralités

Pour chaque propriété technologique, chaque essence présente un niveau intrinsèque de valeur qui la prédispose à certains usages... ou l'en excluent (malgré une certaine variabilité des valeurs entre arbres, voire dans l'arbre).



Exemples :

- ✓ Dureté du frêne
⇒ parquet
- ✓ Tanins du chêne
⇒ tonnellerie
- ✓ Grain de l'érable
⇒ ébénisterie

D'autres propriétés peuvent être influencées par le sylviculteur / gestionnaire (au travers de la largeur et de la régularité des cernes, de l'âge d'exploitation, ...) ou par la station et conditionner le caractère précieux.

2. Les propriétés technologiques : généralités

Gonin et al. 2013 – *Autécologie des feuillus précieux*. IDF, Paris. 64 p.

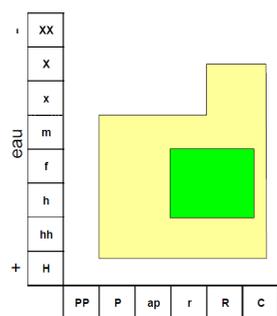
https://www.foretpriveefrancaise.com/data/424006_fiches_autecologie_ref_fr_v3final_1.pdf

Facteurs pouvant affecter la production de bois de qualité

- rupture d'alimentation en eau pendant la saison de végétation
- engorgement permanent des horizons de surface (forte compacité du sol)
- humus à minéralisation lente (*moder et mor*)
- faible richesse en nutriments
- présence d'aluminium échangeable
- sol à faible porosité, sol très argileux, mal structuré ou à variation texturale brutale
- sécheresse atmosphérique
- neige lourde
- gelées précoces ou tardives
- tronc sensible aux brûlures du soleil
- concurrence excessive pour la lumière
- chutes brutales de températures hivernales, stations ventées

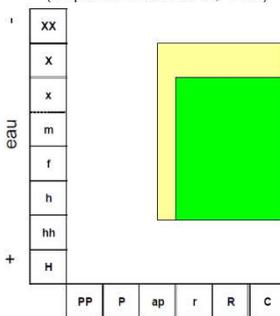
Amplitude variable de stations propices à la production de bois de qualité.

Ecogramme du Frêne commun
(d'après Rameau *et al.*, 1989, modifié)



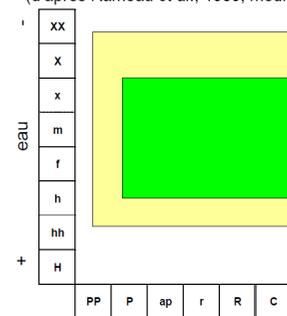
■ favorable à la production de bois
■ amplitude totale de l'espèce

Ecogramme de l'Erable plane
(d'après Rameau *et al.*, 1989)



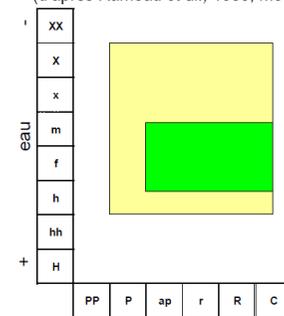
■ favorable à la production de bois
■ amplitude totale de l'espèce

Ecogramme de l'Alisier torminal
(d'après Rameau *et al.*, 1989, modifié)



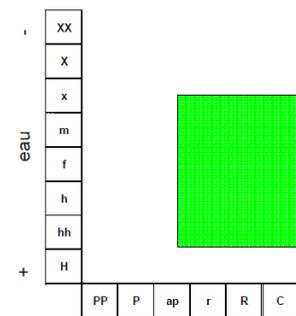
■ favorable à la production de bois
■ amplitude totale de l'espèce

Ecogramme du Merisier
(d'après Rameau *et al.*, 1989, modifié)



■ favorable à la production de bois
■ amplitude totale de l'espèce

Ecogramme du Noyer commun
(d'après Rameau *et al.*, 1989)



■ favorable à la production de bois

2. Les propriétés technologiques : généralités

En fonction de la valorisation qui sera faite du bois, certaines propriétés sont plus importantes, voire primordiales (à côté du mode de débit et de transformation)

❖ Parquet / Escaliers

- Module d'élasticité
- Dureté
- Résistance au choc
- Couleur, fil



❖ Marqueterie / Placage

- Retraits homogènes
- Dureté
- Grain, couleur, fil



❖ Lutherie

- Retraits homogènes
- Grain, couleur, fil



❖ Tournage

- Retraits homogènes
- Grain fin
- Dureté homogène (intracerne)
- Couleur, fil madré



❖ Tonnellerie

- Grain, texture (faible & régulière)
- Propriétés organoleptiques



❖ Ebénisterie

- Couleur, fil
- Dureté (faible)



2. Les propriétés technologiques : généralités

En fonction des circonstances, le transformateur va rechercher :

- ✓ La grande régularité d'une caractéristique : homogénéité de la couleur du placage en alisier et du merisier utilisé en ébénisterie, des ondulations de l'érable, du grain du chêne merrain,...
- ✓ Des singularités qui induisent une grande hétérogénéité : loupes d'érable, ronce de noyer, broussins, ...



