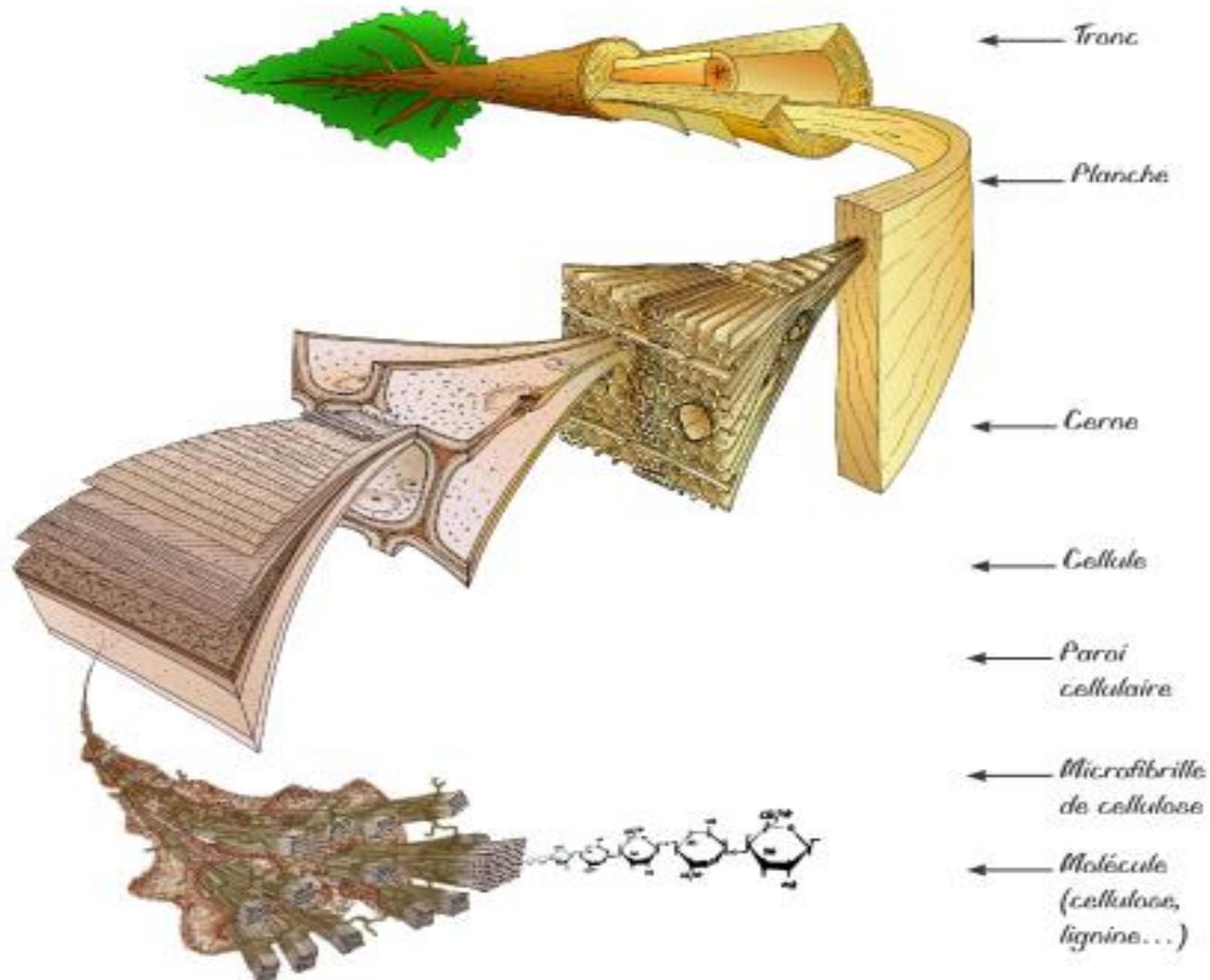


Sylviculture et caractéristiques des bois résineux

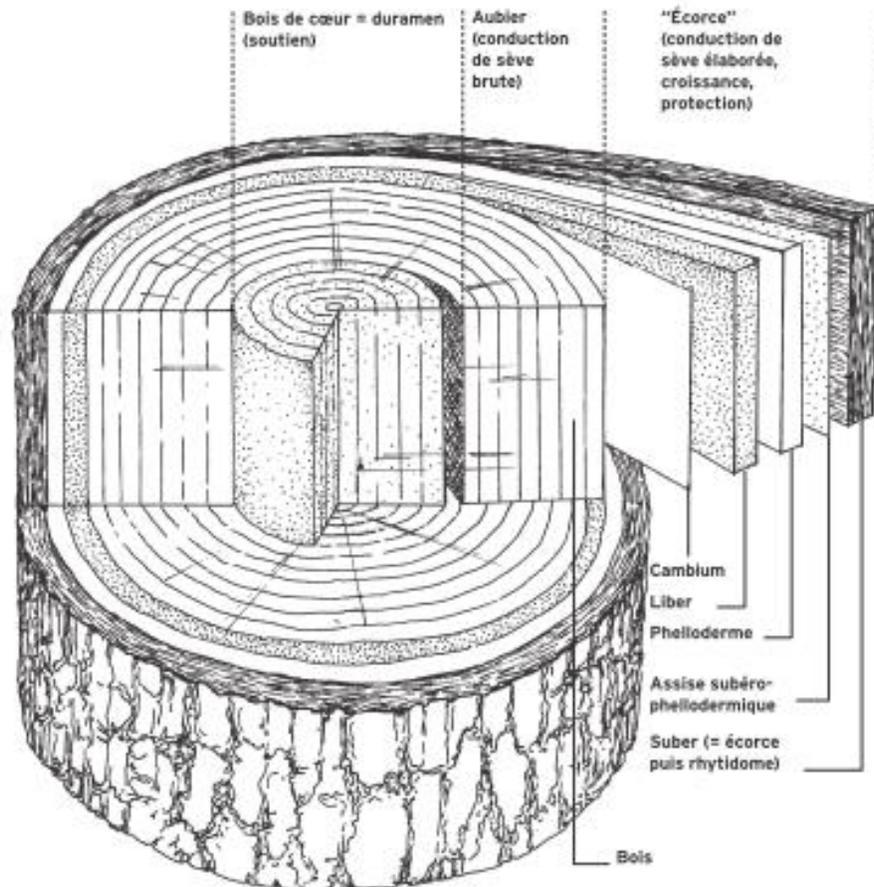
P. Riou-Nivert, IDF-CNPF

Partie 1: Le bois des résineux

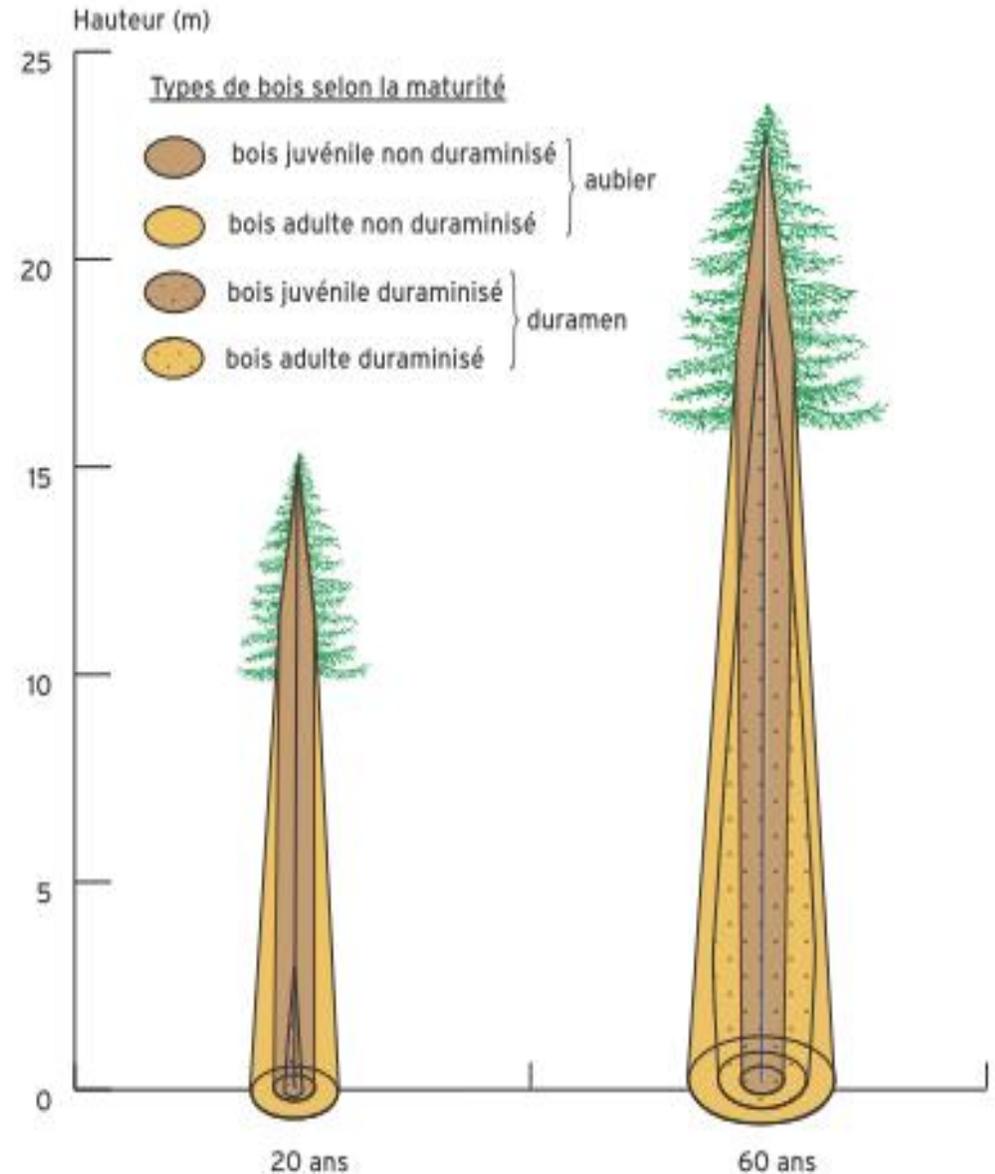


Les différentes échelles d'observation du bois (Dessin : Mark Harrington, 1996, © Université de Canterbury, Nouvelle-Zélande).

Structure du bois, les différents types de bois



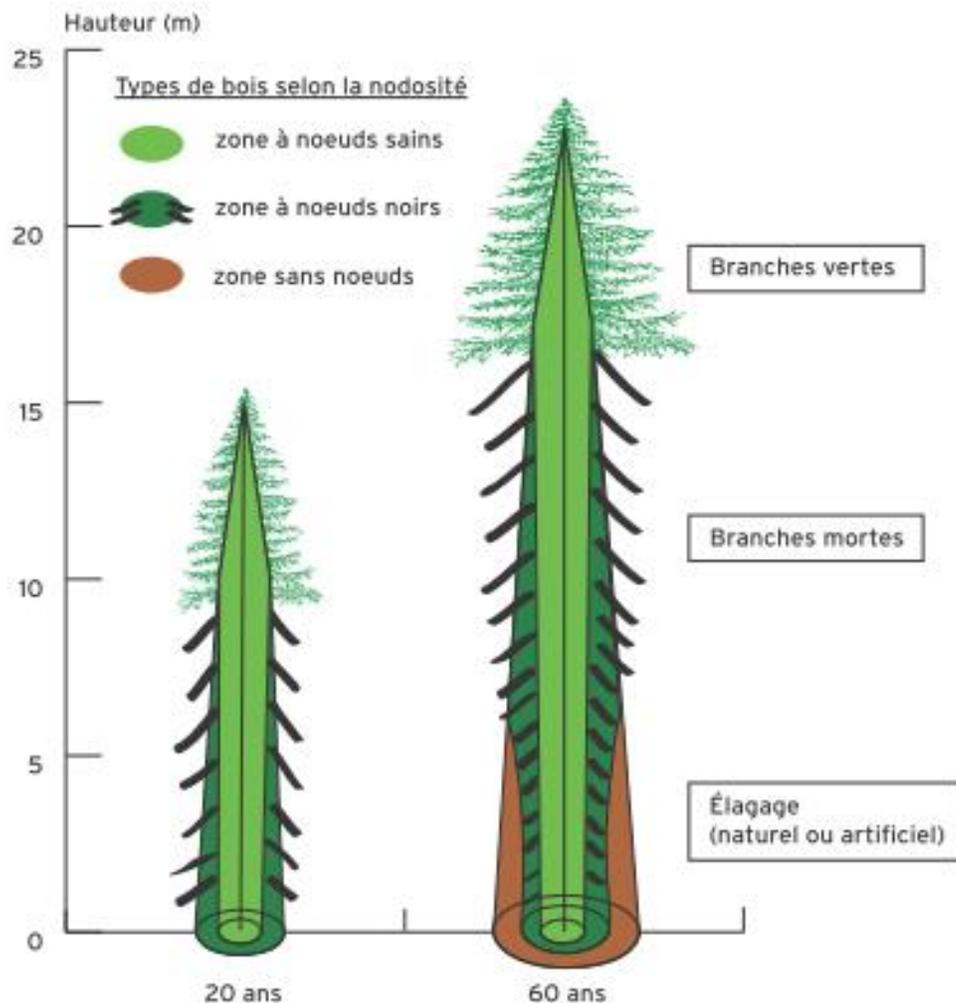
Écorché du tronc d'un pin de 12 ans montrant les différents tissus de l'arbre et leur agencement (P. Riou-Nivert 2005, dessin : T. Broens-Glasser « Les résineux » Tome 1).



Représentation schématique de la localisation du bois juvénile/bois adulte et du duramen/aubier dans l'arbre à deux stades d'évolution successifs.

