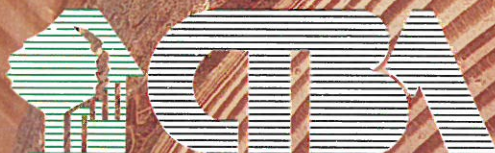


# le Douglas





# le Douglas



## préface

Ce Cahier, établi par le C.T.B.A, présente la synthèse des principaux résultats d'études et d'essais réalisés par ses soins sur le Douglas, grâce à la participation financière du Ministère de l'Agriculture, du Ministère de l'Urbanisme, du Logement et du Transport, de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie, des Régions Bourgogne, Limousin et Haute-Normandie, et avec l'aide des Centres Régionaux de la Propriété Forestière de Bretagne, Midi-Pyrénées, Normandie, Bourgogne, d'Aprovalbois et de la Somival.

*Photos : O.N.F. (J.-P. Chasseau, M. Dedieu), SICA du Thaurion, C.T.B.A. (Louis Normandière).*

Septembre  
1986

# mieux connaître et promouvoir l'utilisation du Douglas français

La forêt française vit depuis 1947 un profond bouleversement dont les conséquences sont maintenant présentes dans tous les esprits : avec plus de 1 700 000 ha de plantations résineuses nouvelles arrivant depuis quelques années au stade des premières éclaircies, la production potentielle de bois résineux français devrait doubler à l'horizon 2010.

Dans ce contexte, la promotion indispensable des résineux français, tant sur le marché intérieur qu'à l'exportation, passe par une connaissance accrue des qualités de ces bois, permettant leur utilisation optimale.

Ainsi, en septembre 1984, le **Cahier 124 du CTBA, "Les résineux français"**, a apporté un premier ensemble d'informations sur les quatre principales essences résineuses françaises : sapin, épicéa, pin maritime et pin sylvestre. Ce document, dont une nouvelle édition a été publiée en juillet 86, constituait un des premiers éléments de la démarche qui doit aboutir à des **"REGLES DE CLASSEMENT ET DE QUALITES DIMENSIONNELLES DES SCIAGES RESINEUX FRANCAIS"**. Il a ainsi permis de préciser et de mieux faire connaître :

- Les dimensions des sciages les plus couramment rencontrés et disponibles dans les scieries françaises à l'humidité de référence de 20 %.
- Les méthodes de classement utilisées et, par conséquent, les définitions précises **des choix** pour lesquelles une appellation simple et unique a été arrêtée pour les quatre essences : choix zéro comprenant un choix 0A et un choix 0B, un premier choix, un deuxième choix, un troisième choix comprenant un choix 3A et un choix 3B.
- Pour les choix destinés aux emplois travaillants, les principales **caractéristiques mécaniques** de ces essences, éléments nécessaires aux concepteurs pour calculer les ouvrages.

Dans la lignée du Cahier 124, le présent document traite du **Douglas**, essence dont les caractéristiques sont connues et appréciées dans son aire d'origine, l'Amérique du Nord, mais mal connues en France, où elle représente pourtant depuis le début des années 70 la première essence de reboisement : les plantations réalisées permettent ainsi de prévoir, dans un proche avenir, une récolte de Douglas pratiquement équivalente à la récolte actuelle de pin maritime. Le Cahier 128 du CTBA "LE DOUGLAS" présente la synthèse de plusieurs études menées à la demande et avec la participation active des professionnels et vient compléter, en ce qui concerne cette essence, le Cahier 124 "**Les résineux français**".

---

## SOMMAIRE

<b>1. Le Douglas : une ressource en expansion</b>	5
<b>2. Les caractéristiques générales du Douglas</b>	7
2.1. Dénomination	7
2.2. Répartition géographique	7
2.3. Description de l'arbre et du bois	8
2.3.1. L'arbre	8
2.3.2. Le bois	9
2.4. Caractéristiques physiques	10
2.4.1. Humidité - Retrait	10
2.4.2. Masse volumique	11
2.5. Acidité	12
2.6. Caractéristiques mécaniques	12
<b>3. Conseils pratiques d'utilisation</b>	13
3.1. Le sciage des grumes	13
3.1.1. Usure des dents de scie	13
3.1.2. Etat de surface et régularité du sciage	13
3.1.3. Qualité des sciages	14
3.2. Séchage du Douglas	14
3.2.1. Conditions de séchage	14
3.2.2. Durée du séchage	16
3.2.3. Qualité du séchage	16
3.2.4. Procédé de séchage	17
3.3. Usinabilité	17
3.3.1. Sciage circulaire	18
3.3.2. Dégauchissage - rabotage	18
3.3.3. Profilages	19
3.3.4. Autres usinages	19
3.4. Durabilité, imprégnabilité, préservation	20
3.4.1. Résistance naturelle	20
3.4.2. Imprégnabilité	20
3.4.3. Préservation	20
3.5. Assemblage	22
3.5.1. Collage	22
3.5.2. Clouage	22
3.6. Finition	22
3.6.1. Finitions extérieures	23
3.6.2. Finitions intérieures	24
3.7. Comportement acoustique	24
3.8. Comportement au feu	24
<b>4. Qualités dimensionnelles des sciages de Douglas</b>	26
4.1. Les dimensions standardisées	26
4.1.1. Tableau des sections	27
4.1.2. Les longueurs	27
4.2. Les appellations courantes	27

<b>5. Classement qualitatif des sciages de Douglas</b> .....	29
<b>5.1. Les principes</b> .....	29
<b>5.2. La méthode</b> .....	29
5.2.1. La nature des singularités à examiner .....	29
5.2.2. L'évaluation des singularités pour un classement d'aspect .....	32
5.2.3. Spécifications particulières pour certains emplois .....	32
<b>5.3. Les choix</b> .....	32
<b>6. Caractéristiques mécaniques et classements associés</b> .....	41
<b>6.1. Classement structure</b> .....	41
6.1.1. Critères visuels de sélection .....	41
6.1.2. Les classes B et S .....	42
<b>6.2. Caractéristiques mécaniques</b> .....	43
<b>7. Exemples d'utilisation</b> .....	44
<b>7.1. Structure - ossature</b> .....	44
<b>7.2. Lamellé-collé</b> .....	45
Annexe : caractéristiques pratiques des sections usuelles. ....	48



*Bouquet de Douglas adulte*

# 1. le Douglas : une ressource en expansion

Au regard de la production française actuelle de grumes et de sciages résineux, le Douglas occupe une place encore très modeste, voire marginale : sur **11 002 000 m<sup>3</sup>** de grumes résineuses françaises transformées en 1984 \* on trouvait **180 000 m<sup>3</sup>** de grumes de Douglas et mélèze à partir desquelles ont été commercialisés **84 000 m<sup>3</sup>** de sciages à rapprocher des **5 617 000 m<sup>3</sup>** de sciages résineux commercialisés au total la même année.

Pourquoi donc dans ces conditions consacrer un document spécial à la définition des caractéristiques du Douglas ? C'est que la situation de cette essence a subi une évolution considérable depuis les années soixante et que, partie de zéro au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, elle est devenue depuis plusieurs années **la première essence de reboisement** en France avec 30 % des surfaces annuelles plantées.

## Un développement récent mais une histoire ancienne

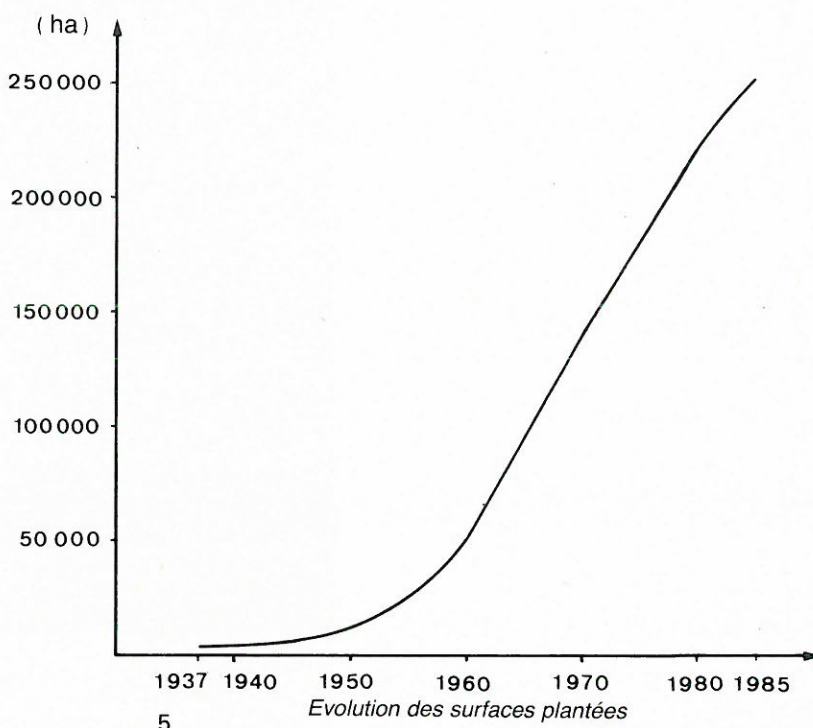
Découvert par MENZIES dans l'île de Vancouver au Canada en 1791, les premiers essais de plantations de graines de Douglas en dehors de son aire naturelle étaient réalisés en Angleterre par Douglas en 1827. Introduit en France en 1842, les premières plantations forestières d'une certaine importance ont été réalisées dans la deuxième moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle par des propriétaires forestiers d'Alsace, de Bretagne, de Normandie et du Beaujolais : en 1937 on estimait à seulement 4 000 ha la surface occupée par cette essence.

C'est avec la création du Fonds Forestier National en 1947 que se sont véritablement développées les plantations de résineux.

Dès 1950, le Douglas commençait à être introduit et au cours des années 1970, plus de 10 000 hectares de cette essence étaient plantés chaque année en moyenne. Depuis le début 1980, la surface annuelle plantée se situe au niveau de 7 500 ha/an.

Ainsi en 1985, on peut estimer à environ 250 000 ha \* la surface plantée en Douglas, en France, dont plus de 80 % est composée de plantations de moins de 25 ans.

\* Sources : Direction des Forêts ; CNRF (INRA)



## Une ressource en pleine expansion

Une des caractéristiques principales de cette essence est sa potentialité élevée de croissance pouvant atteindre 15 à 20 m<sup>3</sup>/ha/an d'accroissement moyen annuel maximum. Compte tenu de la répartition des classes d'âge, on peut estimer à **2 millions\*** de m<sup>3</sup> (dont environ **0,6** de bois d'œuvre) la récolte disponible à l'horizon **1995-2000** et à **3 à 4 millions** de m<sup>3</sup> (dont environ **1,8 à 2,4** de bois d'œuvre) la récolte disponible à l'horizon **2005-2010**. Ainsi dans un proche avenir, la récolte disponible en Douglas serait pratiquement équivalente à la récolte actuelle de pin maritime !...

Formidable enjeu qui nécessite de bien connaître toutes les caractéristiques de cette essence encore peu répandue sur le marché des sciages français.

En effet, même si cette essence est très utilisée et très appréciée en Amérique du Nord où elle est connue sous le nom de Douglas fir et dont les plus belles provenances sont communément appelées pin d'Orégon, il n'est pas possible de transposer les connaissances acquises : le bois de Douglas ayant poussé en Amérique du Nord n'a pas les mêmes qualités que celui qui pousse en Europe même s'il s'agit de graines de la même origine.

Bien entendu, cette évolution dépendra de nombreux facteurs difficilement contrôlables : sylviculture pratiquée, débouchés, décisions des propriétaires de mettre leurs produits sur le marché. Des écarts entre les chiffres annoncés et la réalité sont sans doute inévitables.

En particulier la réalisation des **premières éclaircies** suffisamment précoce (entre 16 et 25 ans) aura une très grande influence sur la croissance des peuplements et sur la récolte de bois d'œuvre attendue.

La meilleure connaissance des caractéristiques mécaniques, physiques et d'usinabilité du Douglas français que ce cahier apporte devrait contribuer à lui trouver de nombreux débouchés permettant de poursuivre une politique dynamique d'éclaircies et d'utilisation valorisante des sciages de cette essence (structure, menuiserie...).

\* **Source** : C.N.R.F. (INRA)



Plantations de Douglas -  
Doc. O.N.F. (J.P. Chasseau)



## 2. les caractéristiques générales du Douglas

Les principales caractéristiques du bois de Douglas, en particulier physiques et mécaniques ont été déterminées à partir d'une campagne d'essais réalisée par le CTBA.

Les grumes ayant servi à ces essais ont été prélevées, parmi des bois d'éclaircie et des bois adultes, dans les principales régions productrices de Douglas, l'échantillonnage ainsi obtenu étant représentatif de la population au niveau national.

D'une manière générale, ces essais permettent de constater que la variabilité des résultats d'une région à une autre n'est pas supérieure à celle mesurée à l'intérieur d'une même région, voire à l'intérieur d'une même grume.

### 2.1 dénomination

Comme le sapin et l'épicéa, le Douglas (***Pseudotsuga menziesii***) appartient à la famille des Pinacées, tribu des Abiétées.

Dans son aire d'origine (Ouest de l'Amérique du nord, entre l'océan Pacifique et les Montagnes Rocheuses), où il est connu sous le nom de Douglas fir, et pour les plus belles provenances sous le nom de pin d'Orégon, il comporte deux sous-espèces :

- Le **Douglas vert (*Pseudotsuga Menziesii*, var. *Menziesii*)**, dans la zone côtière du Pacifique, à basse et moyenne altitude.
- Le **Douglas bleu (*Pseudotsuga Menziesii*, var. *Glauca*)**, plus continental et plus montagnard.

En France, où il est d'introduction relativement ancienne (1842), on rencontre presque exclusivement le Douglas vert, à croissance plus rapide : c'est cette espèce qui se présente communément sous le nom de sapin de Douglas, ou simplement Douglas.