3. Propriétés de quelques feuillus précieux

							À titre de comparaison	
	Frêne	Merisier	Aulne glutineux	Erable sycamore	Noyer	Tilleul	Hêtre	Chêne
Aspect visuel								
Distribution des vaisseaux	Bois à zones poreuses (bois hétérogène)	Bois à zones semi-poreuses	Bois à zones semi-poreuses	Bois à pores diffus (bois homogène)	Bois à pores diffus (bois homogène)	Bois à pores diffus (bois homogène)	Bois à pores diffus (bois homogène)	Bois à zones poreuses (bois hétérogène)
Couleur	Aubier/duramen non différenciés	Duramen: jaune à brun rougeâtre - veinures verdâtres	Aubier/duramen non différenciés	Aubier/duramen non différenciés	Duramen: gris à brun foncé, avec des veines foncées	Aubier/duramen non différenciés	Aubier/duramen non différenciés	Duramen: beige à brun doré
	Blanc à jaune	Aubier: jaune	Jaune rouge à brun rouge	Blanc crème nacré à jaune/brun pâle	Aubier: gris blanc	Blanc jaune à blanc rouge	Blanc à brun très pâle	Aubier: blanc jaune à beige pâle
Particularités	Flammes sur dosse et fines mailles sur quartier	Cernes très marqués, très décoratif - figure	Cernes peu marqués, fréquentes taches	Cernes discernables, fil parfois ondulé très décoratif	Fil ondulé avec de fréquentes déviations, cernes bien marqués,	Cernes très peu marqués, uniforme	Petites mailles sur quartier, parfois faux-duramen rouge foncé	Flammes sur dosse et grandes mailles brillantes sur quartier
Propriétés physiques								
Masse volumique (kg/m³)	Mi-lourd (700)	Léger (620)	Léger (530)	Léger (630)	Mi-lourd (660)	Léger (500)	Mi-lourd (700)	Mi-lourd (710)
Retraits (HR de l'air 90 à 60%)								
radial	1.2	0.8	0.9	0.6	0.8	0.9	1.2	1.2
tangential	2	1.9	1.5	1.3	1.4	1.3	2.5	2.1
Anisotropie (radial/tangential)	1.7	2.4	1.7	2.2	1.8	1.4	2.1	1.8
Coefficient de rétractibilité (%)								
radial	Peu nerveux (0,19)	Peu nerveux (0,17)	Peu nerveux (0,16)	Peu nerveux (0,15)	Peu nerveux (0,19)	Peu nerveux (0,19)	Peu nerveux (0,2)	Peu nerveux (0,2)
tangential	Peu nerveux (0,32)	Peu nerveux (0,28)	Peu nerveux (0,26)	Peu nerveux (0,26)	Peu nerveux (0,27)	Peu nerveux (0,27)	Nerveux (0,41)	Peu nerveux (0,31)
Stabilité dimensionnelle	Moyenne	Bonne	Moyenne	Moyenne	Bonne	Bonne	Peu stable	Moyenne
Dureté Monnin	Dur (6)	Mi-dur (4)	Tendre (1,7)	Mi-dur (4,7)	Mi-dur (3,2)	Tendre (1,7)	Mi-dur (3,9)	Mi-dur (3,5)

Les grumes ou billes d'autres essences telles que l'alisier, l'orme, le buis, le cormier, le pommier, le poirier, voire le robinier accèdent, soit de façon systématique, soit dans des conditions particulières, au marché des feuillus précieux. Le caractère précieux d'une essence est très volatile (cf. merisier).