Une très fine couche de tissus vivants enveloppant une énorme masse de tissus morts

Un facteur important: la nodosité



Les différentes catégories dans le bois d'œuvre en fonction de la nodosité : sans nœud, avec nœuds sains ou adhérents (branches vivantes), avec nœuds noirs ou non adhérents (branches mortes).



La présence de nœuds modifie considérablement la structure interne du bois :

- 2 sections transversales (douglas) avec nœuds sains et sans nœuds.
- 2 sections radiales (douglas) avec nœuds sains, sans élagage et après élagage

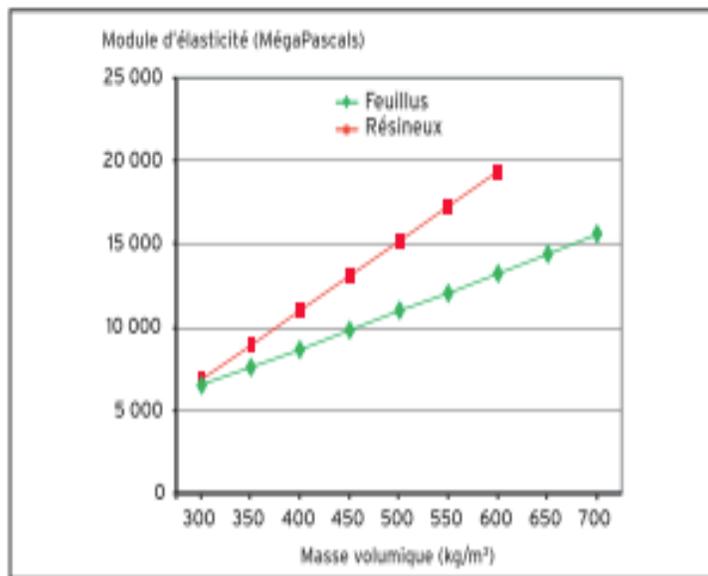
(Photos : A. Riou-Nivert, échantillons G. Gautier).