### 2.2 répartition géographique

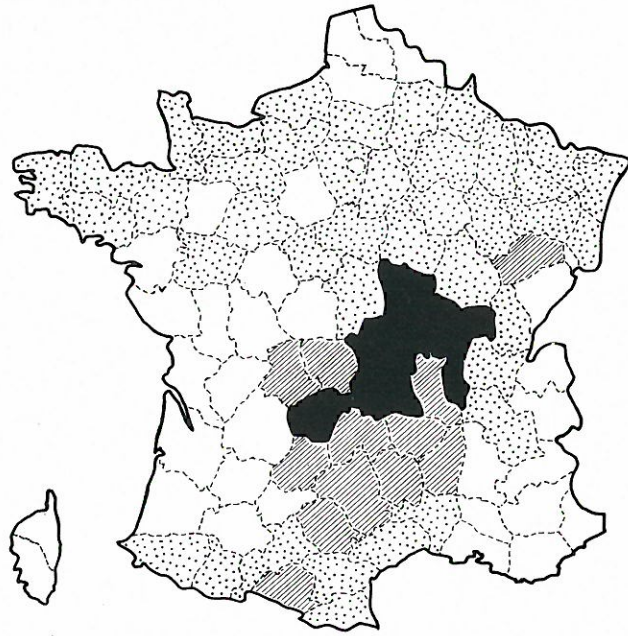
Très plastique vis-à-vis des facteurs du milieu, le Douglas réussit dans des conditions écologiques variables. Il est cependant déconseillé sur les sols hydromorphes ou vraiment carbonatés et dans les trois stations ou régions suivantes, où ses conditions de croissance sont peu satisfaisantes :

- aux altitudes supérieures à 1 000 m où l'épicéa et le sapin lui sont supérieurs,
- dans le massif landais,
- en région méditerranéenne.

Partout ailleurs, il se caractérise par une croissance remarquable et une bonne résistance aux ravageurs potentiels. Il présente une croissance optimale lorsque la pluviométrie annuelle est comprise entre 800 et 1 200 mm (même si cette pluviométrie est irrégulièrement répartie sur l'ensemble de l'année), lorsqu'il est planté sur des sols légers, frais, bien drainés et assez profonds (40 cm) et que la température moyenne annuelle est de 8 à 9 °C et celle de la saison de végétation de 14 à 15 °C voire davantage. Essence de lumière, sensible à l'action du vent, il donne ses meilleurs résultats en France dans les régions à climat océanique humide de basse et moyenne altitude.

## Répartition des surfaces plantées en Douglas (Estimation 1985)

Sources : Direction des forêts - CNRF (INRA)



- Surface  $\leq 1000$  ha
- 1000 ha < surface  $\leq 5000$  ha
- ▨ 5000 ha < surface  $\leq 9000$  ha
- Surface > 3000 ha

Les principales régions de plantations sont le Morvan, le Beaujolais, le Limousin, et le sud du Massif Central. On trouve également de belles plantations en Bretagne, Normandie, Champagne, Lorraine, Alsace, Sologne, Cévennes et en bordure des Pyrénées.

## 2.3 description

### 2.3.1. l'arbre

Le Douglas est un grand arbre, pouvant atteindre 50 m de hauteur, à croissance rapide, à enracinement plutôt superficiel.

C'est une essence de lumière. Favorisée par les climats humides, elle résiste bien à la sécheresse estivale autant qu'aux froids hivernaux, mais est très sensible au vent.

Le **tronc** est droit et cylindrique, à ramification non étagée. Les branches sont longues et retombantes. Les rameaux légèrement pubescents sont souples, horizontaux ou pendants.

La **cime**, longtemps pyramidale, s'arrondit et perd sa symétrie chez l'arbre âgé.

L'**écorce** d'abord mince, lisse, gris vert, contient des poches de résine très apparentes en surface. Elle devient ensuite épaisse, liégeuse, crevassée plus ou moins profondément, de couleur brun-rouge.



Ecorce d'un arbre jeune

Doc. O.N.F. (J.P. Chasseau)



Ecorce d'arbre adulte

Les **aiguilles** persistantes, longues de 15 à 30 mm, sont disposées en brosses autour du rameau. Elles sont aplaties, rétrécies à la base, molles, et plus pâles à leur face inférieure, avec 2 bandes discrètes dues à des stomates alignés. Froissées, elles dégagent une forte odeur de citronnelle.

Les **fleurs** sont représentées sur le même arbre par des châtons mâles rouge vif et des châtons femelles vert teinté de rouge.

Le **cône**, pendant, a 5 à 12 cm de longueur. Ses écailles sont minces et arrondies, assez molles, chacune munie d'une longue bractée à 3 pointes, très visibles. Il ne se disloque pas sur l'arbre. Les graines sont petites, à aile non séparable, brun foncé sur une face, gris mat sur l'autre.



*Rameau avec cône*  
Doc. O.N.F. (M. Dedieu)



*Fleur mâle*  
Doc. O.N.F. (M. Dedieu)

### 2.3.2. le bois

#### ● Caractères macroscopiques :

Le bois de Douglas a un **grain assez grossier et un fil droit**.

**Les cernes d'accroissement**, dépassant couramment les 5 mm pour atteindre même parfois 10 mm sur les jeunes sujets sont chez l'adulte assez larges et varient en moyenne de 3 à 4 mm. Ils sont très visibles grâce à la zone finale de bois d'été particulièrement dense et colorée. La texture\* est élevée de 30 à 45 % chez l'adulte.

L'**aubier**, jaune brun clair, a une épaisseur de 3 à 5 cm en moyenne. Le duramen est assez fortement coloré en rose brun saumoné.

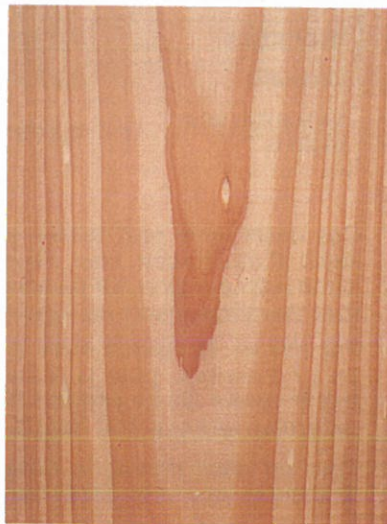
Les **canaux résinifères**, assez petits ne sont pas visibles à l'œil nu.

Les **rayons** assez brillants et colorés forment une maillure fine et bien visible sur quartier.

Le bois frais dégage une **odeur citrique** prononcée, à peine sensible à l'état sec.



*Accroissements*



*Bois sur dosse*



*Bois sur quartier*

#### ● Caractères microscopiques :

**Les fibres trachéides** qui composent le bois présentent des épaississements spiralés internes.

Les **canaux résinifères** ont des cellules bordantes à parois épaisses et ont de 40 à 140  $\mu\text{m}$  de diamètre.

\* La texture est définie comme le rapport de la largeur de la zone de bois d'été à la largeur totale de la couche d'accroissement.

## 2.4. caractéristiques physiques

### 2.4.1. humidité - retrait

Les **rayons** sont hétérogènes : cellules de parenchyme à parois épaisses et ponctuations picéïdes ; trachéïdes transversales à parois minces et lisses parfois spiralées.

Le **bois d'été** est souvent dédoublé. L'absence totale d'un cerne sur une partie de son périmètre se remarque parfois.

Des enchevêtrements de fibres sont fréquents, surtout vers le centre de la grume.

Du **bois de tension**, non repérable à l'œil nu, mais parfois extrêmement sévère, semble plus fréquent dans certaines provenances.

Une pièce de bois prend ou perd de l'humidité selon les conditions d'ambiance définies par la température et l'humidité relative de l'air, et tend à atteindre une valeur d'équilibre, appelée équilibre hygroscopique. Cette humidité influe sur ses dimensions et sur ses caractéristiques physiques et mécaniques. **Ce n'est qu'en dessous d'une humidité voisine de 30 %, point de saturation des parois cellulaires, que les variations d'humidité s'accompagnent de variations dimensionnelles. Les dimensions du bois varient alors proportionnellement et dans le même sens que son humidité.**

**Remarque :** pour le Douglas, le point de saturation des parois cellulaires est légèrement inférieur à 30 % et se situe aux environs de 28 %.

Le coefficient de retrait donne en pourcentage la variation dimensionnelle du bois pour une différence de 1 % de l'humidité à partir de l'état saturé. Ce coefficient n'est pas le même dans toutes les directions du bois et l'on distingue, d'une part, le retrait volumique et, d'autre part, le retrait linéique dans le sens radial et dans le sens tangentiel.

Les valeurs de différents coefficients de retrait, mesurées sur des bois d'âge et de provenance différents, sont données par le tableau ci-après :

**Coefficients de retrait du Douglas**  
(en % par % d'humidité)

Région	Coefficient de retrait volumique	Coefficient de retrait tangentiel	Coefficient de retrait radial
Midi-Pyrénées	0,27 à 0,43	0,21 à 0,29	0,14 à 0,18
Normandie	0,30 à 0,47	0,24 à 0,25	0,14 à 0,16
Bretagne	0,27 à 0,37	0,21 à 0,26	0,12 à 0,16
Bourgogne	0,30 à 0,43	0,23 à 0,27	0,16 à 0,17
Limousin	0,27 à 0,43	0,24 à 0,29	0,15 à 0,18
Ensemble des régions	0,27 à 0,43	0,24 à 0,27	0,15 à 0,17

Ces coefficients sont faibles et du même ordre de grandeur que ceux du sapin et de l'épicéa. Leur dispersion est relativement importante à l'intérieur d'une même région. En revanche, ils varient peu d'une région à une autre et sont peu dépendants de l'âge du bois.

Par ailleurs, le rapport entre le retrait tangentiel et le retrait radial est voisin de 1,7 alors que, pour la plupart des autres essences, il est d'environ 2. **La faible valeur de ce rapport indique que le bois a moins tendance à se déformer lorsque son humidité baisse.**

Pour un débit donné, la dimension à l'état saturé  $L_s$  et celle  $L_H$  à  $H$  % d'humidité sont liées par la relation suivante :

$$L_H = L_s [1 - r (H_s - H)] \text{ avec :}$$

$r$  : coefficient de retrait linéique exprimé en valeur décimale,  
 $H_s$  : point de saturation des parois cellulaires, exprimé en %,  
 $H$  : humidité considérée exprimée en %.

Ainsi, pour le Douglas :

- dans le sens radial ( $r = 0,0016$ )
  - une dimension de 100 mm à l'état saturé devient 97,9 mm à 15 % d'humidité,
  - pour obtenir une dimension de 100 mm à 15 % d'humidité, il faut partir de 102,1 mm à l'état saturé,

- dans le sens tangentiel (0,0025)
  - une dimension de 100 mm à l'état saturé devient 96,7 mm à 15 % d'humidité,
  - pour obtenir une dimension de 100 mm à 15 % d'humidité, il faut partir de 103,4 mm à l'état saturé.

## 2.4.2. masse volumique

La masse volumique d'un bois varie en fonction de son humidité. Aussi le tableau ci-dessous fournit pour le Douglas les masses volumiques (kg/m<sup>3</sup>) :

- à l'état anhydre, **Mo/Vo**,
- à 15 % d'humidité, valeur qui correspond, dans la majorité des cas, à l'humidité d'équilibre des bois de charpente en place,
- à 20 % d'humidité, valeur de référence choisie pour les dimensions standardisées des sciages de Douglas.

Ce tableau est complété par la **masse volumique basale Mo/Vs**, rapport de la masse à l'état anhydre au volume à l'état saturé (humidité supérieure ou égale au point de saturation des parois cellulaires).

### Masses volumiques du Douglas

Région	Masse volumique anhydre (kg/m <sup>3</sup> )		Masse volumique basale (kg/m <sup>3</sup> )		Masse volumique H = 15 % (kg/m <sup>3</sup> )		Masse volumique H = 20 % (kg/m <sup>3</sup> )	
	Moyenne	Intervalle*	Moyenne	Intervalle*	Moyenne	Intervalle*	Moyenne	Intervalle*
Midi-Pyrénées	445	400-520	395	360-440	480	435-535	490	450-545
Normandie	480	360-520	430	360-480	525	440-585	535	450-600
Bretagne	430	360-480	385	320-440	465	385-530	480	395-545
Bourgogne	440	400-520	395	360-480	485	440-585	495	450-600
Limousin	435	400-520	390	360-440	480	435-535	490	450-545
Ensemble des régions	445	400-520	400	320-480	485	390-585	495	400-595

(\*) Cet intervalle comprend 80 % des valeurs mesurées.

Ces résultats montrent que le Douglas adulte est une **essence de masse volumique moyenne**, ce qui le situe sur ce plan entre les pins et les sapins ou l'épicéa.

La masse volumique du Douglas présente peu de variations d'une région à une autre ; en revanche, les mesures réalisées ont amené à constater une variation sensible de cette masse volumique ainsi que de certaines autres propriétés autour de l'âge de 35 ans. Les sciages issus d'arbres de plus de 35 ans sont toujours plus lourds d'environ 13 % que ceux issus des arbres plus jeunes.

#### Remarque :

- La **masse volumique à H % d'humidité M<sub>H</sub>/V<sub>H</sub>** peut être obtenue en appliquant la formule suivante :

$$\frac{M_H}{V_H} = \frac{100 + H}{100} \times \frac{M_o}{V_s} \times \frac{1}{1 - r(H_s - H)}$$

avec : H : humidité exprimée en %,  
 H<sub>s</sub> : humidité correspondant au point de saturation des parois cellulaires, exprimée en %,  
 M<sub>o</sub> : masse volumique basale en kg/m<sup>3</sup>,  
 V<sub>s</sub> :  
 r : coefficient de retrait volumique exprimé en valeur décimale,

- La **valeur de la masse volumique basale Mo/Vs** permet également de déterminer la masse d'eau perdue par le bois lors de son séchage en appliquant la formule suivante :

$$M = \frac{M_o}{V_s} \times V_i (H_i - H_f) \quad \text{avec :}$$

M : la masse d'eau en kg,  
 $M_0$ : la masse volumique basale en  $\text{kg/m}^3$ ,  
 $V_s$   
 $V_i$  : volume initial en  $\text{m}^3$ ,  
 $H_i$  : humidité initiale en valeur décimale,  
 (supposée supérieure au point de saturation des parois cellulaires),  
 $H_f$  : humidité finale en valeur décimale,  
 (supposée inférieure au point de saturation des parois cellulaires),

Ainsi  $1\text{m}^3$  de Douglas de masse volumique basale de  $400\text{ kg/m}^3$  que l'on sécherait de 70 % à 10 % d'humidité perdrait 240 kg d'eau.

## 2.5. acidité

L'acidité d'un bois peut entraîner une corrosion des éléments métalliques au contact (clous, vis, tire-fonds...) en **présence d'eau**, mais ce risque est négligeable lorsque le bois a une humidité en service inférieure à 18 %.