3. Propriétés de quelques feuillus précieux

							À titre de comparaison	
Frêne	Merisier	Aulne glutineux	Erable sycamore	Noyer	Tilleul	Hêtre	Chêne	
Propriétés mécaniques								
MOE (MPa)	12500	10500	9500	10500	11900	8000	13500	12500
MOR (Mpa)	113	100	87	110	117	60	113	97
Choc (J/cm ²)	Très résilient (7,5)	-	Résilient (5)	Résilient (6,4)	Très résilient (9)	Résilient (5)	Très résilient (10)	Résilient (6)
Durabilité naturelle								
	Non durable (5)	Moyennement à peu durable (3-4)	Non durable (5)	Non durable (5)	Moyennement durable (3)	Non durable (5)	Non durable (5)	Durable à moyennement durable (2-3)
Usages								
	Menuiserie intérieure (parquet)	Menuiserie intérieure (parquet, escalier, porte)	Menuiserie intérieure	Menuiserie intérieure haut de gamme	Menuiserie intérieure haut de gamme		Menuiserie intérieure (escalier, parquet, plancher)	Menuiserie intérieure (escalier, parquet, plancher) et extérieure
	Articles de sport	Meubles	Meubles	Meubles	Meubles	Meubles	Meubles	Meubles
	Tournerie		Placage	Placage	Placage	Moulures	Placage	Placage
	Manches d'outils		Boisellerie	Boisellerie	Tournerie	Sculptures, profils	Tournerie	Bardage
			Tournerie	Tournerie		Boisellerie, jouets		Charpente
				Lutherie				Traverses
								Tonnellerie

Sell, J. et F. Kropf, 1990. - *Propriétés et caractéristiques des essences de bois*. Lignum, Union Suisse en faveur du bois, Le Mont, Suisse, 93p.

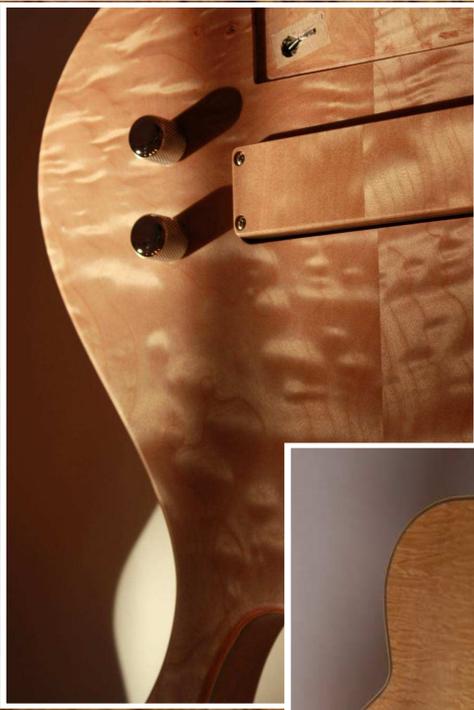
<https://houtinfo Bois.be/essences-applications/essences/>

Tropix 7 : fiches techniques de plus de 200 essences, dont une quinzaine de tempérées. <https://tropix.cirad.fr/fiches-disponibles>

3. Propriétés de quelques feuillus précieux

Propriété	Qualification
Masse volumique à 12% (kg/m³)	
<500	Très léger
500-640	Léger
650-790	Mi-lourd
800-950	Lourd
>950	Très lourd
Retrait linéaire tangentiel (%)	
<6,5	Retrait faible
6,5-10	Retrait moyen
>10	Retrait fort
Retrait linéaire radial (%)	
<3,8	Retrait faible
3,8-6,5	Retrait moyen
>6,5	Retrait fort
Coefficient de retrait volumique (%)	
0,55-1	Très nerveux
0,33-0,55	Nerveux
0,15-0,35	Peu nerveux
Dureté Monnin	
0,2-1,5	Très tendre
1,5-3	Tendre
3-6	Mi-dur
6-9	Dur
9-20	Très dur

Propriété	Qualification
Module d'élasticité en flexion statique (MOE) (MPa)	
<10000	Faible
10000-15000	Moyen
>15000	Elevé
Contrainte de rupture en flexion statique (MOR) (MPa)	
80	Faible
96	Moyen
120	Elevé
Coefficient de résilience (K) (J/cm²)	
≤ 2,5	Très fragile
2,5-4,5	Fragile
4,5-7,5	Résilient
7,5-10	Très résilient
>10	Extrêmement résilient



4. Conclusion

De nombreuses propriétés (technologiques, esthétiques, tactiles, organoleptiques, ...) caractérisent le matériau bois

Propriétés en partie fixées intrinsèquement et en partie influencées par des facteurs externes (sylviculture, milieu de croissance)

Diverses propriétés requises en fonction de la valorisation

Avec une sylviculture adéquate visant à la production de bois de qualité (cernes réguliers, essence en station, ...), et en fonction du marché, on considérera peut-être comme précieuses des essences qui ne le sont pas aujourd'hui ...

Merci pour votre attention ... et participation!