Catégories de bois selon la nodosité

Quelques différences résineux-feuillus



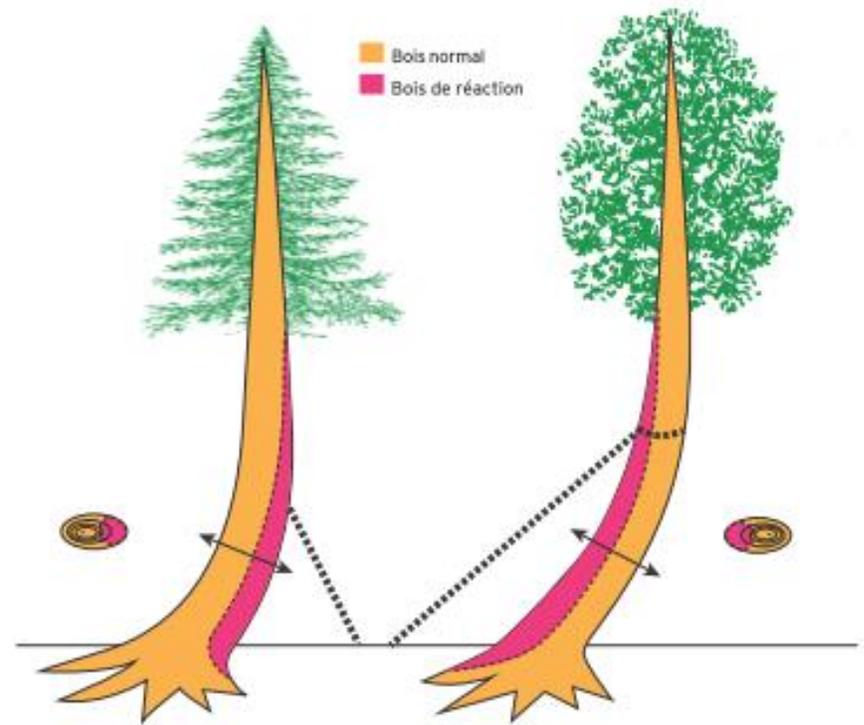
Structure du bois : deux coupes microscopiques (grossissement 225). Pin maritime (trachéides à gauche) et chêne (vaisseaux et fibres à droite) (Photos : FCBA).



Comparaison du module d'élasticité moyen en flexion pour feuillus et résineux en fonction de la masse volumique (à 12 % d'humidité) (D'après Guillard 1987 et Bary-Lengier 1999).



Aubier : l'aubier des résineux est de bonne qualité mécanique mais non durable (ex. du séquoia à gauche) (Photo : © Atelier des Gouges), celui des feuillus est de mauvaise qualité mécanique et non durable (ex. du chêne à droite) (Photo : Francis Barbotin - CRPF Pays de la Loire © CNPF).



Bois de réaction : sur un résineux, le bois de compression joue le rôle d'étais, sur un feuillu, le bois de tension joue le rôle de hauban (D'après Hallé 1999).

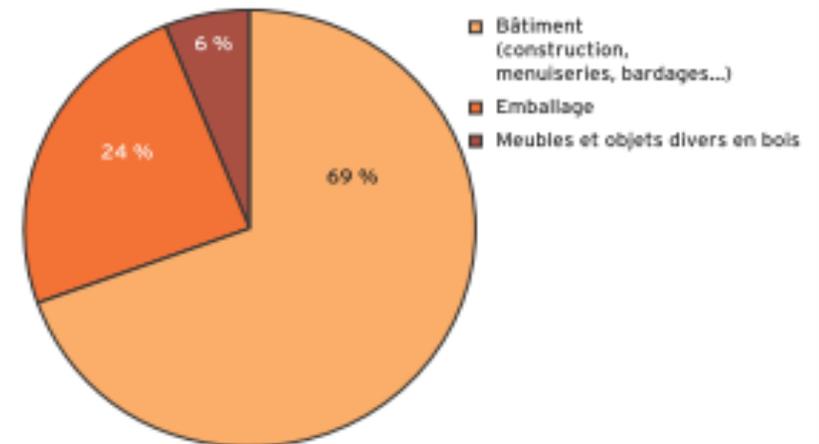
En résumé: l'intérêt des résineux

Des atouts

- Légers et résistants: construction
- Fibres longues: pâte à papier
- Rectitude: facilité de transformation
- Gros producteurs: fort rendement/ha
 - Intérêt des industriels

Des bémols

- Réticences socio-environnementales (paysages, biodiversité)
- Forte concurrence internationale (Europe centrale et du nord, Russie?)



Que fait-on avec les résineux?



**Des Maisons
ossature-bois**



**Des réalisations de
prestige (Métropol-
parasol, Espagne,
2500m³ d'épicéa)**



**Des immeubles à
étages R+2 à
R+10...**

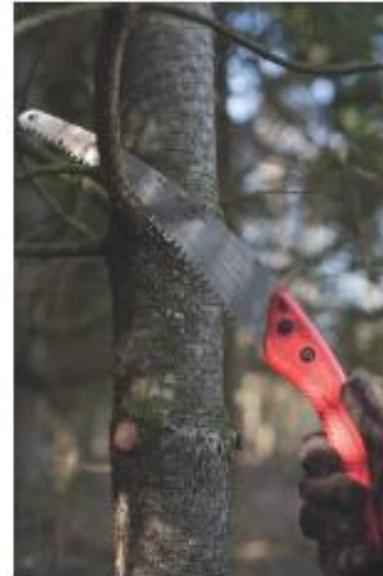


**Du lamellé-collé,
bois-massifs
reconstitués,
lamibois...**

Partie 2: Sylviculture et propriétés du bois



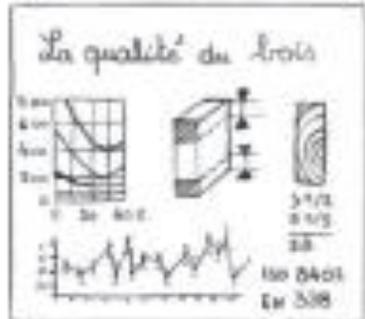
Sylviculture et largeur de cerne : deux douglas de 57 ans, l'un ayant poussé en peuplement serré à gauche (diamètre 5,4 cm, largeur de cernes 4,3 cm), l'autre en peuplement éclairci (diamètre 7,0 cm, largeur de cerne 5,7 cm) (Photo : A. Riou-Nivert).



Élagage à la scie à main (Photo : S. Gaudin) et production de bois sans nœud après élagage précoce sur douglas (Photo : A. Riou-Nivert).



Qu'est-ce que la qualité du bois?



La « qualité du bois » ne peut être définie qu'à partir de l'usage final qui en sera fait et non à partir de l'une ou l'autre de ses propriétés

(Illustration : J. Thienpont, in Hébert et al. 2002).

La rectitude du tronc et l'absence de branches (ici un pin sylvestre) sont des critères de qualité pour la plupart des usages de valeur (hors trituration ou énergie)
(Photo : CRPF PACA).

La qualité: une notion relative

Composantes de la qualité (BO)	Action du sylviculteur	Action de l'industriel
Rectitude, longueur de bille	Essence, génétique Tailles de formation	Purges, aboutage
Diamètre	Sylviculture, station (vitesse de croissance, révolution)	Lamellé-collé, BMR, LVL, panneaux (particules...)
Âge	Sylviculture (révolution)	—
Propriétés mécaniques	Sylviculture (larg. cernes) Génétique (essence, densité...)	Classement, traitements (densification...)
Durabilité (duraminisation)	Essence, sylviculture (âge)	Traitements (rétification, oléothermie...)
Défauts constitutifs (bois juvénile)	Sylviculture (vitesse de croissance, élagage)	Purges, dispersion (BMR, LVL...)
Défauts occasionnels (blessures, bois de réaction...)	Précautions d'exploitation, sylviculture (éclaircies)	Purges, bois reconstitué
Singularités (nœuds)	Élagage, sylviculture, génétique (Ø branches)	Purges, type de débit, dispersion (BMR, LVL...)
Couleur	Sylviculture (âge)	Traitements, colorations...