L'acidité d'un bois est exprimée par son pH, ou plus exactement par le pH de l'eau de macération de 1 g de bois pendant 1 h à température ambiante dans 20 ml d'eau.

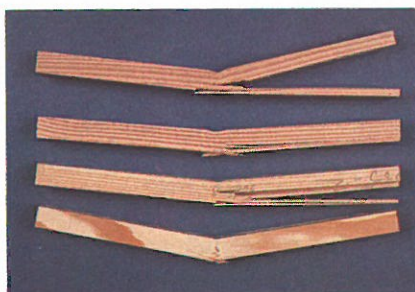
Pour le Douglas, les valeurs du pH se situent pour l'aubier entre 4,5 et 5,5 et, pour le duramen, entre 3,5 et 4,5. Il s'agit donc d'un bois plus acide que les pins, épicéa, sapin..., comparable au châtaignier, mais moins acide que son homologue américain, dont le pH est souvent inférieur à 3.

Il convient toutefois d'utiliser des éléments métalliques protégés : zingués, inoxydables, etc.

## 2.6. caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques mécaniques présentées dans le tableau ci-dessous ont été obtenues à la suite d'essais normalisés de qualification **sur des éprouvettes de petites dimensions, de droit fil, sans singularité, et à une humidité de 12 %**.

Ces caractéristiques mécaniques permettent de comparer les performances intrinsèques du Douglas à celles d'essences antérieurement étudiées **mais ne sont pas directement utilisables pour les calculs de structure**.



Essais de qualification sur éprouvettes normalisées

### Caractéristiques mécaniques déterminées sur petites éprouvettes sans singularité

Caractéristiques*	Moyenne	Ecart-type	Intervalle**
C12	46	9	31 - 61
F12	81	17	52 - 110
E	10900	2450	6850 - 14950
W	18	8	4 - 32
Tpp	1,5	0,4	0,9 - 2,1
Fend	8	2,5	4 - 6,6
Cis	5,2	1,4	2,8 - 7,6
N	2,2	0,9	0,6 - 3,8

\* C 12 = contrainte de rupture en compression en MPa  
 F 12 = chiffre caractéristique de rupture en flexion statique (MPa)  
 E = module d'élasticité en flexion dynamique (MPa)  
 W = énergie absorbée à la rupture en flexion dynamique (J)

Tpp. (traction perpendulaire) = contrainte de rupture en Mpa  
 Fend (fendage) = résistance à la rupture en N/mm  
 Cis (cisaillement) = contrainte de rupture en MPa  
 N = chiffre de dureté Monnin

\*\* Cet intervalle correspond à 90 % des valeurs mesurées.

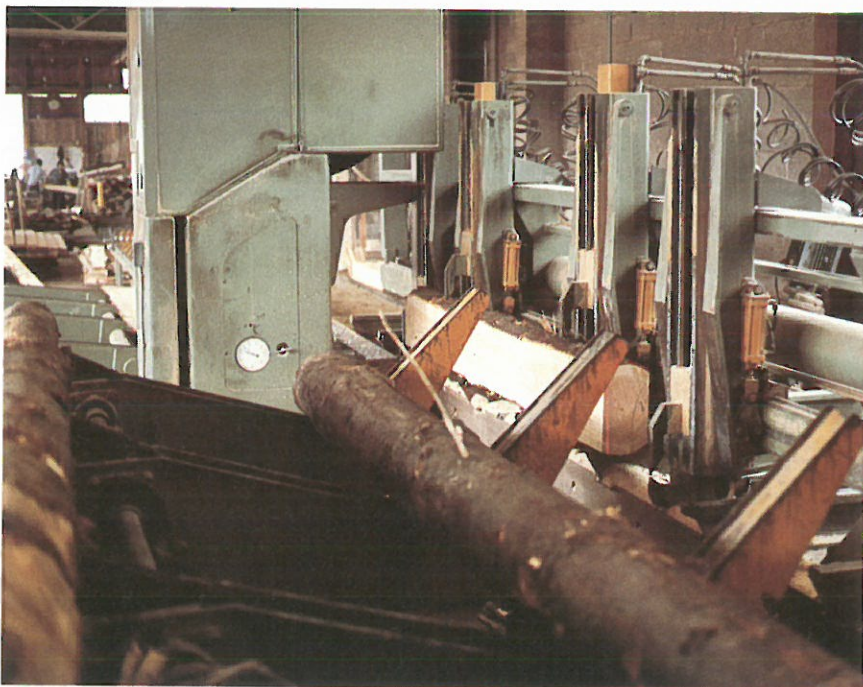
## 3. conseils pratiques d'utilisation

### 3.1. le sciage des grumes

Ce paragraphe s'attache à fournir des caractéristiques d'outillage compatibles avec l'état d'équipement des scieries françaises, avec pour principal objectif l'obtention de vitesses d'avance permettant une bonne production lors du débit de bois verts.

Les points particuliers devant être pris en considération pour déterminer les conditions de sciage optimales des grumes de Douglas sont les suivants :

- l'usure des dents de scie,
- l'obtention d'un bon état de surface et d'une bonne régularité de sciage,
- les déformations ou fentes liées à la libération des contraintes internes de croissance.



*Sciage du Douglas*

#### 3.1.1. usure des dents de scie

Elle est conditionnée par deux éléments : l'**abrasivité** de l'essence et sa **dureté** qui agissent au niveau de la détérioration de la dent et de son échauffement.

Le Douglas paraît, d'après des études faites sur un nombre d'échantillons limité, plus abrasif que d'autres résineux débités couramment en France. Toutefois, la pratique du stellitage, en vue d'augmenter la durée de coupe, ne semble pas indispensable. On la réservera dans le cas d'un échauffement anormal des dents, qui risque de se produire, par exemple, lors du débit de bois secs.

Compte tenu de ce phénomène éventuel d'échauffement, il est préférable de débiter les grumes le plus tôt possible après leur exploitation afin de scier des bois humides.

#### 3.1.2. état de surface et régularité du sciage

Ce point particulier dépend autant du matériel employé que de l'essence débitée.

En règle générale, peu de difficultés sont ressenties à ce niveau, hormis dans certain cas une dégradation de l'état de surface par un arrachement dû à l'adhérence médiocre entre bois initial et bois final. Cet inconvénient peut-être minimisé par l'utilisation de matériels puissants permettant l'utilisation de dentures présentant un angle d'attaque important et l'enlèvement de copeaux suffisamment épais.

Les valeurs relatives aux angles de coupe et aux puissances à installer dépendent beaucoup des conditions particulières d'une entreprise donnée ; on peut toutefois donner, à titre indicatif, les éléments suivants :

● **Scie à ruban** : utilisation de denture perroquet à copeaux projetés :

– Diamètre des volants	1,10 m	1,30 m	1,50 m	1,80 m
– Puissance du moteur	45 cv	75 cv	100 cv	175 cv
– Angle d'attaque maxi	28°	30°	32°	35°
– Angle de dépouille	8 à 10°	8 à 10°	8 à 10°	8 à 10°

● **Scie alternative** : on ne peut pas utiliser sur une scie alternative une denture disposant d'un grand angle d'attaque. En cas d'arrachement, il conviendra d'étudier la solution la plus appropriée au matériel utilisé dans l'entreprise.

● **Scie circulaire** : l'utilisation d'angles d'attaque de 30 à 35° sur des scies circulaires permet d'obtenir un très bon état de surface lors du sciage de Douglas. La scie circulaire est utilisée couramment pour le sciage des noyaux ou la reprise des plateaux.

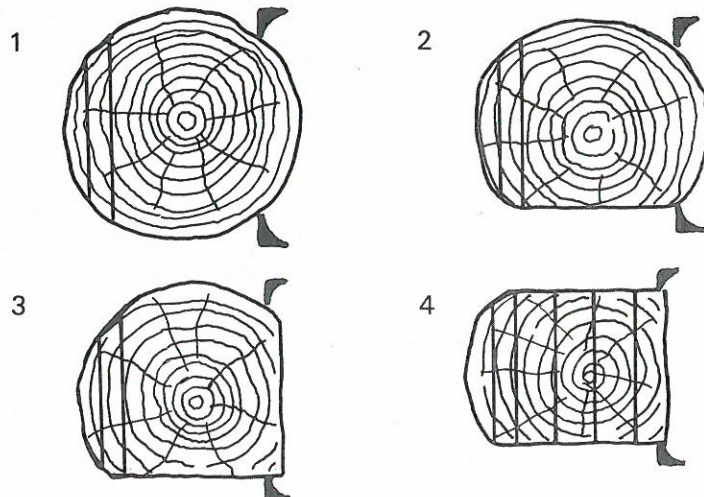
L'obtention de sciages réguliers ne dépend guère de l'essence. Il convient de disposer d'une scie équipée d'un système d'aménagement correct et d'un système de division précis.

### 3.1.3. qualité des sciages

En règle générale, le Douglas présente une bonne stabilité et de faibles risques de déformation (cf. § 3.2.3.2., p. 16). On peut constater lors du débit de grumes de Douglas âgées que les sciages d'épaisseur supérieure à 35/40 mm sur dosse présentent souvent des fentes déclassant le produit. Ceci peut s'expliquer par le fait que le Douglas étant un bois fissile, le tuilage du bois sur dosse génère des fentes. On ne retrouve d'ailleurs pas systématiquement ces fentes dans les sciages sur faux quartier ou quartier, ni dans les planches sur dosse d'épaisseur 27 mm.

Compte tenu de ces observations, il peut être intéressant de pratiquer pour les gros bois une méthode de débit par **retournements successifs** en débitant sur dosse des produits d'épaisseur 27 mm maximum, qui présentent des risques de fentes moindres.

Par ailleurs, les **bois d'éclaircies** peuvent être débités **sur noyau** sans inconvénients notables.



## 3.2. séchage du Douglas

Le Douglas est une essence qui se sèche facilement, sans dégradation. La durée du séchage est cependant un peu plus longue que pour la plupart des autres résineux.

**Les déformations au séchage sont généralement faibles et celles des bois adultes sont approximativement deux fois plus faibles que celles des bois issus de jeunes peuplements.**

### 3.2.1. conditions de séchage

Comme la plupart des résineux, le Douglas est une essence qui peut-être séchée sans difficultés particulières à des températures comprises entre 70 °C et 80 °C. Compte tenu d'un risque d'apparition de fentes au cours du séchage, un peu plus important sur les bois épais que sur les bois minces, il est nécessaire d'utiliser une table de séchage pour les bois dont l'épaisseur est inférieure à 54 mm et une table pour les bois dont l'épaisseur est supérieure ou égale à 54 mm.



### Séchage d'avivés

Les réglementations de séchage existant sur le marché étant fondées, suivant les cas, sur la connaissance de la température humide, de l'humidité relative de l'air HR, de l'équilibre hygroscopique du bois ou du gradient de séchage (\*), les tables de séchage présentées dans ce Cahier donnent pour chaque palier d'humidité du bois la valeur de ces différents paramètres.

## Tables de séchage du Douglas

### • Bois d'épaisseur inférieure à 54 mm

Humidité du bois H (%)	Température sèche Ts (°C)	Température humide Th (°C)	Humidité relative de l'air HR (%)	Equilibre hygroscopique du bois UGL (%)	Gradient de séchage G
Vert	70	66,5	85	15	
35	70	64	75	11,5	3
30	75	67	70	10	3
25	75	64	60	7,8	3,2
20	75	59	45	6	3,3
15	80	56	30	3,8	3,9

### • Bois d'épaisseur supérieure ou égale à 54 mm

Humidité du bois H (%)	Température sèche Ts (°C)	Température humide Th (°C)	Humidité relative de l'air HR (%)	Equilibre hygroscopique du bois UGL (%)	Gradient de séchage G
Vert	70	66,5	85	15	
35	70	65,5	80	13	2,7
30	75	69	75	11	2,7
25	75	66	65	9	2,8
20	75	61	50	6,5	3,1
15	80	58	35	4,5	3,3

\* Le gradient de séchage est égal, au dessous d'une valeur de l'humidité du bois de 30 à 35 %, au rapport de l'humidité du bois à son équilibre hygroscopique.

Dans ces tables, l'humidité du bois est une humidité moyenne. Lorsqu'elle est mesurée à l'aide d'un humidimètre électrique, ce qui est généralement le cas, les sondes doivent être enfoncées entre le 1/3 et le 1/5 de l'épaisseur du bois.

Afin de favoriser la circulation de l'eau dans le bois, et donc de limiter l'importance des contraintes de séchage, la phase de séchage qui est caractérisée dans les tables ci-dessus, peut-être précédée d'une phase de réchauffage à 70 °C et à une humidité relative de l'air (HR) la plus proche possible de 100 %. La durée de la phase de réchauffage est de l'ordre de 4 à 8 heures pour les bois dont l'épaisseur est inférieure à 54 mm, et de 8 à 12 heures pour les bois d'épaisseur égale ou supérieure à 54 mm.

**Remarque :**

Quand l'humidité finale recherchée est atteinte, il convient, afin d'éviter des coulures ultérieures de résine, de laisser les bois pendant une heure à 90 °C, l'humidité relative de l'air correspondant à celle fournie par les courbes d'équilibre hygroscopique en fonction de l'humidité finale du bois. Si l'humidité finale recherchée est de 15 %, l'humidité relative de l'air pendant cette phase de "cristallisation" de la résine devra être de 90 % ; si l'humidité finale du bois recherchée est de 10 %, l'humidité relative de l'air devra être de 75 %.

Après le séchage, il est recommandé d'effectuer un équilibrage pendant 4 à 6 heures à 80 °C - 85 % HR si l'humidité finale du bois recherchée est de 15 % et à 80 °C - 70 % HR si l'humidité finale recherchée est de 10 %.

### 3.2.2. durée du séchage

Le séchage est plus lent que pour le sapin, l'épicéa et les pins. Avec les tables précédentes et avec une vitesse d'air dans la pile de bois de 2,50 m/s, la durée du séchage pour passer de 70 à 10 % d'humidité est de 3 à 5 jours pour des sciages de 27 mm d'épaisseur.

### 3.2.3. qualité du séchage

La qualité du séchage est appréciée par l'observation des fentes et des déformations.

#### 3.2.3.1. fentes

Le Douglas, et surtout le bois provenant d'arbres jeunes de cette essence, présente de nombreux nœuds qui se fendent souvent lors du séchage. Par ailleurs, on constate souvent sur les sciages d'épaisseur supérieure à 38 mm l'apparition de nombreuses fentes. Il a été tenu compte de ces inconvénients dans les tables proposées, dans lesquelles l'hygrométrie de l'air est plus élevée que pour les autres essences résineuses.