Normalisation: un langage commun objectif

CLASSEMENT BOIS RONDS : DOUGLAS

Critères observés	A	B	C	D
Largeur de cerne ¹	≤ 8 mm	≤ 8 mm		
Poches de résine		1 par section		
Nœuds ² adhérents, sains		≤ 5 cm	≤ 8 cm	
morts		≤ 4 cm	≤ 7 cm	
pourris			≤ 4 cm	
Fill tors	≤ 3 cm/m	≤ 7 cm/m	≤ 10 cm/m	
Cœur excentré ³	≤ 10 %	≤ 20 %		
Courbure ⁴ si $\phi < 35$ cm	≤ 1 cm/m	≤ 1,5 cm/m	≤ 2,5 cm/m	≤ 4,5 cm/m
si $\phi \geq 35$ cm	≤ 1,5 cm/m	≤ 2 cm/m	≤ 3 cm/m	≤ 4,5 cm/m
Décroissance ⁵ si $\phi < 35$ cm		≤ 1,5 cm/m	≤ 2,5 cm/m	
si $\phi \geq 35$ cm		≤ 2 cm/m	≤ 4 cm/m	
Fentes de cœur si $\phi < 35$ cm			≤ 1/2 ϕ	
si $\phi \geq 35$ cm	≤ 1/4 ϕ	≤ 1/5 ϕ	≤ 1/5 ϕ	
Roulure si $\phi < 35$ cm				≤ 1/2 ϕ
si $\phi \geq 35$ cm		≤ 1/4 ϕ	≤ 1/5 ϕ	≤ 1/5 ϕ
Pourriture, attaques d'insectes				
Discoloration				

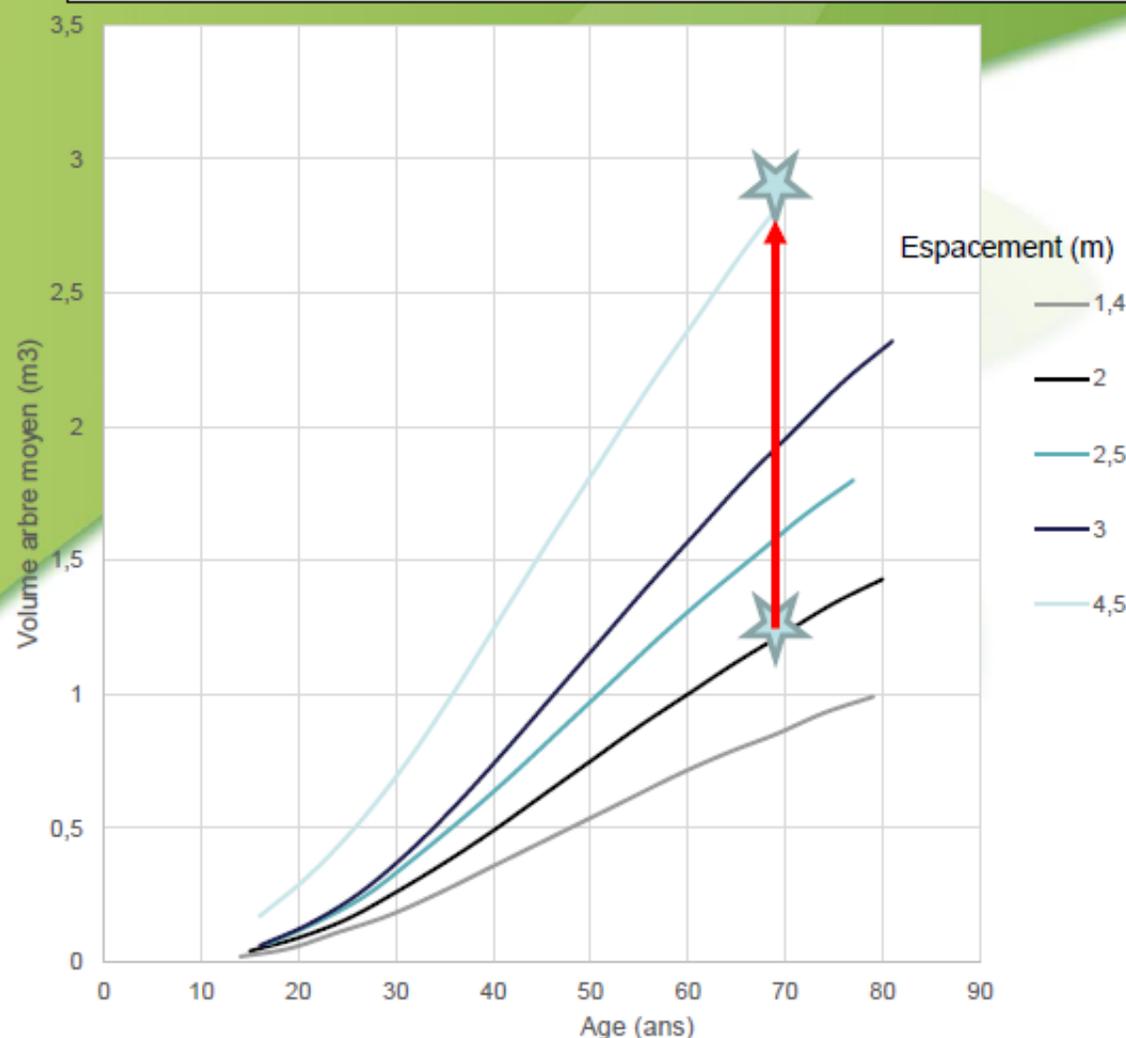


Mais aussi: classement d'aspect des sciages, classement mécanique des sciages...

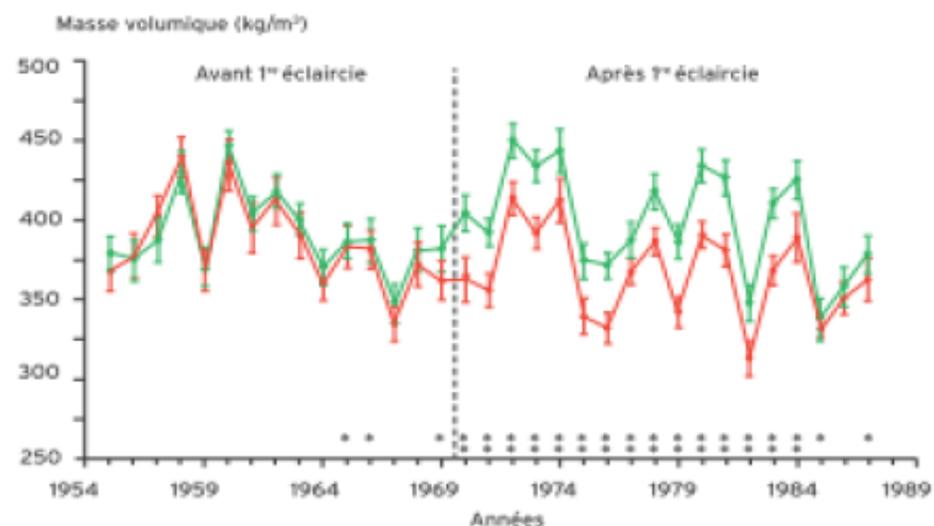
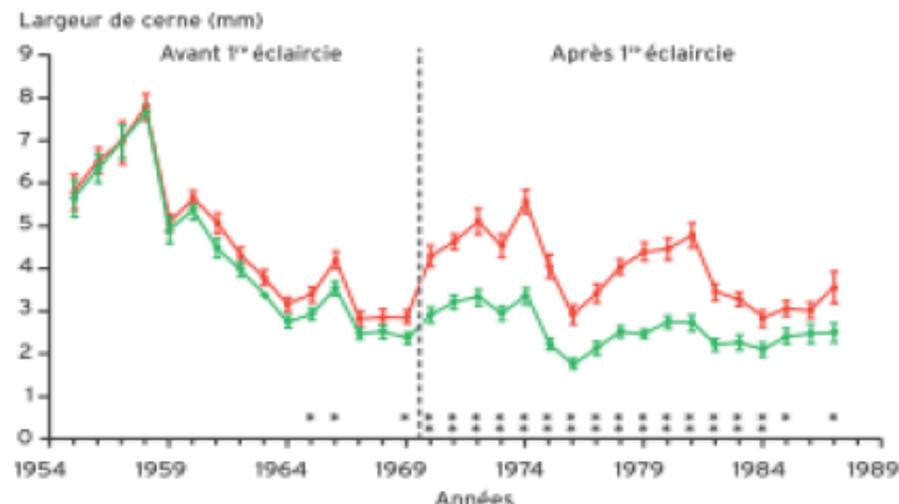
Tableau d'après la norme EN 1927-1 à 3 (2008-05) adapté par J.-D. Larvin, FCBA.