**Remarque :**

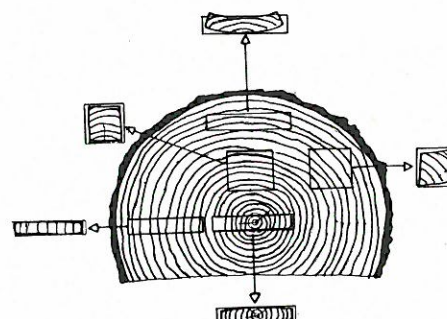
Pour les bois de 27 mm, il a été observé une très faible proportion de fentes en bout et superficielles par rapport aux autres essences résineuses.

#### 3.2.3.2. déformations

Les déformations permettant de caractériser le comportement d'un bois au séchage sont la flèche de la face, la flèche du chant, le tuilage et le gauchissement.

Des ordres de grandeur de ces déformations sont donnés, ci-après, pour des bois de 2 500 × 100 × 27 mm. Ils sont issus d'une étude réalisée par le C.T.B.A. à la demande du C.R.P.F. de Haute-Normandie : "Mesures de retrait et de déformation au séchage du Douglas de Haute-Normandie en vue de son utilisation en menuiserie intérieure". Réf. C.T.B.A. : C 019.

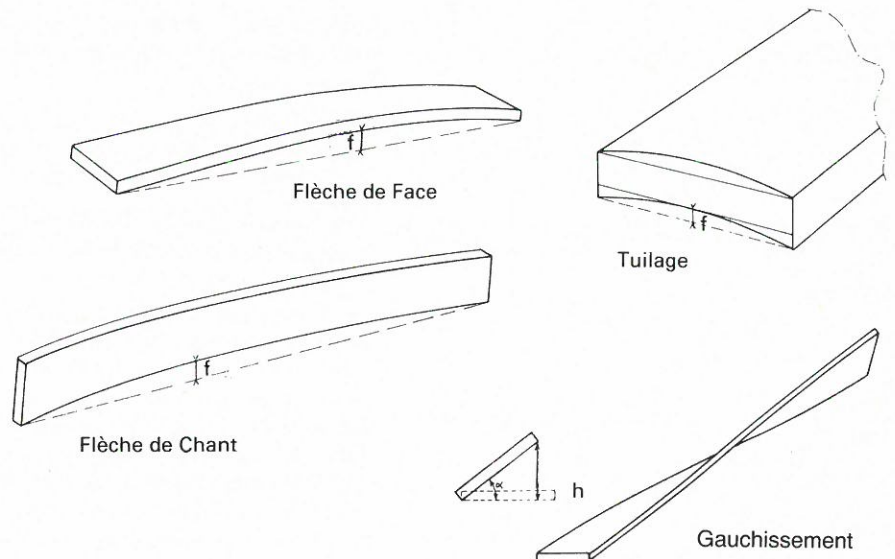
Déformations



## Déformations (mm) observées après séchage (Pièces de 2 500 x 100 x 27 mm)

	Flèche de face		Flèche de chant		Tuilage		Gauchissement	
	moyenne (mm)	$\Delta 80^*$ (mm)	moyenne (mm)	$\Delta 80^*$ (mm)	moyenne (mm)	$\Delta 80^*$ (mm)	moyenne (mm)	$\Delta 80^*$ (mm)
Jeunes Peuplement	5	< 7	4	< 6	1	< 1,2	3	< 5
Peuplements adultes	2	< 3	1,5	< 2,5	0,4	< 0,6	1,5	< 2

(\*) Intervalle contenant 80 % des valeurs.



Toutes ces valeurs montrent que le Douglas est une essence qui normalement **se déforme peu au séchage**. Toutefois, il faut noter que les déformations des bois jeunes sont beaucoup plus importantes que celles des bois adultes. Par ailleurs, la présence de bois de tension dans certaines grumes peut entraîner des déformations supérieures à celles observées précédemment.

### 3.2.4. procédé de séchage

Le Douglas peut supporter un niveau de température relativement élevé et donc sécher rapidement. De ce fait, le procédé le mieux adapté est le **séchage par air chaud climatisé**.

### 3.3. usinabilité

Ce chapitre traite les problèmes liés au sciage circulaire (délignage et tronçonnage), au rabotage, toupillage et tenonnage qui sont assez bien représentatifs de l'ensemble des problèmes d'usinabilité rencontrés dans les entreprises utilisant des **sciages secs** de Douglas. Ces opérations de finition doivent être exécutées de façon à obtenir un état de surface aussi irréprochable que possible. Cette considération a été prépondérante dans les indications pratiques qui suivent.



Poutre lamellé-collé pour MOB

### 3.3.1. sciage circulaire

#### 3.3.1.1. délignage

Ce mode d'usinage ne pose pas de problème particulier. Le choix de l'outil portera sur une **scie à pastilles rapportées en carbure de tungstène** et de **denture plate**. Les conditions de travail sont tout à fait identiques à celles rencontrées pour les autres essences résineuses.

Si la qualité des faces sciées, surtout celle en sortie de lame, doit être exempte de tout défaut (arrachement, éclat), il faut alors veiller à régler la flèche (dépassement de la lame au-dessus du bois) à 10 mm environ et choisir un outil à angle d'attaque réduit (15 à 20° environ).

#### 3.3.1.2. tronçonnage

Deux cas se présentent :

- le **tronçonnage de prédébit** : seule la productivité importe, les petits défauts sont acceptés,
- le **tronçonnage de finition** : la pièce est mise à longueur définitive, le moindre défaut est inacceptable.

##### ● Prédébit.

**Les scies à denture alternée**, en acier, ou de préférence en carbure, conviennent bien. Aucune précaution particulière n'est à envisager.

##### ● Débit fini.

L'importance des accroissements de printemps nécessite en particulier de diminuer l'épaisseur de copeau en réduisant la vitesse d'avance et en augmentant le nombre de dents.

Les outils à **dents rapportés en carbure** sont très recommandés.

L'angle d'attaque doit être réduit au maximum (ne pas dépasser 5°), voire légèrement négatif (- 5°).

La denture alternée donne de bons résultats, mais dans des cas difficiles (coupe d'onglet par exemple), les dentures "Heller" (une dent plate en alternance avec une dent trapézoïdale) sont préférables.

---

**Remarque** : Il faut dans tous les cas travailler avec un outil bien préparé (affûtage et tensionnage si nécessaire). Il est également important que la machine soit en bon état, que les flasques soient bien adaptés pour éviter le voile de la lame, toujours générateur de défauts.

---

### 3.3.2. dégauchissage raboitage

Ces deux opérations sont très voisines et doivent, industriellement, être réalisées avec des outils identiques. Les deux difficultés principales proviennent de la nette différence entre bois d'été et bois de printemps et de la présence de nœuds.

Il faut donc trouver un compromis permettant de limiter au maximum les défauts de surface gênants pour les opérations ultérieures. Ce compromis est en général le suivant :

- **Diamètre de l'outil** : 120 à 160 mm ; l'augmentation de diamètre est toujours un facteur favorable.

- **Angle d'attaque** : 15 à 20°. Plus l'angle d'attaque est faible, plus la qualité de l'usinage autour des nœuds et en contre-fil est bonne ; plus il est élevé, meilleur est l'usinage dans la zone de droit fil.

Il est malgré tout préférable d'utiliser des angles plutôt faibles, de l'ordre de 15°.

- **Angle de dépouille** : 12 à 15°.

- **Matériaux** : utiliser un outil en acier HSS qui donne une bonne coupe ou en carbure dont la tenue est bien meilleure mais qui laisse apparaître un peu de peluchage dans les zones tendres de droit fil.

- **Conditions de travail** : utiliser des conditions normales avec une épaisseur de copeau variant de 0,05 à 0,15 mm suivant la finition recherchée. Rappelons que l'épaisseur du copeau peut-être définie par la formule suivante :

$$e = \frac{1000 A}{NZ} \times \frac{H}{D} \quad \text{avec : } \begin{array}{l} A : \text{vitesse d'amenage en m/min} \\ N : \text{vitesse de rotation en tr/min} \\ Z : \text{nombre de copeaux} \\ H : \text{profondeur de passe} \\ D : \text{diamètre de l'outil} \end{array}$$

---

##### Remarque :

Un bon entretien et un bon réglage permettent toujours d'améliorer la qualité de l'usinage et d'augmenter la longévité des outils. Parfois, la décomposition en une passe d'ébauche et une passe de finition peut se justifier par l'amélioration apportée.

---

### 3.3.3 profilages

#### 3.3.3.1. profilage en long : toupillage

Ces opérations, tant en toupillage qu'en tenonnage, doivent être exemptes de tout défaut car il n'y a pas de possibilité ultérieure de reprise.

Cette forme d'usinage se rapproche beaucoup du rabotage, aussi les mêmes précautions et paramètres d'usinage doivent être appliqués.

Il est toujours intéressant d'utiliser des outils dont les dents sont inclinées par rapport à l'axe (angle de biais) car cela permet :

- de créer une action de compression rabattant les fibres vers la pièce, donc de réduire les éclats,
- d'avoir une action de coupe plus progressive, donc une meilleure qualité d'usinage.

#### 3.3.3.2. profilage en travers : tenonnage

Ce mode d'usinage est toujours délicat, et l'hétérogénéité du bois en accentue la difficulté, sans pour autant la rendre insurmontable.

La précaution principale à prendre consiste à utiliser des outils à angle d'attaque très élevé (30 à 35°). L'utilisation d'outils de grand diamètre est d'autre part très favorable.

Malgré ces deux précautions, l'utilisation de pare-éclats peut toutefois se révéler indispensable. Si cela s'avère impossible ou trop contraignant, il est possible d'utiliser deux outils identiques :

- le premier travaillant en opposition sur une partie de la largeur de la pièce,
- le second travaillant en avalant et venant terminer l'action du premier.

#### 3.3.4. autres usinages

Pour les autres usinages, moins fréquemment rencontrés, tels le mortaisage, le perçage, etc., il convient de se rapprocher le plus possible des conditions requises pour le travail des autres résineux classiquement utilisés.



Doc. SICA du Thaurion

## 3.4. durabilité, imprégnabilité, préservation

### 3.4.1. résistance naturelle

Le Douglas se présente comme un bois très hétérogène au niveau de la grume vis-à-vis de la durabilité et de l'imprégnabilité.

Les essais réalisés montrent, en effet, des variations de 30 à 50 % pour un arbre donné. Par contre, aucune variation supplémentaire n'apparaît d'une région à une autre ou à l'intérieur d'une même région.

- **Insectes** : comme pour tous les résineux, l'aubier n'est pas résistant à *Hylotrupes bajulus* L. (capricorne des maisons) ; par contre, le duramen est résistant. Il est sur ce point comparable aux pins.
- **Champignons** : le duramen a une résistance aux champignons satisfaisante, comparable à celle du duramen de pins. Ainsi, pour mémoire, au contact du sol, le bois présente 4 à 5 ans de durabilité, et simplement exposé aux intempéries, au moins 20 ans.

L'aubier de Douglas, comme l'aubier des pins n'a aucune résistance naturelle. N'étant pas imprégnable, il est par contre difficile à protéger efficacement pour des emplois sévères (classe 4 de la norme NF B 50-100).

L'aubier est sensible au bleuissement à l'état de sciage frais, même si sa couleur naturelle peut dissimuler la teinte du champignon. Lorsque le bois a subi une telle attaque, l'aubier devient très imprégnable, phénomène normal qui peut conduire à des absorptions de produits de préservation très importantes localement.

### 3.4.2. imprégnabilité

Elle est évaluée à partir de l'absorption et de la profondeur de pénétration dans le sens axial et transversal mesurées sur des éprouvettes d'essai. Les résultats obtenus permettent de faire les constatations suivantes :

- le duramen de Douglas est non imprégnable, même en autoclave vide et pression (procédé Bethell),
- l'aubier de Douglas est non imprégnable par les procédés de trempage ou en autoclave sans pression, peu imprégnable en autoclave vide et pression.

**Le Douglas, du point de vue imprégnabilité, est comparable à l'épicéa.**

Des essais, pour estimer la résistance d'aubier de Douglas traité par vide et pression vis-à-vis de champignons spécifiques du sol (*Chaetomium globosum*) ont montré que la protection est insuffisante pour avoir une réelle garantie de durée pour un bois utilisé dans un emploi sévère (classe 4 de la norme NF B 50-100), à moins d'utiliser des procédés spéciaux (fendillement Estrade par exemple) et une protection du bois de bout (créosotage par exemple).

### 3.4.3. préservation

Un ensemble de textes normatifs définit maintenant la préservation du bois et des ouvrages en bois. Les concepteurs et constructeurs pourront se reporter principalement aux normes suivantes :

**NF B 50-100** "Bois et ouvrages en bois - Analyses des risques biologiques. Définitions des classes - Spécifications minimales de préservation à titre préventif".

**NF B 50-102** "Bois et ouvrages en bois - Traitement préventif. Attestation".

**NF X 40-102** "Produits de préservation des bois - Etiquetage informatif pour utilisateurs professionnels".

La norme NF B 50-100 définit 4 classes de risques biologiques des bois, selon leur destination et en fonction du risque d'humidification des éléments : de la **classe 1** (bois toujours sec maintenu à une humidité en service inférieure à 18 %) à la classe **classe 4** (bois humidifié en permanence).

A chacune de ces classes est associé un niveau de performance du traitement de préservation et correspond une association procédé de traitement/produit, permettant d'atteindre ce niveau de protection nécessaire.

Dans l'estimation des risques biologiques, il faut pour le Douglas tenir également compte de la vitesse d'absorption de l'eau liquide par le bois.

Celle-ci est lente, comparable à celle du duramen de pins, y compris pour l'aubier de Douglas, ce qui est exceptionnel. Cela signifie que la seule exposition aux intempéries n'est pas un facteur de risques important pour le Douglas tant qu'il n'y a pas de stagnation permanente d'eau liquide (classe 3 de la norme NF B 50-100).

Cette faible vitesse influe également sur le bleuissement en service du Douglas exposé aux intempéries. Compte tenu du taux élevé d'humidité nécessaire pour avoir une attaque, l'aubier de Douglas est relativement peu sensible à ce risque, en tout état de cause moins que les aubiers de pins.

Le tableau ci-contre propose des techniques de préservation du Douglas, en fonction des emplois.



Lamellé-collé en structure

### Traitement de préservation en fonction des emplois

N° classe NF B 50-100	Situation (1)	Risques biologiques (2)	TRAITEMENT DE PRESERVATION	
			Bois purgé d'aubier	Bois avec aubier
1	Bois toujours sec. Humidité du bois en service inférieure à 18 % (3) Exemples : meubles, parquets en pièces sèches.	Insectes : <i>Hylotrupes bajulus</i> L. dans l'aubier.	aucun	<b>procédé</b> : aspersion, badigeonnage, trempage, double vide, autoclave vide pression. <b>produit</b> : selon NF X 40-100 classe 1 (attention : stockage des bois traités sous abri), 2, 3 ou 4.
2	Bois sec dont la surface est humidifiée temporairement. Humidité du bois en service inférieure à 18 % (3 et 4). Charpentes, ossatures, (humidification sur chantier).	Insectes. Basidiomycètes en surface.	aucun	<b>procédé</b> : aspersion, badigeonnage, trempage, double vide, autoclave vide pression. <b>produit</b> : selon NF X 40-100 classes 2, 3 ou 4.
3	Bois soumis à des alternances d'humidité et de sécheresse (4). Menuiseries extérieures.	Pourriture. Insectes.	aucun	<b>procédé</b> : trempage pour des pièces de faible épaisseur ou de faible longueur à protéger en bout (montants de fenêtre non assemblés), double vide, autoclave vide pression. <b>produit</b> : selon NF X 40-100 classes 3 ou 4.
4	Bois dont l'humidité est toujours supérieure à 20 % dans tout ou partie de son volume (4). Exemples : Bois au contact du sol et de l'eau. Risque de pièges à eau stagnante.	Pourriture et pourriture molle. Insectes.	<b>procédé</b> : autoclave vide et pression après fendillement (Estrade) et protection des bouts (par créosotage par exemple). <b>produit</b> : selon NF X 40-100 classe 4.	

- (1) Lorsqu'il n'est pas possible de prévoir, avec suffisamment de sécurité les risques encourus par le bois en situation, il est nécessaire de préserver le bois pour les risques supérieurs.
- (2) Les termites qui ne sont à redouter que dans certaines zones géographiques limitées ne sont pas inclus dans les risques ci-dessus. Dans les régions termitées, le problème ne concerne pas uniquement la préservation du bois. La lutte contre les termites comporte des mesures complémentaires à la préservation du bois concernant les sols, les fondations, les murs, etc.
- (3) Ne pas confondre l'humidité en service et l'humidité de mise en œuvre.
- (4) Dans le cas où l'aspect du bois est exigé, soit tel quel, soit avec l'aide d'une finition transparente, le risque "bleuissement" peut être pris en considération. Il se contrôle par la norme NF T 72-085.

## 3.5. assemblage

### 3.5.1. collage

D'une façon générale, le collage est assez facile à réaliser. Deux précautions principales sont cependant à prendre avec cette essence :

- Utiliser en vue de compenser de fortes porosités au niveau du bois initial, des adhésifs contenant des **adjuvants de rétention** de colle dans le joint de collage, par exemple des charges minérales.
- S'assurer que le **pH légèrement acide** du bois ne provoque pas un effet tampon susceptible d'allonger le **temps de durcissement** des adhésifs à catalyse basique.

Par ailleurs, il est recommandé de respecter les règles suivantes, qui fiabiliseront davantage l'assemblage et sa tenue en service :

- Conditionner avant collage les pièces à une hygrométrie aussi proche que possible de celle prévue pour l'ouvrage.
- Réaliser avant collage (au maximum 24 h) le rabotage des éléments, afin de limiter le vieillissement de surface défavorable au collage.
- S'assurer que l'adhésif mouille correctement le bois.

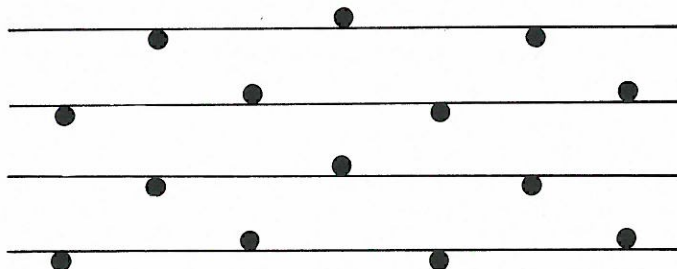
### 3.5.2. clouage

La résistance des assemblages de sciages résineux par clous ou par vis croît généralement avec la masse volumique du bois. Le Douglas adulte, de masse volumique moyenne, présente en ce domaine de bonnes performances par rapport à celles des sapins et épicéa, ceci dans le cas de pointes ou de vis isolées.

Néanmoins, il faut signaler pour le Douglas un risque plus élevé de déviation des pointes, dû à l'écart important de rigidité entre bois d'été et bois de printemps. Cet effet peut être particulièrement gênant lors de l'assemblage de 2 pièces de bois et nécessiter le recours à un préperçage.

Par ailleurs, lorsque les pointes sont groupées, il existe un risque de fendage du Douglas plus élevé que pour les autres résineux. Il est par conséquent conseillé de multiplier par 2 les distances entre les clous dans le sens du fil, ceci par rapport aux recommandations des Règles CB 71\* en ce domaine.

A nombre de pointes égal, les dispositions illustrées par la figure ci-dessous donnent d'excellents résultats. Elles se caractérisent par un positionnement général en quinconce et un clouage alterné sur chaque ligne de clouage dans le sens du fil.



## 3.6 finition

Le Douglas ne présente pas de caractéristiques particulières susceptibles de gêner l'application d'une finition. En effet, on peut observer que :

- Il présente des retraits plutôt faibles, ce qui est bénéfique pour la tenue des finitions.
- Il est relativement acide, mais cette caractéristique ne semble pas avoir d'incidence sur la tenue des peintures et lasures.
- Il ne contient que de petites poches de résine et en faible nombre, ce qui limite les risques de dépréciation des finitions par coulure.
- Il ne contient pas de tanins ou autres substances colorées risquant d'entraîner des taches.

En revanche, et comme pour les autres résineux, les finitions risquent de se dégrader plus facilement sur des bois présentant des accroissements supérieurs à 6 mm.

Le Douglas est donc généralement un bon support pour les finitions et il est possible d'appliquer aussi bien des peintures, des lasures que des vernis.

\* D.T.U. Règles CB 71 : Règles de calcul et de conception des charpentes en bois. Editions Eyrolles

Tous les revêtements appliqués sur le bois et donc sur le Douglas doivent posséder certaines qualités qui leur confèrent une bonne efficacité :

- bonne adhérence sur le support,
- compatibilité des différents produits formant le système de finition,
- perméabilité à la vapeur d'eau adaptée,
- souplesse suffisante pour suivre les variations dimensionnelles du support,
- bonne stabilité de la couleur.

Cette protection de la surface peut être réalisée totalement ou partiellement, sur chantier ou en usine, avec des produits aqueux ou à base de solvants. L'application doit être réalisée sur des bois dont l'humidité n'est pas supérieure à 18 % pour les surfaces exposées aux intempéries ou à une atmosphère humide à 12 % dans les locaux chauffés de façon continue par chauffage central ou air pulsé.

### 3.6.1 finitions extérieures

La dégradation des peintures, lasures et vernis, n'est pas la même en tous lieux. Elle varie selon le type de climat, selon la région qui correspond à un certain temps d'ensoleillement et à un niveau de précipitation, selon l'exposition (la façade sud-ouest s'abîme, en général, plus rapidement) et selon l'environnement général.

Pour la bonne tenue des protections, la conception des ouvrages est donc primordiale. On évitera ainsi toute surface horizontale, les feuillures à verre seront drainées, les arêtes vives seront cassées, etc.

Le choix du produit, peinture, vernis ou lasure, dépend de l'aspect final désiré. La peinture masque totalement le bois et, du fait de son opacité, arrête le rayonnement ultraviolet. Ceci explique en partie la meilleure tenue extérieure des peintures comparée à celle des vernis laissant le bois apparent, qui ne tiennent guère que deux à trois ans sans entretien selon l'exposition.



*Panneau composite pour MOB*

#### 3.6.1.1. finition peinte

Elle peut être réalisée en totalité sur chantier ou en usine et comprend l'application d'une impression, d'une couche intermédiaire et d'une couche de finition.

- **L'impression** (généralement blanche) remplit les pores du bois, améliore l'accrochage des couches suivantes sur le support, limite les échanges de vapeur d'eau, donc les variations dimensionnelles, et protège le bois des intempéries, en attendant l'application des couches finales.

Ces impressions existent en phase aqueuse, à base de résines acryliques modifiées ou non, ou en phase solvant à base de résines glycérophthaliques ou uréthannées.

Sur chantier, elles sont appliquées à la brosse. En usine sur les menuiseries, elles sont appliquées soit par "trempé" dans des bacs, soit par "flow-coat", c'est-à-dire par aspersion.

Un égouttage, puis un séchage accéléré par la chaleur (30 à 40 °C) suivent ces opérations. L'application au pistolet pneumatique est déconseillée car elle risque de laisser des zones insuffisamment couvertes.

Il est rappelé que la couche d'impression doit impérativement être recouverte des couches de finition dans les délais les plus brefs, dès l'instant que l'ouvrage est exposé aux intempéries.

- **La couche intermédiaire** peut-être une deuxième couche d'impression, ce qui est peu souhaitable, une couche d'une impression plus riche en liant ou, ce qui est mieux, une première couche de laque de finition.
- **La couche de finition** brillante offre une meilleure tenue et un moindre salissement qu'une laque satinée ou mate. Elle doit présenter une stabilité parfaite de sa couleur et ne pas fariner.

Les deux dernières couches sont généralement appliquées sur chantier, à la brosse ou au pistolet.

On se reportera, pour ces travaux de peinture, aux dispositions du D.T.U. 59.1 (\*).

### 3.6.1.2. finition bois apparent

Ce type de finition peut-être réalisé de deux façons distinctes, à base de vernis ou de lasure.

- **Les vernis** glycérophthaliques, gras, uréthannés, à l'huile ou formophénoliques sont appliqués en trois couches à une journée d'intervalle, la première étant diluée pour assurer une bonne pénétration, donc un meilleur accrochage. Ces vernis vieillissent et se dégradent en s'écaillant, ce qui entraîne des frais élevés de décapage avant rénovation.
- **Les lasures (\*\*)** ou produits d'imprégnation décorative ne durent guère plus longtemps que les vernis mais, lorsqu'elles sont de bonne qualité, se dégradent de façon uniforme, sans s'écailler et sont, de ce fait, beaucoup plus faciles à entretenir.

Comme pour les finitions peintes, la première couche est souvent réalisée en usine sur les menuiseries. On applique parfois un égalisateur de teinte destiné à uniformiser la couleur des différentes essences de bois utilisées. Son rôle est essentiellement esthétique et il n'assure aucune protection.

### 3.6.2. finitions intérieures

A l'intérieur, l'action des rayons ultraviolets n'est plus à craindre. Toutes les familles de peintures et vernis pour bois peuvent être retenues, y compris celles généralement destinées à l'industrie du meuble.

Le D.T.U. 59.1 déjà cité définit les conditions d'application des produits de finition intérieure sur les supports courants : bois, panneaux de contreplaqué ou de particules, plaques de parement en plâtre.

Le choix sera guidé par la destination de la pièce : cuisine, salle de bains, séjour ou chambre, c'est-à-dire pièces à risque d'humidité temporaire ou pièces sèches.

## 3.7. comportement acoustique

La vitesse de propagation du son dans le bois est très différente selon le sens des fibres du bois. Si, dans le sens longitudinal, elle est comparable à celles de l'acier (5000 m/s) elle est environ cinq fois moins élevée dans le sens transversal. La vitesse de propagation est indépendante de la masse volumique.

De plus, les vibrations et les ondes s'amortissent davantage à l'intérieur du bois que dans les autres matériaux. Elles se propagent ainsi moins loin de leur point d'excitation.

## 3.8. comportement au feu

Il faut distinguer le comportement au feu du matériau lui-même, de celui de l'ouvrage réalisé avec le matériau.

### ● Le matériau

La réaction au feu est l'aptitude d'un matériau, dans des conditions spécifiées, à participer, notamment par sa propre décomposition, au feu auquel il est soumis. Les résultats des essais normalisés de réaction au feu permettent de classer les matériaux en six classes bien définies :

\* D.T.U. 59.1 : Cahier des Charges applicable aux travaux de peinture. C.S.T.B., 1978-1979, 4, avenue du Recteur Poincaré - 75782 Paris CEDEX 16.

\*\* Conformément aux normes : NF T 72-082 - NF T 72-083 - NF T 72-084.

M0 incombustible  
M1 non inflammable  
M2 difficilement inflammable

M3 moyennement inflammable  
M4 facilement inflammable  
M5 très facilement inflammable

Les bois massifs résineux, donc le Douglas, d'épaisseur supérieure ou égale à 18 mm sont reconnus de catégorie M3, ceux d'épaisseur inférieure à 18 mm sont classés en M4.

#### • L'ouvrage

La résistance au feu est l'aptitude d'un élément à conserver, dans des conditions spécifiées et pendant une durée déterminée, l'ensemble des propriétés nécessaires à son utilisation. Elle dépend donc à la fois du matériau et de la conception de l'ouvrage.

Suivant leurs fonctions particulières dans la construction et suivant le rôle qu'ils sont appelés à jouer au cours d'un incendie, les éléments "résistants au feu" sont classés en trois catégories :

- SF éléments stables au feu
- PF éléments pare-flammes
- CF éléments coupe-feu

Le classement attribué est assorti d'un degré de durée : 1/4 h, 1/2 h, 1 h, 1 h 1/2, 2 h ou plus.

Contrairement à une opinion trop couramment répandue, le bois n'est pas défavorisé par rapport aux autres matériaux de construction, au point de vue de l'incendie. Certes, il est susceptible de fournir un aliment à l'incendie, contrairement au fer, à la pierre ou au béton. Mais les pièces de bois de forte section brûlent lentement sans se déformer, et ne perdent que très progressivement leur résistance mécanique ; elles sont moins dangereuses que les pièces en fer qui, portées à de fortes températures, se dilatent et perdent rapidement la plus grande partie de leur résistance mécanique, ou que les parties en pierre ou en béton qui, le plus souvent, se fendent ou éclatent.