■ Interdit
 ■ Permis sous certaines conditions
 ■ Permis sans restriction

Sylviculture et croissance



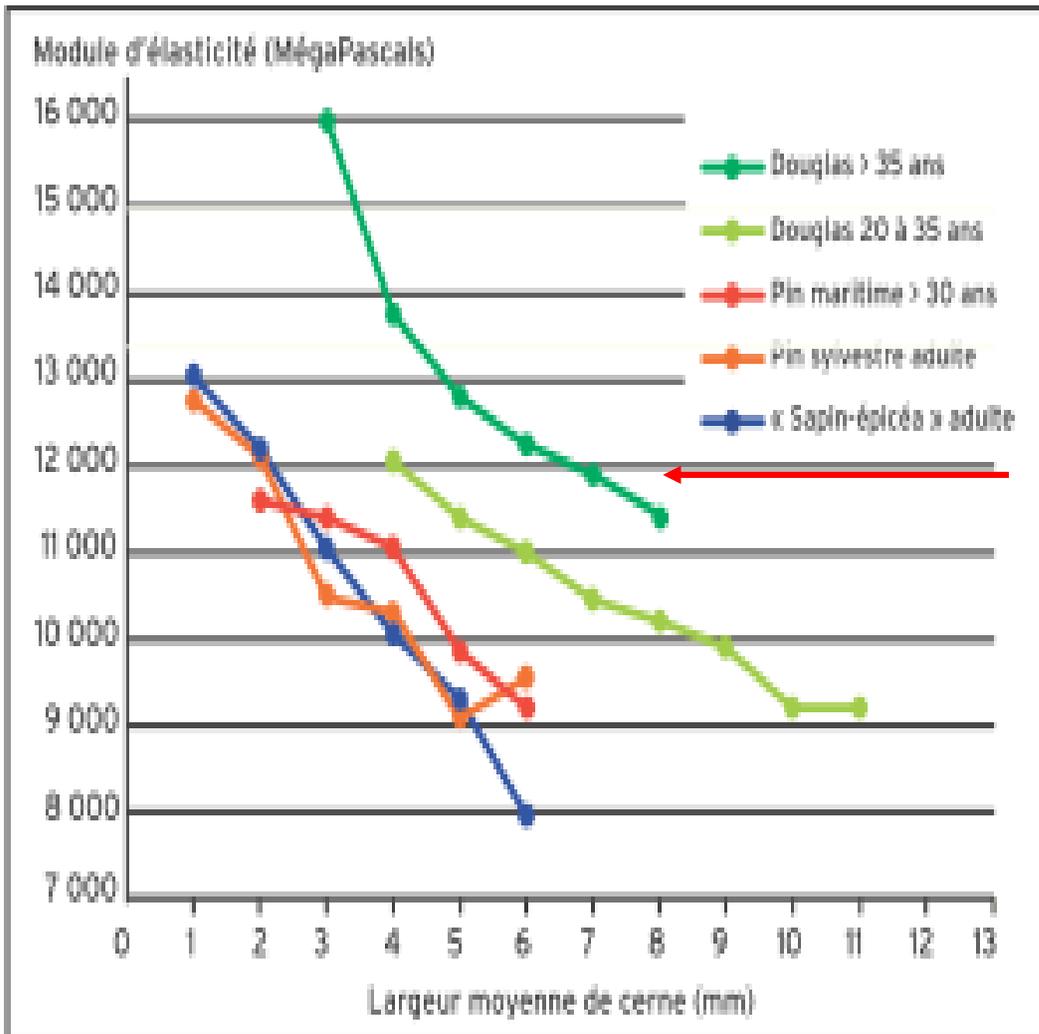
Pin laricio: à 70 ans, le volume moyen est doublé en plantant à 500/ha plutôt qu'à 2500/ha (sans éclaircies) et la production totale baisse de 9% (tables GB)



{ Croissance lente
{ Croissance rapide

Epicéa (39 ans): après éclaircie, la largeur de cerne augmente et la densité diminue (de 7,6%) (Hebert *et al* 2002)

Importance de l'essence et de l'âge



Classes de résistance (selon norme européenne EN 338)	Sciages issus de peuplements de 40 ans	Sciages issus de peuplements de 50 ans	Sciages issus de peuplements de 70 ans
C 30	37%	70%	93%
C 24	9%	12%	3%
C 18	45%	12%	3%
rejets	9%	6%	1%

A largeur de cerne égale, le douglas a de bien meilleures propriétés mécaniques que les autres essences (Blachon-Nepveu 1985)

Les douglas âgés (70 ans) ont de bien meilleures propriétés mécaniques que les douglas jeunes (40 ans)

(FCBA 2005 et France Douglas)

Partie 3: Le sylviculteur face à la demande industrielle



WANTED

Petites sections (35-45 cm)
Branches fines (petits nœuds)
Rectitude et cylindricité
Facilité de mise en œuvre (poids, dimensions...)
Durabilité
=> produits standardisés

Des sylvicultures diversifiées possibles



Sylviculture industrielle

Ou bien...



Sylviculture dynamique et élagage

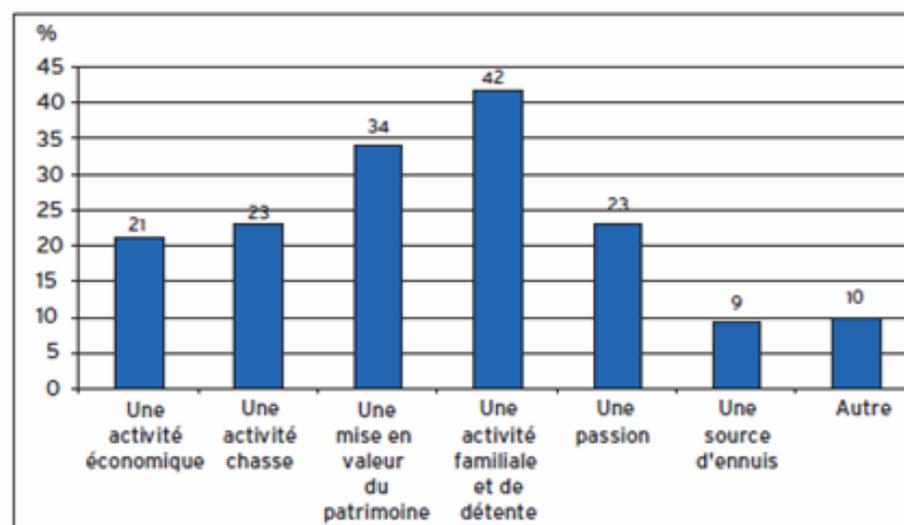
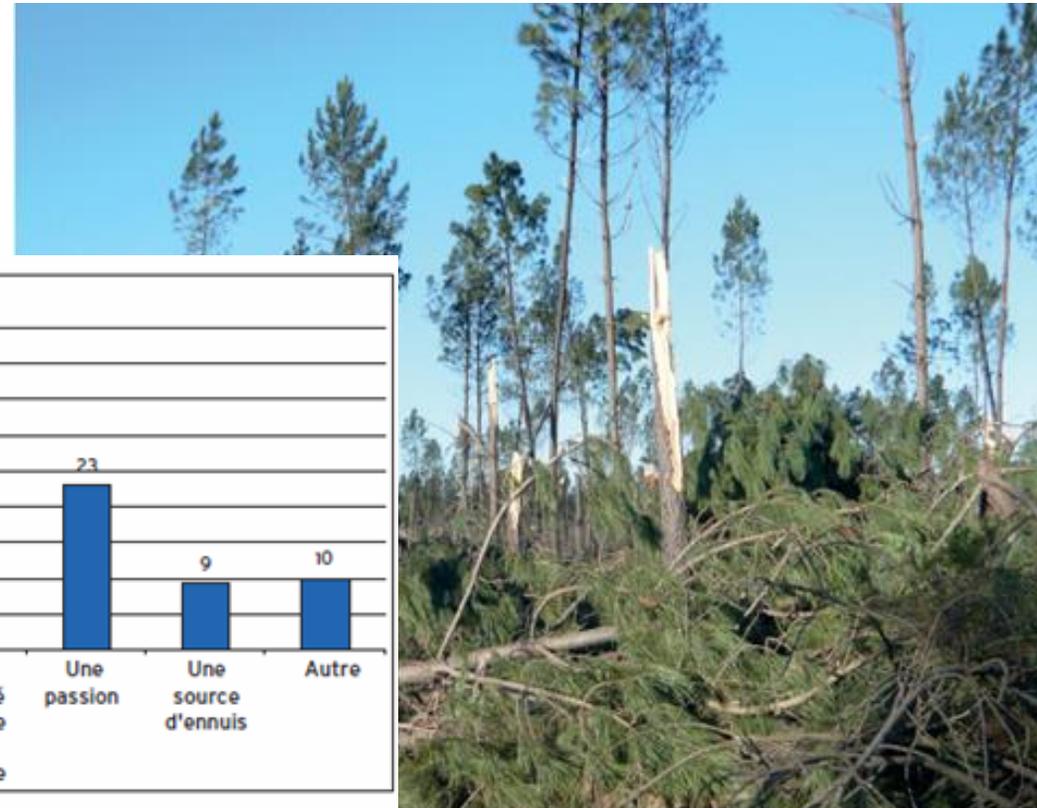
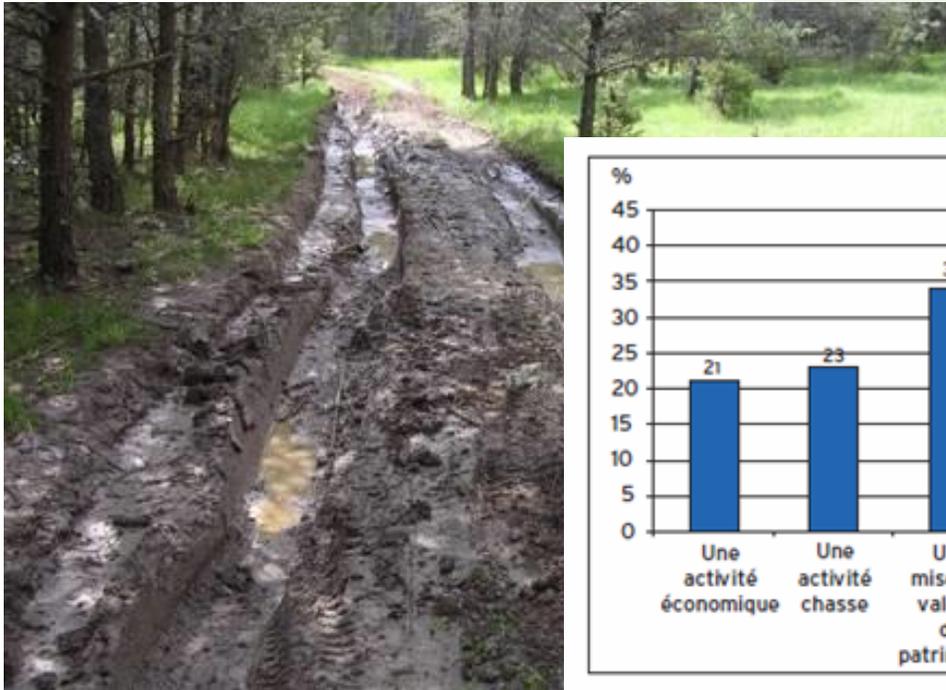


Ou encore...

Irrégulier

- Le sylviculteur doit-il écouter le chant des scies reines?
- Le scieur voit à 10 ans, le sylviculteur voit à 100 ans
- La prospective est un exercice difficile, surtout s'il porte sur l'avenir (Pierre Dac)

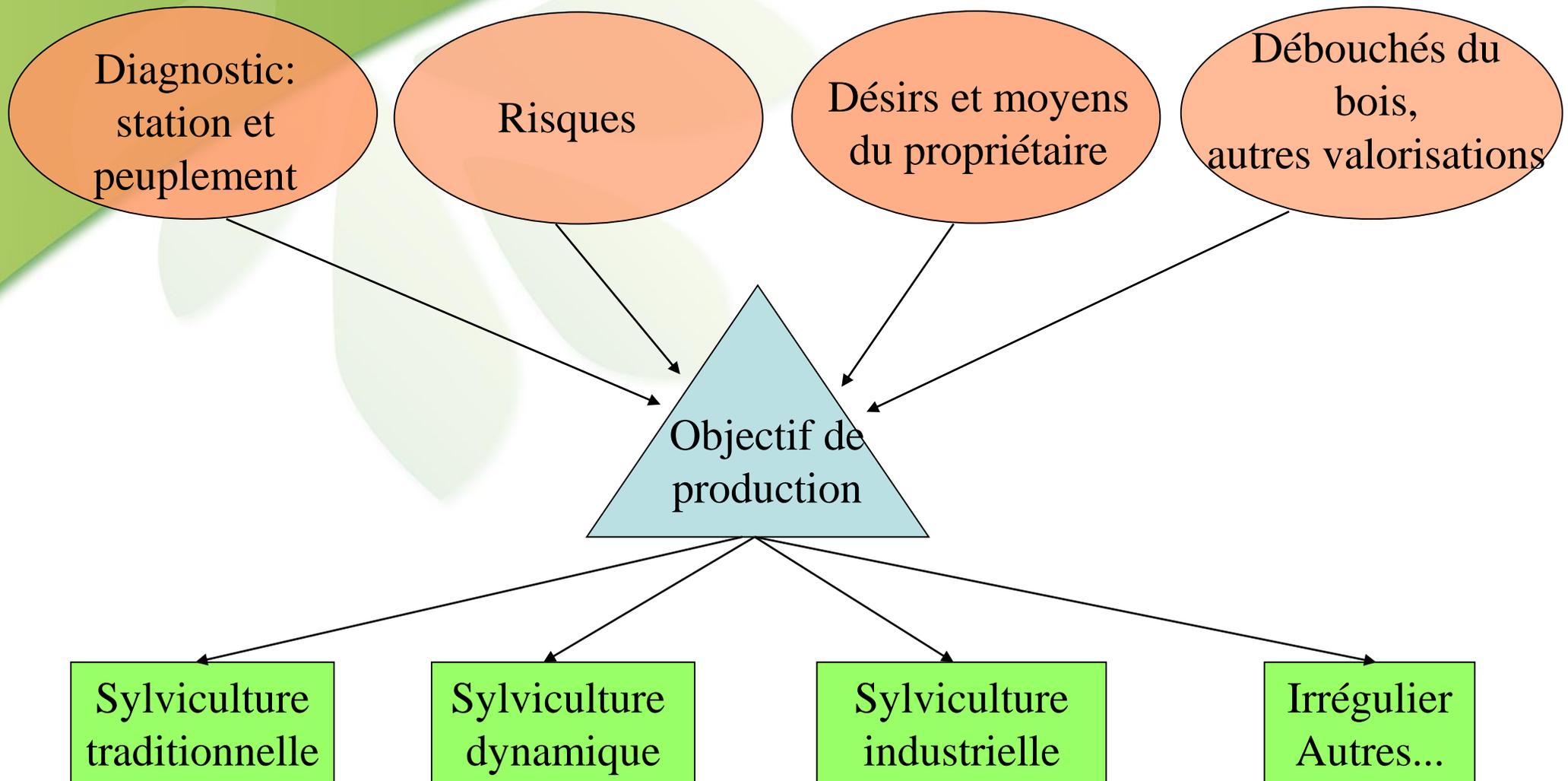
Les multiples contraintes du sylviculteur



À quoi renvoie le fait d'être propriétaire de bois ? (Enquête RESOFOP-Crédoc 2011).