---

## 4. qualités dimensionnelles des sciages de Douglas

---



Une commande de sciages nécessite, de la part de l'utilisateur, l'établissement d'un cahier des charges comportant notamment la définition des dimensions des sciages souhaités, en section et en longueur.

Les producteurs de Douglas proposent deux types de produits :

- des produits standardisés, selon des dimensions fixées par les scieurs, à partir des sciages les plus demandés sur le marché,
- des produits dits "sur liste", pouvant être définis comme des sciages réalisés pour répondre aux besoins spécifiques d'un utilisateur donné.

Il faut insister sur l'intérêt de choisir en premier lieu des sciages dans la gamme des dimensions standardisées : outre un prix plus intéressant pour l'acheteur, le conditionnement des lots, les délais de livraison, même en cas de commande en grande quantité, n'en seront qu'améliorés.

### 4.1. les dimensions standardisées

Les dimensions standardisées sont données pour des bois à l'humidité de référence de 20 %.

**Cela ne signifie pas que les bois doivent être forcément à cette humidité lors des transactions commerciales mais que, ramenées à 20 %, leurs dimensions doivent correspondre aux dimensions standardisées.**

Le tableau ci-contre indique pour les sciages avivés les **sections commerciales** couramment pratiquées dans les scieries françaises de sapin, épicéa, pin maritime, pin sylvestre ou **Douglas**.



## 4.1.1. tableau des sections

## Sections standardisées à H = 20 %

épaisseur (mm)	largeur (mm)												
	27	40	63	75	100	115	125	150	160	175	200	225	
15	x			x									
18			x	x	x	x	x	x	x	x	x		
22				x	x	x	x	x	x	x	x		
27		x			x	x		x		x	x	x	
32			x	x							x	x	
38			x							x	x	x	
50					x	x	x		x	x	x	x	
63													
75				x	x			x					
100					x						x	x	
115						x							
125							x						
150								x					
200											x		
225												x	



sections les plus courantes, disponibles en permanence sur stock.



sections débitées fréquemment.

**Commercialisation en toutes largeurs** : les avivés dont les sections figurent dans le tableau sont livrés en largeur fixe. Il est cependant possible de trouver des lots composés de pièces en toutes largeurs ; dans ce cas, les épaisseurs couramment utilisées sont les suivantes : 15, 18, 22, 25 ou 27, 32, 38, 50, 75 et 100 mm.

## 4.1.2. les longueurs

Les lots de Douglas sont disponibles en longueurs de 30 en 30 cm, de 2,10 m à 3 m ; au-delà, de pied en pied avec la possibilité d'obtenir la gradation de 50 cm en 50 cm pour ces mêmes longueurs.

**Remarque** : La relation commerciale qui lie acheteur et vendeur se traduit dans la plupart des cas par l'établissement d'un cahier des charges de fourniture. Celui-ci, au cas où l'utilisateur requiert un niveau de précision, peut fixer des tolérances dimensionnelles, avec indication de l'humidité retenue : par exemple 27 mm, - 0 mm, + 3 mm à 20 % d'humidité.

## 4.2. les appellations courantes

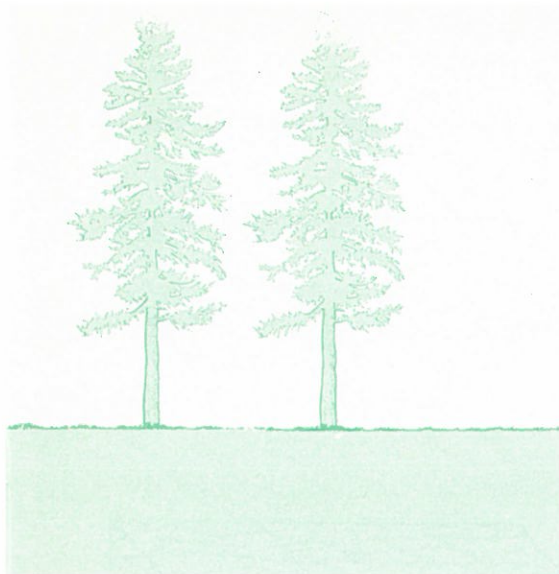
Certaines sections commerciales donnent lieu à des appellations courantes dont les principales sont les suivantes :

- **Volige** : sciage avivé dont le rapport des côtés est égal ou supérieur à 4 et dont l'épaisseur peut être de 12-15-18 ou 22 mm.
- **Planche** : sciage avivé dont le rapport des côtés est égal ou supérieur à 4 et l'épaisseur comprise entre 27 et 40 mm.
- **Solivette** ou demi-basting : sciage avivé d'une épaisseur de 32 à 38 mm et d'une largeur de 150 à 200 mm.

- **Liteau** : avivé d'épaisseur inférieure à 40 mm et de largeur inférieure à 50 mm.
- **Carrelet** : avivé de section carrée ou sensiblement carrée, de côté est compris entre 15 et 50 mm
- **Chevron** : avivé de section carrée ou sensiblement carrée, de côté compris entre 40 et 125 mm.
- **Basting** : avivé dont le rapport des côtés est compris entre 2 et 3, de sections courantes 50 × 150 mm, 63 × 160 mm, 63 × 175 mm.
- **Madrier** : avivé dont le rapport des côtés est compris entre 2 et 3, de sections courantes 75 × 175 mm, 75 × 200 mm, 75 × 225 mm, 100 × 225 mm
- **Poutre** : pièce de bois dont la section est carrée ou sensiblement carrée, de côté supérieur à 120 mm.
- **Plot** : ensemble de plateaux obtenus en sciant une grume suivant des traits successifs parallèles et replacés, après sciage, les uns sur les autres de façon à reconstituer la grume. Si tous les plateaux d'une même grume ne sont pas ainsi replacés ou si des plateaux de grumes différentes sont utilisés pour reconstituer une "fausse grume", on parle de plot dépareillé.



Stockage d'avivés



# 5. classement qualitatif des sciages de Douglas

## 5.1. les principes

Le classement des sciages résineux dans les scieries françaises est essentiellement fondé sur un classement d'aspect reposant sur la présence de certaines singularités du bois.

Celles-ci peuvent être liées :

- à la structure du bois,
- au débit pratiqué,
- à des altérations.

Pour certains usages spécifiques, notamment pour un emploi en structure exigeant certaines qualités mécaniques, des critères autres que visuels peuvent intervenir.

Le classement du Douglas repose sur les mêmes principes.

## 5.2. la méthode

### 5.2.1. la nature des singularités à examiner

#### 5.2.1.1. singularités liés à la structure du bois

#### ● Les nœuds

Éléments les plus connus pour le classement visuel, ils constituent la partie d'une branche englobée dans le bois.

On distingue :

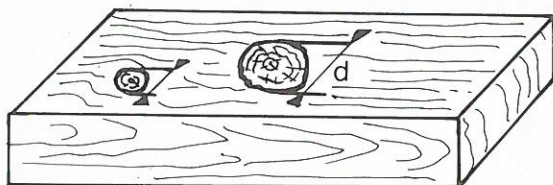
- a) Suivant la forme de leur section : les nœuds ronds et ovales.
- b) Suivant leur disposition sur les pièces de bois : les nœuds isolés, doubles et groupés, les nœuds non traversants, les nœuds d'arêtes, plats et tranchants.
- c) Suivant leur adhérence : les nœuds adhérents, partiellement adhérents et non adhérents.
- d) Suivant l'état du bois, les nœuds sains, vicieux, vivants, morts, résineux, fendus, étoilés, éclatés, etc.
- e) Suivant leur couleur : les nœuds clairs et les nœuds noirs.
- f) Suivant leurs dimensions : les nœuds très petits, petits, moyens, gros et très gros.

On distingue :

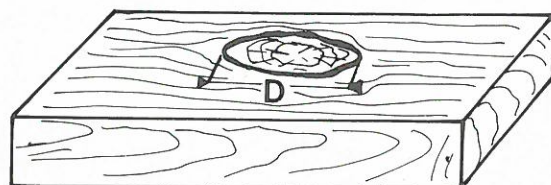
- le très petit nœud, égal ou inférieur à 5 mm de diamètre,
- le petit nœud : de 6 mm à 15 mm de diamètre,
- le nœud moyen : de 16 mm à 25 mm de diamètre,
- le gros nœud : de 26 à 40 mm de diamètre,
- le très gros nœud : plus de 40 mm de diamètre.

Le diamètre d'un nœud est mesuré selon des méthodes différentes liées aux usages ultérieurs des pièces de bois.

- **Pour des emplois non travaillants**, les règles de classement conduisent à mesurer les nœuds sur la face de la pièce et à prendre comme diamètre ( $\emptyset$ ) :
  - leur plus petite dimension (d) lorsque celle-ci dépasse la moitié de la plus grande (D)
  - la moitié de la plus grande (D) dans le cas contraire.



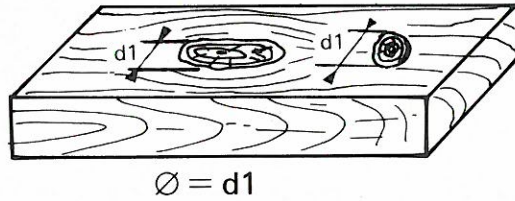
$$d > 1/2 D \Rightarrow \emptyset = d$$



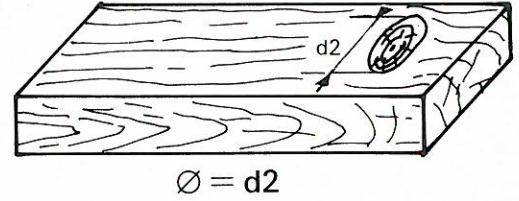
$$d < 1/2 D \Rightarrow \emptyset = 1/2 D$$

● **Pour des emplois travaillants**, le diamètre des nœuds est mesuré perpendiculairement à l'axe de la pièce :

- Sur les faces

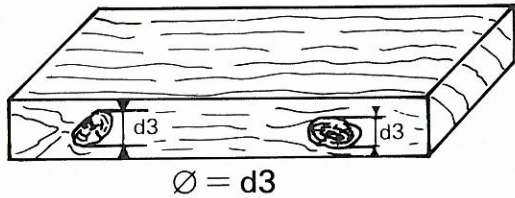


$$\varnothing = d1$$



$$\varnothing = d2$$

- Sur les rives



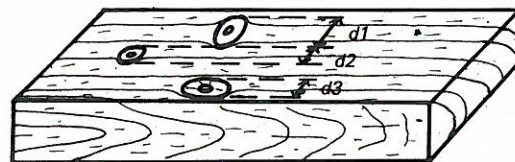
$$\varnothing = d3$$



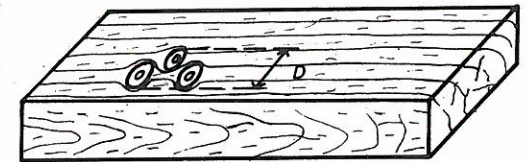
$$\varnothing = d4 \text{ mesuré sur la face et non repris sur la rive}$$

Des nœuds seront considérés comme **groupés** si la distance d'entraxe entre deux ou plusieurs nœuds est inférieure à 15 cm.

En cas de **nœuds groupés**, il sera tenu compte d'un diamètre équivalent ( $\varnothing$ ) mesuré selon la méthode illustrée par les schémas suivants.



noeuds distincts  
en projection transversale  
 $\varnothing = d1 + d2 + d3$



noeuds se superposant  
en projection transversale  
 $\varnothing = D$

● **Les poches de résine**

Ce sont des cavités allongées qui contiennent de la résine. Pour les classements des résineux, on distingue les petites poches de résine dont la longueur n'excède pas 50 mm et les grosses poches de résine dont la longueur dépasse 50 mm. Le Douglas ne présente que peu de poches de résine.

● **L'entre-écorce**

Il s'agit d'une partie d'écorce incluse au milieu d'une masse de bois.

● **Les fentes**

Les fentes présentes sur une pièce de sciage peuvent être, soit superficielles, soit profondes.

Une fente est dite superficielle lorsque sa profondeur n'excède pas :

- 5 mm pour les pièces de bois dont l'épaisseur ne dépasse pas 50 mm,
- 10 mm pour celles d'une épaisseur supérieure à 50 mm.

● **Autres singularités de structure**

• **Fil tors**

Se dit du bois dont les fibres suivent un trajet torsadé par rapport à l'axe de l'arbre, en restant parallèles entre elles. Synonyme : bois vissé.

• **Fil ondulé**

Se dit du bois dont les fibres ont une sinuosité légère tout en restant parallèles entre elles.

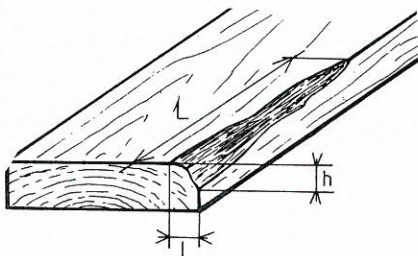
• **Bois madré**

Bois dont les éléments sont irrégulièrement sinueux et enchevêtrés. Ils sont souvent de couleur plus foncée. Synonyme : bois ronçoux.

• **Ronçe**

Section de bois madré.

### 5.2.1.2. singularités liées au débit



Ces particularités peuvent affecter soit la forme géométrique des pièces, soit leur aspect.

#### ● Les flaches

C'est la portion visible sur l'avivé de la surface de la grume d'où provient la pièce. Les flaches sont caractérisées par leur longueur ( $L_0$ ), plus grande distance entre les extrémités de la flache et leur largeur, définie comme la largeur de la projection orthogonale de la flache sur le plan de la face ( $l_0$ ) ou de la rive ( $h_0$ ) la comportant.

Elles sont admises dans certaines limites et pour certains emplois.

#### ● Les gerces

Les gerces ou fentes de retrait se produisent lors du séchage du bois. Elles se présentent comme des fentes étroites orientées souvent suivant le plan radial.

### 5.2.1.3. singularités liées à des altérations

Une altération du bois est une modification de la composition chimique de celui-ci qui résulte de l'action d'un agent extérieur.

Certaines altérations affectent uniquement l'aspect du bois, d'autres peuvent avoir des conséquences non seulement sur l'aspect, mais aussi sur les résistances mécaniques du bois.

#### ● Le bleuissement

Cette coloration bleuâtre est provoquée par des champignons. Elle atteint l'aubier mais elle n'entraîne pas de changement appréciable de la consistance et des propriétés mécaniques.

Les bois atteints de bleuissement sont dits "bleutés".

#### ● L'échauffure

Elle est provoquée par l'attaque de champignons sur du bois humide. Elle se manifeste par un changement peu accentué de consistance, accompagné d'un changement de coloration et elle entraîne, après un certain temps, une modification sensible des propriétés.

#### ● Les traces de gui

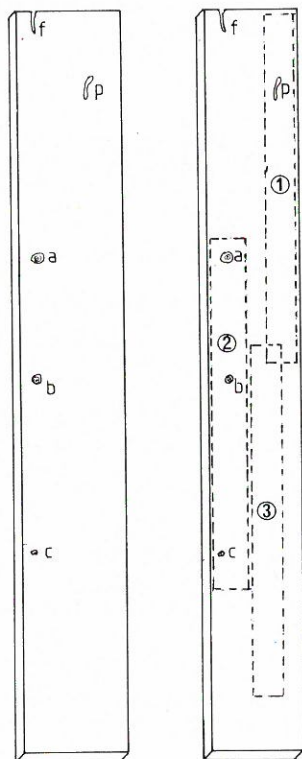
Elles apparaissent comme de petites galeries groupées et proviennent de la perforation du bois par les racines du gui ou autres végétaux parasites.

#### ● Les piqûres et trous de vers

Ce sont des trous et galeries creusés dans le bois par les insectes parfaits ou leurs larves.



## 5.2.2. l'évaluation des singularités pour un classement d'aspect



Le classement d'aspect est fondé sur la présence ou l'absence des singularités énoncées précédemment.

Les pièces sciées sont examinées une à une et classées dans des lots homogènes de choix bien définis.

Il convient pour classer une pièce d'examiner sa plus belle face et sa plus belle rive (parement), puis sa moins belle face et sa moins belle rive (contreparement).

La base du classement repose sur la concentration maximale de singularités dans un "élément-type", surface délimitée par un rectangle de 1 m x 0,10 m.

Le classement est effectué à partir des caractéristiques de la zone la plus défavorable de la pièce.

Le nombre des singularités de structure, par élément-type, est limité selon les différentes définitions des choix. Les particularités de débit et les altérations viennent se cumuler dans les limites des règles précisées dans la définition des choix.

La définition des choix donne ainsi à l'utilisateur toute garantie quant à la nature des singularités admises et leur répartition dans la pièce.

### MÉTHODE D'ÉVALUATION DES SINGULARITÉS POUR UN CLASSEMENT D'ASPECT

#### notion d'élément-type

— *Détail de la planche*

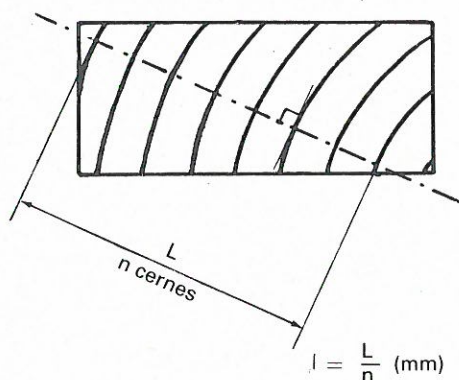
- a = nœud sain 20 mm
- b = nœud sain 8 mm
- c = nœud sain 2 mm
- p = petite poche de résine
- f = fente

— *Elle met en évidence 3 positions de l'élément-type de 1 m x 0,10 m*

La position 2 est la position dans laquelle figure la concentration maximale de singularités.

En supposant que l'autre face présente des singularités identiques, la pièce serait classée en choix 1 (3 singularités dans l'élément-type, cf. p37).

## 5.2.3. spécifications particulières pour certains emplois



Pour certains emplois, des spécifications particulières viennent s'ajouter aux évaluations des singularités retenues pour le classement d'aspect.

Ces spécifications n'ont généralement pas de relations directes avec le classement visuel.

Parmi celles-ci, on peut citer pour le Douglas :

- la **masse volumique à 15 % d'humidité** ou la **largeur moyenne des cernes d'accroissement** (pour une utilisation en structure),

Les largeurs des cernes d'accroissement sont relevées à chaque extrémité de la planche de la manière suivante :

- On choisit la direction la plus grande possible perpendiculaire à l'orientation des cernes.
- On mesure la longueur L correspondant au plus grand nombre de cernes selon cette direction et l'on divise par le nombre n de cernes constituant cette longueur.

La largeur retenue est la moyenne des 2 valeurs ainsi obtenues.

- La **pente de fil** qui caractérise la déviation des fibres par rapport à l'axe longitudinal de la pièce (pour un classement en menuiserie).

● Des spécifications particulières peuvent également être précisées dans des normes ou des cahiers des charges (largeur d'accroissement pour des produits de menuiserie, exigences de teinte, etc.)

## 5.3 Les choix

Comme pour les autres résineux, le classement d'aspect des sciages de Douglas repose sur les mêmes définitions précises des différents choix, à savoir le choix zéro comprenant un choix 0A et un choix 0B, un premier choix, un deuxième choix, un troisième choix comprenant un choix 3A et un choix 3B.

CHOIX 0A	CHOIX 0B	CHOIX 1	CHOIX 2	CHOIX 3A	CHOIX 3B
----------	----------	---------	---------	----------	----------

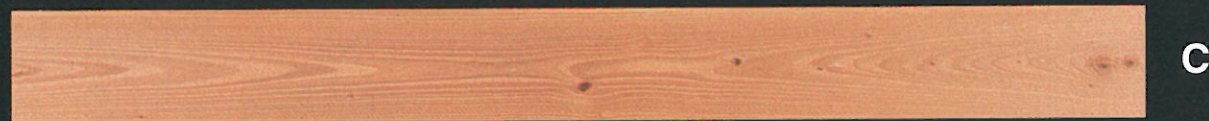
Ces définitions sont fournies dans les tableaux des pages 35, 37 et 39 et illustrées par des exemples de pièces correspondantes.



## Exemples de pièces classées en choix O A



## Exemples de pièces classées en choix O B



**P : parement**

**C : contreparement**

# CHOIX 0A

## SPECIFICATIONS GENERALES

### Singularités de structure

- **Nœuds :**
  - inexistants sur la plus belle face et les deux rives,
  - tolérance de petits nœuds sains et adhérents, en petit nombre, d'un diamètre maximal de 15 mm sur le contreparement.
- Tolérance de très légères **fentes** en bout, de faible longueur et faible profondeur, uniquement en contreparement.

### Singularités de débit

- **Flaches :** exclues, sauf tolérance pour les pièces de longueur supérieure à 3 m d'une légère flache en bout, en contreparement et sur 10 % des pièces constituant le lot.
- **Gerces de séchage :** très légères gerces superficielles.

### Altérations du bois

- Non admises

## EMPLOIS INDICATIFS

Tous les emplois pour lesquels l'aspect du bois revêt une importance primordiale : menuiserie fine, ameublement, agencement, décoration, etc.

**Remarque :** le choix 0A peut ne pas exister dans un débit de bois d'éclaircie. Pour les débits de bois adultes, on le trouve actuellement, essentiellement dans des planches d'épaisseur maximale 27 mm et de longueur courante 2 à 2,50 m au maximum.

# CHOIX 0B

## SPECIFICATIONS GENERALES

### Singularités de structure

- **Nombre :** 2 maximum par élément-type (rectangle de 1 m x 0,10 m) en parement, 3 en contreparement.
- **Nœuds :**
  - petits ou moyens, sains et adhérents, de diamètre 20 mm sur le parement, pouvant aller jusqu'à 25 mm en contreparement.
  - tolérance de petits nœuds noirs de diamètre 10 mm ne risquant pas de disparaître à l'utilisation, mais pouvant être non adhérents en contreparement.
- Tolérance de petites **poches de résine.**
- **Fentes** en bout : longueur limitée à 5 % de la longueur de la pièce.

### Singularités de débit

- **Flaches :** exclues, sauf tolérance de flaches superficielles sur un nombre limité à 10 % des pièces du lot, pour pièces de longueur supérieure à 3 m.
- **Gerces de séchage** de longueur inférieure à une fois et demie la largeur de la pièce.

### Altérations du bois

- Non admises

## EMPLOIS INDICATIFS

Tous les emplois pour lesquels l'aspect revêt une importance primordiale : ameublement, menuiseries intérieures et extérieures, fermetures, etc...

**Remarque :** le choix 0B peut ne pas exister dans un débit de bois d'éclaircie. Pour les débits de bois adultes, on le trouve actuellement, essentiellement dans des planches d'épaisseur maximale 27 mm et de longueur courante 2 à 2,50 m au maximum.

## Exemples de pièces classées en choix 1



P



C

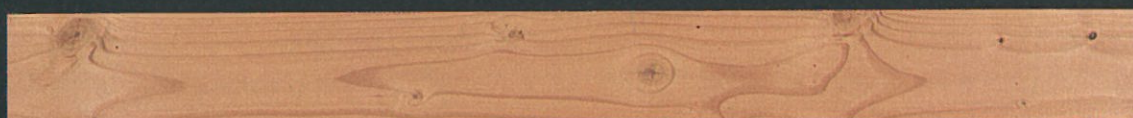


P



C

## Exemples de pièces classées en choix 2



P



C



P



C

**P** : parement

**C** : contreparement

# CHOIX 1

## SPECIFICATIONS GENERALES

### Singularités de structure

- **Nombre** : 3 au total par élément-type (rectangle de 1 m × 0,10 m) en parement, pouvant aller jusqu'à 5 en contreparement.
- **Nœuds** :
  - sains et adhérents, moyens à gros, d'un diamètre de 30 mm pouvant aller jusqu'à 40 mm en contreparement.
  - présence de quelques petits nœuds noirs et non adhérents en contreparement.
- **Fentes** en bout ou de cœur de longueur maximale égale à la largeur de la pièce et n'excédant pas 5 à 8 % de la longueur de la pièce.
- **Poches de résine** : quelques petites poches de résine en parement, tolérance de grosses poches de résine en contreparement.
- Traces de **moelle** tolérées sur une face.
- Faible tolérance de **bois ronceux** en contreparement.

### Singularités de débit

- **Flaches** non admises sur les pièces courtes, tolérées pour les pièces de longueur supérieure à 3 m, sur une arête en contreparement, de longueur inférieure à 20 % de la longueur de la pièce et de largeur inférieure à 20 % de l'épaisseur de la pièce.
- **Gerces de séchage** tolérées à condition de ne pas excéder deux fois la largeur de la pièce (trois fois en contreparement).

### Altérations du bois

- Quelques piqûres noires non actives sur un nombre limité de pièces du lot et en contreparement.

## EMPLOIS INDICATIFS

Ce choix regroupe aussi bien les emplois non travaillants acceptant la présence de nœuds que des emplois travaillants pour lesquels l'aspect du bois est important : menuiserie industrielle, menuiserie courante et agencement, fermetures, charpente choisie, emballages spéciaux, planches à maçon, etc.

# CHOIX 2

## SPECIFICATIONS GENERALES

### Singularités de structure

- **Nœuds** :
  - Sains ou noirs, leur diamètre ne doit pas excéder sur les faces :
    - 1/2 de la largeur des faces pour des pièces de largeur inférieure à 90 mm.
    - 45 mm jusqu'à une largeur de pièce de 150 mm.
    - 1/3 de la largeur des faces pour des pièces de largeur supérieure à 150 mm.
  - Sur les rives, nœuds émergents n'excédant pas la moitié de la largeur de la rive.
- **Fentes** en bout ou de cœur pouvant avoir une longueur égale au maximum à deux fois la largeur de la pièce, mais n'excédant pas 8 % de la longueur de la pièce.
- **Entre-écorce et bois ronceux** admis à condition de ne pas altérer la résistance mécanique de la pièce.

### Singularités de débit

- **Flaches** : exclues pour les pièces de longueur inférieure à 3 m. Pour les pièces de longueur supérieure à 3 m, admises sur une longueur égale au maximum au 1/3 de la longueur de la pièce et sur une largeur ne dépassant pas la moitié de l'épaisseur (limitation à 10-15 % des pièces du lot).
- **Gerces de séchage** admises à condition de ne pas avoir une longueur supérieure à trois fois la largeur de la pièce.

### Altérations du bois

- Quelques légères traces d'échauffures tolérées.
- Quelques piqûres ne traversant pas la pièce.
- Quelques traces de gui.
- Bleuissement : peut être toléré.

## EMPLOIS INDICATIFS

C'est dans ce choix que sont particulièrement recrutées les pièces destinées à tous les emplois travaillants : charpente industrielle, lamellé-collé, charpente traditionnelle, ossature et structures travaillantes, MOB, etc. Il est également bien adapté aux emplois de menuiserie courante, bardage, emballage industriel, etc.

## Exemples de pièces classées en choix 3 A



## Exemples de pièces classées en choix 3 B



**P** : parement

**C** : contreparement

## CHOIX 3A

SPECIFICATIONS GENERALES	
<b>Singularités de structure</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Nœuds</b> admis sans limitation de nombre et de diamètre.</li><li>● <b>Fentes</b> en bout ou de cœur admises.</li></ul>	<b>Singularités de débit</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Flaches</b> non admises sur les pièces de longueur inférieure à 3 m. Pour les pièces de longueur supérieure à 3 m, admises sans limitation de longueur sur 1 face et 2 rives.</li><li>● Piqûres vivantes, échauffures, pourritures diverses sont exclues.</li></ul>
EMPLOIS INDICATIFS	
Caissage, emballage courant, palette et caisse palette, etc. Des pièces destinées aux emplois travaillants ( charpente traditionnelle , ossature, lamellé-collé ) peuvent également être prélevées dans ce choix si elles satisfont aux spécifications particulières définies pour ces emplois.	

## CHOIX 3B

SPECIFICATIONS GENERALES	
<b>Singularités de structure</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Nœuds</b> admis sans limitation.</li><li>● <b>Fentes</b> : de cœur et gerces de séchage admises sans limitation.</li></ul>	<b>Singularités de débit</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● <b>Flaches</b> admises jusqu'à 2/3 de l'épaisseur et 1/2 de la largeur et de la longueur de la pièce.</li></ul> Toutes les altérations admises dans la mesure où elles n'altèrent pas la configuration géométrique de la pièce.
EMPLOIS INDICATIFS	
Coffrage.	