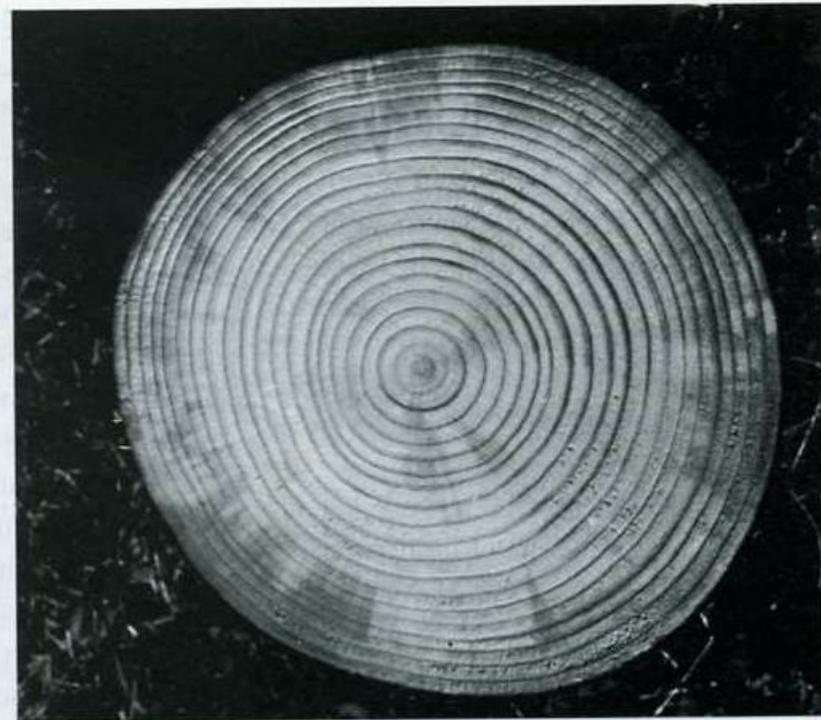
Le Massif Central a été durement touché par deux tempêtes successives.

Démarche d'aide à la décision du sylviculteur



Partie 4: Quelques réflexions sur des questions délicates

- Le coût des cernes fins et le coût du temps



Les deux rondelles d'épicéa d'âges très différents ont le même diamètre. Si la densité du bois d'épicéa à cernes larges est moins élevée que la densité du bois d'épicéa à cernes fins, en revanche, à l'intérieur de chaque cerne, l'hétérogénéité de densité est moins grande.
(Photos Inra Nancy)

Epicéa 52 ans

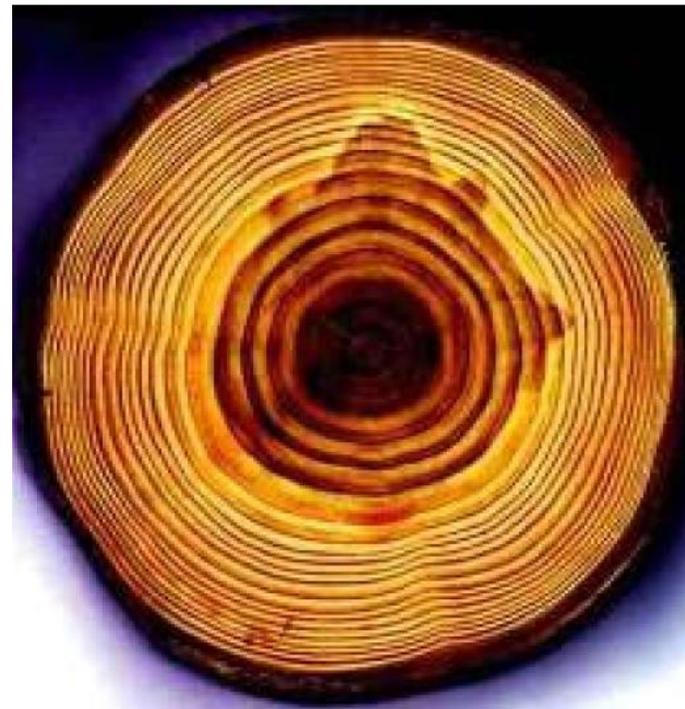
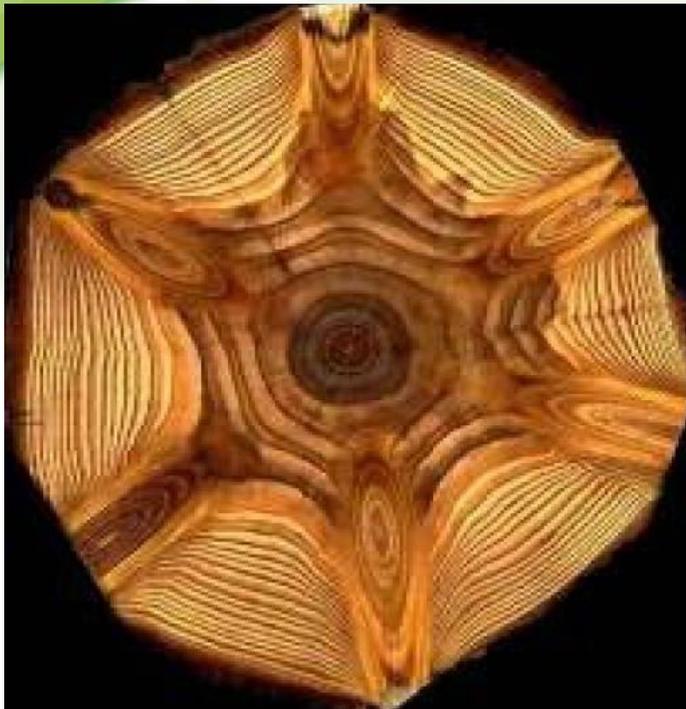
Epicéa 21 ans

En prenant un taux d'actualisation de 3%, la rentabilité est la même si l'on vend :

- à 40 €/m³ (prix actuel du marché pour la bonne qualité) un épicéa de 30 cm et 0,7 m³ de 52 ans (cernes fins de 3 mm);

- à 16 €/m³ un épicéa de mêmes dimensions de 21 ans (cernes larges de 7 mm) ($40 : (1,03)^{31} = 16$)

- Le coût du bois sans nœuds



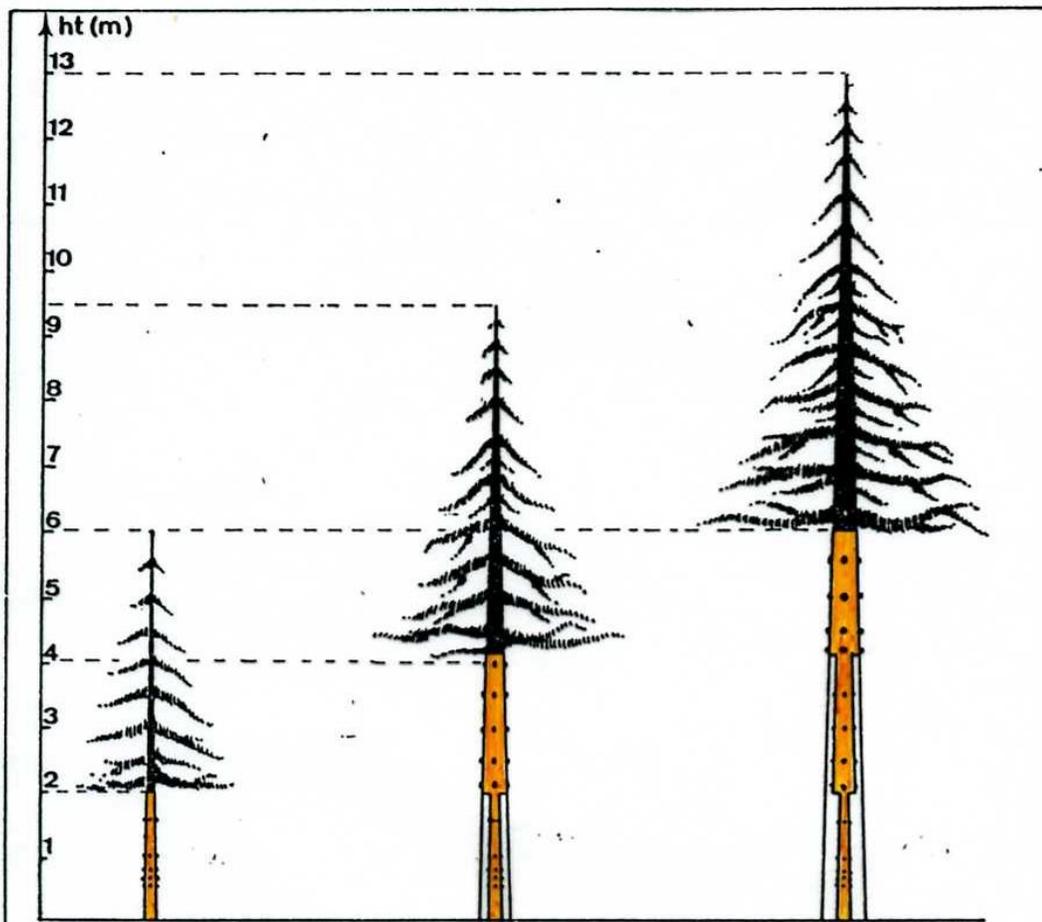
Photos Inra

Pour rentabiliser un **élagage à 6 m coûtant 4 €** effectué avant 15 ans sur un douglas de moins de 15 cm de diamètre exploité à 50 ans à 50 cm de diamètre, avec un taux d'actualisation de 3%, il faut réaliser **une plus-value** de:

- 11,3 € sur la tige ($4 \times (1,03)^{35} = 11,3$) ou de:

- **4,5 €/m³** pour un volume bois d'œuvre de 2,5 m³ ($11,3 / 2,5 = 4,5$). Il faudra donc vendre l'arbre à plus de 49,5 €/m³ au lieu de 45 €/m³ sans élagage

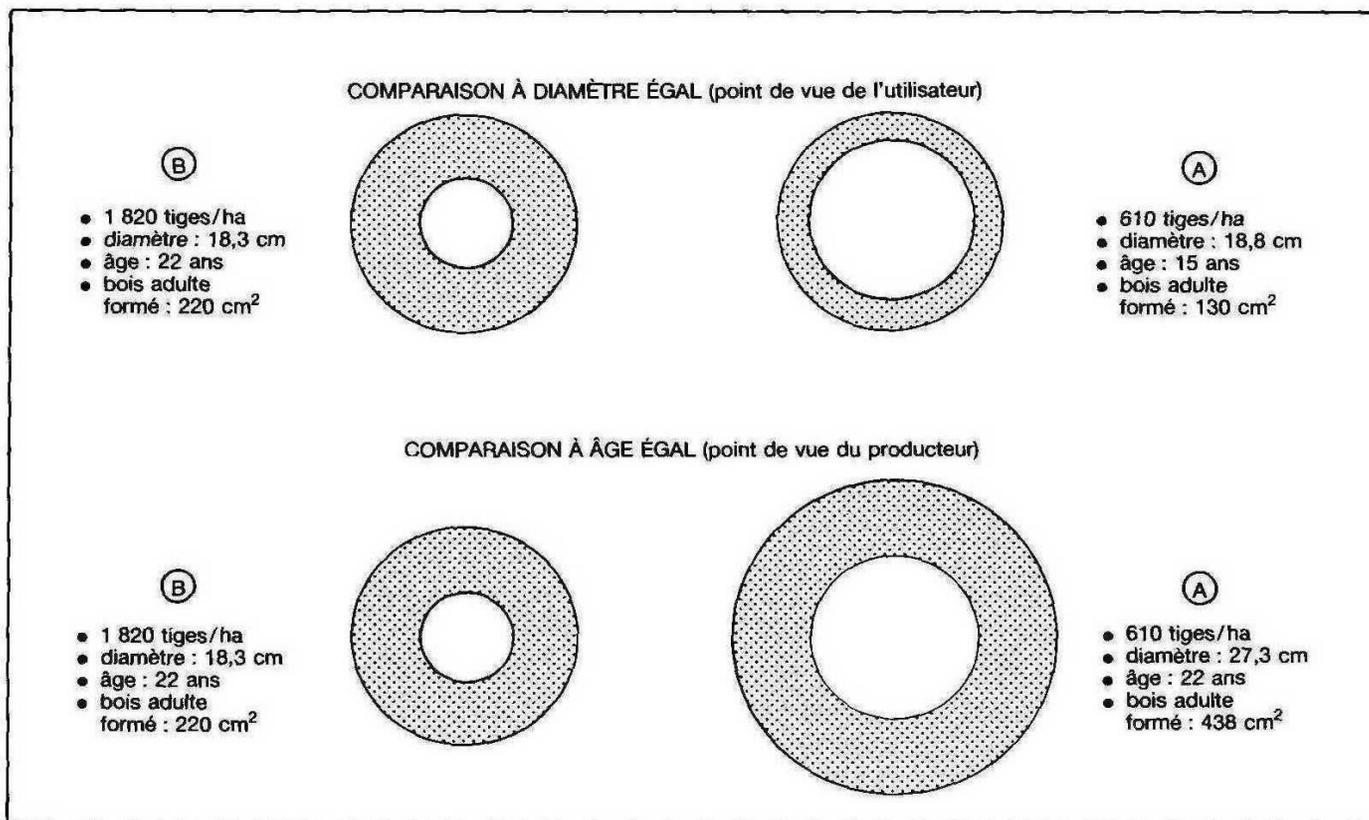
« Une sylviculture dynamique mérite l'élagage ; l'élagage mérite une sylviculture intensive »



- On élague pour atteindre la catégorie « usages nobles »
- Les usages nobles ne demandent pas de cernes fins
- L'élagage est un investissement à rentabiliser sur la plus courte durée possible
- Il faut donc accumuler très vite du bois sans nœuds après l'élagage (éclaircies fortes)
- Une sylviculture dynamique sans élagage produit des arbres à fortes branches au bois dévalorisé (charpente courante ou caissage)
- **Donc, sylviculture dynamique = élagage!**

• Bois juvénile et bois adulte : lien avec la vitesse de croissance

Figure 3 COMPARAISON DES ARBRES MOYENS DE DEUX PEUPLLEMENTS PLANTÉS À ESPACEMENTS DIFFÉRENTS (section de tiges à 1,30 m).



Une croissance rapide engendre plus de bois juvénile

Oui, mais...

aussi, dans le même temps, plus de bois adulte!

- **Les gros bois ($D > 50$ cm) : bons ou mauvais?**

Inconvénients	Avantages
<ul style="list-style-type: none">- Mal adaptés aux scieries industrielles à canters- Peuvent cumuler défauts et altérations- Long terme = baisse de rentabilité pour le producteur?- Exposition plus longue aux aléas (tempêtes, sécheresses)	<ul style="list-style-type: none">- Recherchés pour les usages nobles: (débouchés de niche?)- Meilleurs rendements à l'exploitation et à la transformation (scieries traditionnelles, déroulage, tranchage)- Plus faible proportion de bois juvénile- Plus faible proportion d'aubier (si le duramen est recherché)- Tri des différentes qualités possible et profitable (rarement fait)

- **Le problème de l'aubier : bon ou mauvais?**

Inconvénients	Avantages
<ul style="list-style-type: none">- Moins durable (en usage extérieur)- Bleuissement (pins)- Disparaît en partie au sciage (dosses et délignures)	<ul style="list-style-type: none">- Meilleures propriétés mécaniques (bois adulte, cernes plus fins)- Bois sans nœuds (si élagage)- Humidité plus homogène (douglas)- Plus imprégnable (pins surtout)- Récupéré en totalité au déroulage- Couleur claire et homogène: mieux valorisé par tranchage, déroulage, ébénisterie

Miser sur la diversification mais... des tensions à prévoir...un dialogue amont-aval plus que nécessaire



Rencontre avec les scieurs dans le Jura (A. de Lauriston, CNPF)