# ELEMENTS DE CLASSEMENT VISUEL

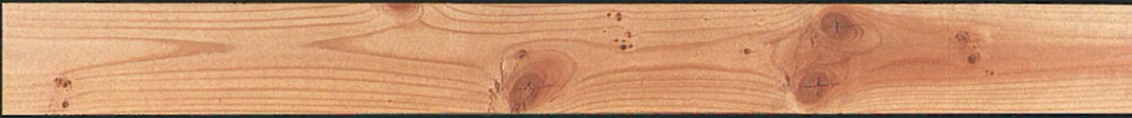
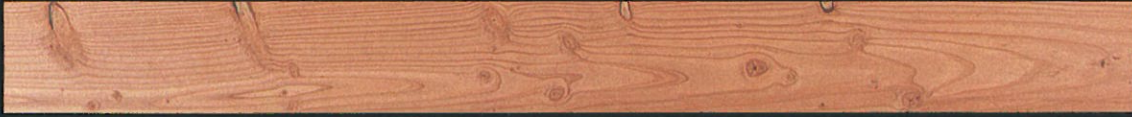
## Emplois travaillants

### FACES



acceptées

CHOIX 2



acceptées

CHOIX 3 A



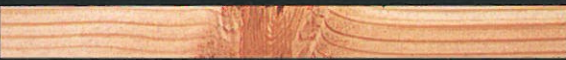
refusées

CHOIX 3 A



### RIVES

rives acceptées



rives refusées

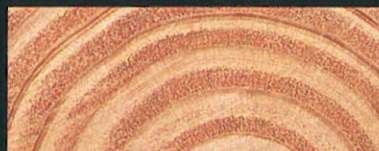


### ACCROISSEMENTS

$l \leq 5 \text{ mm}$



$5 < l \leq 10 \text{ mm}$



$l > 10 \text{ mm}$





---

# 6. caractéristiques mécaniques et classements associés

---

## Spécifications particulières pour un emploi en structure

La détermination des caractéristiques mécaniques présentées dans ce document est le résultat d'une importante campagne d'essai réalisée par le C.T.B.A. sur des bois en **dimensions commerciales**.

**Ces travaux ont permis comme pour les autres résineux présentés dans le Cahier 124, d'établir les caractéristiques mécaniques associées à des choix qualitatifs bien définis, afin de valoriser au mieux cette essence dans les emplois travaillants.**

La sélection des échantillons utilisés pour ces essais a pris en compte les principaux éléments de variabilité (âge, provenance), assurant ainsi la représentativité des résultats au niveau national.

Au cours de cette étude, les recherches de corrélations entre les caractéristiques anatomiques et les caractéristiques mécaniques des pièces de bois ont permis de faire les constatations suivantes.

- En premier lieu, il a été montré que des pièces correspondant au CHOIX 2 peuvent valablement être utilisées en emploi travaillant.
- De même, peuvent également être utilisées, sous certaines conditions, des pièces présentant des diamètres de nœuds supérieurs aux limites fixées par le CHOIX 2. Cela permet ainsi l'emploi en structure de certaines pièces issues du CHOIX 3A, surtout à partir d'une hauteur de 100 mm.
- Enfin, dans le Douglas, la masse volumique est liée aux dimensions des cernes d'accroissement, ces deux critères ayant une forte influence sur les caractéristiques mécaniques, y compris à la rupture.

### 6.1. classement structure

Ces constatations permettent de proposer des **spécifications particulières pour les sciages de Douglas destinés à des emplois travaillants**, basées sur les éléments suivants.

- Des **critères visuels** reprenant les mêmes principes que pour les autres résineux et **permettant de sélectionner les pièces aptes à une utilisation structure**.
- Une mesure de la **masse volumique** ou de la **largeur moyenne des cernes d'accroissement permettant la répartition des pièces retenues précédemment en deux classes intitulées classe B et classe S**.

#### 6.1.1. critères visuels de sélection

Les pièces utilisables en structure sont principalement recrutées dans les choix 2 et 3A du classement visuel. Les dimensions maximales tolérées des nœuds sont mesurées, conformément à la méthode décrite précédemment (cf. § 5.2.1.1. p. 29) pour les emplois travaillants, et ont pour ces emplois les valeurs suivantes :

– **Sur les faces**

largeur de pièce (mm)	40	63	75	100	115	125	150	160	175	200	225	250	300
diamètre maximal (mm)	20	31	37	50	57	62	75	75	75	75	75	83	100

Dans le cas de largeurs non standardisées, on applique la règle suivante :

- la moitié de la largeur de la face jusqu'à 150 mm de large,
- 75 mm pour les pièces de largeur 150 à 225 mm,
- le tiers de la largeur de la face au-delà de 225 mm.

## 6.1.2. les classes B et S

### – Sur les rives

Le diamètre des nœuds lorsqu'ils sont pris sur rive (cf. § 5.2.1.1. p.) ne doit pas excéder la moitié de la largeur de cette rive.

Les pièces sélectionnées selon les critères visuels précédents sont réparties en deux classes B ou S en fonction de la valeur soit de la masse volumique, soit de la largeur moyenne des cernes d'accroissement.

### CLASSE B

L'un ou l'autre des critères suivants est utilisé :

- **Masse volumique (M)** comprise entre 430 kg/m<sup>3</sup> et 525 kg/m<sup>3</sup> à 15 % d'humidité du bois.

$$430 \leq M < 525 \text{ kg/m}^3$$

- **Largeur moyenne (l) des cernes d'accroissement** annuel comprise entre 5 et 10 mm.

$$5 < l \leq 10 \text{ mm}$$

### CLASSE S

L'un ou l'autre des critères suivants est utilisé.

- **Masse volumique (M)** supérieure ou égale à 525 kg/m<sup>3</sup> à 15 % d'humidité du bois.

$$M \geq 525 \text{ kg/m}^3$$

- **Largeur moyenne (l) des cernes d'accroissement** annuel inférieure ou égale à 5 mm.

$$l \leq 5 \text{ mm}$$

### Remarques :

- La largeur moyenne des accroissements est mesurée conformément à la méthode exposée dans ce Cahier (cf. § 5.2.3., p. 32).
- L'utilisation du critère masse volumique nécessite la mise en place d'un système de contrôle de cette masse volumique.
- **Dans le classement d'un lot, on utilise un seul des deux critères, masse volumique ou accroissement vérifié sur chacune des pièces composant le lot ou un échantillonnage représentatif.**



Essais de qualification sur bois en dimensions commerciales.

## 6.2 caractéristiques mécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sciages répondant aux classes B et S définies précédemment sont fournies par le tableau suivant :

### Classement structure du Douglas

#### Caractéristiques mécaniques et classements associés

Humidité des bois : 15 %

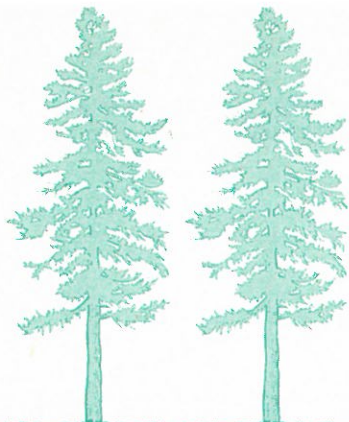
CARACTERISTIQUES MECANIQUES	Classe B	Classe S
<b>Contraintes admissibles</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● De flexion et de compression parallèle ....</li> <li>● De traction axiale .....</li> <li>● De cisaillement longitudinal* .....</li> <li>● De compression transversale .....</li> <li>● De traction transversale* .....</li> </ul> <p>* Attention : ces deux contraintes ne peuvent se cumuler dans ces valeurs extrêmes ; se référer aux règles de calcul des ouvrages concernés, cahier CTBA n° 111 notamment.</p>	10,0 MPa 6,3 MPa 1,2 MPa 2,2 MPa 0,5 MPa	12,0 MPa 7,9 MPa 1,2 MPa 2,2 MPa 0,5 MPa
<b>Modules conventionnels de déformation</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Cisaillement .....</li> <li>● Longitudinal en flexion pure .....</li> <li>● Longitudinal, effort tranchant inclus .....</li> </ul>	500 MPa 11 800 MPa 10 100 MPa	500 MPa 14 500 MPa 12.400 MPa
CLASSEMENTS ASSOCIES	Classe B	Classe S
Correspondance avec le classement visuel .....	CHOIX 2 ou CHOIX 3A	
Largeur d'accroissement (l) .....	$5 < l \leq 10$ mm	$l \leq 5$ mm
Masse volumique (M) .....	$430 \leq M < 525$ kg/m <sup>3</sup>	$M \geq 525$ kg/m <sup>3</sup>
Diamètre maximal des nœuds	Sur la face : < 1/2 de la largeur jusqu'à 150 mm de large. ≤ 75 mm de 150 à 225 mm de large < 1/3 de la largeur au-delà de 225 mm.  Sur la rive : < 1/2 de l'épaisseur de la rive.	
<p>Toutes les pièces atteintes d'altérations biologiques réduisant la résistance sont écartées.</p> <p>Des raisons pratiques diverses peuvent conduire à l'application d'autres critères concernant la conformation géométrique (flache, gauche, tuilage) ou les gerces et fentes. Ces critères n'ont qu'une faible incidence sur les caractéristiques mécaniques.</p>		

**Nota :** 1 MPa = 1 mégapascal = 10 décanewtons par cm<sup>2</sup> = 10 bar = environ 10 kg/cm<sup>2</sup>

Ces valeurs de caractéristiques mécaniques sont fournies pour des bois à une humidité de 15 %, correspondant à l'humidité d'équilibre courante des bois de charpente en place. Cela ne signifie pas que les bois doivent être à 15 % d'humidité lors des transactions commerciales.

Les autres conditions techniques d'emploi de ces bois sont définies par les textes en vigueur, tels que les Règles D.T.U. (Règles CB 71 notamment), le Cahier C.T.B.A. 111 **Recommandations pour le calcul des charpentes industrialisées assemblées par connecteurs ou goussets** dont les prochaines éditions intégreront les nouvelles données présentées dans ce Cahier.

# 7. exemples d'utilisation



## 7.1 structure - ossature

Les sciages de Douglas destinés aux emplois travaillants se recrutent principalement dans les choix 2 et 3A du classement d'aspect.

La principale différence que l'utilisateur trouvera pour ce type d'emploi entre des pièces issues d'un choix 2 ou d'un choix 3A est liée à l'aspect visuel final de l'ouvrage plus qu'aux caractéristiques mécaniques des pièces concernées. Il peut être nécessaire d'en tenir compte dans le cas de pièces apparentes pour lesquelles une esthétique particulière est recherchée.

### • Tableaux d'utilisation

Les tableaux qui suivent ont été établis à titre d'exemple et permettent de déterminer de façon simple les charges admissibles d'une pièce en flexion reposant à chant sur deux appuis simples d'extrémité.

Les charges admissibles ont été calculées conformément aux hypothèses et aux méthodes utilisées dans le Cahier 118 du C.T.B.A. : "**Dimensionnement des bois travaillant en flexion**", en tenant compte des contraintes admissibles de flexion et des modules d'élasticité qui sont définis dans le présent Cahier, à savoir :

	Contrainte admissible de flexion	Module d'élasticité (*)
Douglas B	10 MPa	10 100 MPa
Douglas S	12 MPa	12 400 MPa

(\*) Effort tranchant inclus.

Les valeurs figurant dans les tableaux concernent les charges totales réparties sur la portée.

- en caractère gras, la charge admissible correspondant au critère de sécurité défini par le D.T.U. Règles CB 71.
- en italique, la charge admissible instantanée correspondant au critère de déformation (1/300).



Les conventions de calcul retenues correspondent aux conditions usuelles d'emploi :

- pièces rectangulaires reposant à chant sur deux appuis simples d'extrémité,
- charge uniformément répartie,
- humidité d'équilibre des bois : 15 %,
- flèche admissible de la pièce : 1/300 de la portée,
- prise en compte de la déformation par effort tranchant,
- prise en compte de la correction de contrainte admissible en fonction de la hauteur fléchie.

Si une utilisation était envisagée dans des conditions différentes, il appartiendrait à l'utilisateur d'en tenir compte et d'appliquer les corrections qui s'imposent conformément aux éléments du Cahier 118.

Les sections de calcul sont celles généralement prises en compte pour les bois résineux ; elles sont réduites par rapport aux sections nominales indiquées, de la manière suivante :

- 2 mm pour la cote de 38 mm et moins,
- 3 mm pour toutes les cotes supérieures.

Ainsi, pour la section minimale 38 x 100 mm du tableau, la section de calcul s'établit à 36 x 97 mm. Une telle réduction par rapport aux sections standardisées s'explique en partie par le fait que l'humidité de référence est fixée à 20 % alors que l'humidité d'équilibre d'une charpente en place est de l'ordre de 15 %.

Mais ces sections de calcul tiennent également compte d'observations réalisées sur le terrain qui amènent à définir par rapport aux sections commerciales courantes des marges de sécurité. C'est le cas, par exemple, de sections de bois raboté qui correspondent à des appellations commerciales plus qu'à des sections réelles.

## 7.2 lamellé-collé

Le Douglas se prête parfaitement à la fabrication d'éléments en bois lamellé-collé et il semble même qu'il s'agisse là de **l'un des débouchés les plus prometteurs** de cette essence dans le cadre des utilisations structurelles.

Une étude du C.T.B.A., faite en collaboration avec une scierie spécialisée dans le débit de Douglas d'éclaircie et un fabricant de lamellé-collé, a donné des résultats très positifs et démontré les bonnes performances des produits obtenus.

Diverses réalisations d'ouvrage en bois lamellé de Douglas ont d'ailleurs confirmé l'intérêt de cette option.

Pour le calcul des poutres, les mêmes conventions que pour les autres résineux (D.T.U. Règles CB-71) sont appliquées, à savoir :

- la majoration de 10 % sur les contraintes admissibles axiales de compression, traction et flexion prévues pour les éléments lamellés par rapport aux contraintes admissibles des bois massifs définis dans le présent Cahier (cf. §.6.2), toutes les autres valeurs étant prises égales.
- la majoration de 500 MPa en ce qui concerne les modules d'élasticité.







## Annexe : caractéristiques pratiques des sections usuelles

SECTION commerciale (en mm)	SECTION de calcul (en mm)	MOMENT D'INERTIE A Chant (I <sub>x</sub> en cm <sup>4</sup> )		MOMENT D'INERTIE A Plat (I <sub>y</sub> en cm <sup>4</sup> )		MODULE D'INERTIE A Chant ((I/V) <sub>x</sub> en cm <sup>3</sup> )		MODULE D'INERTIE A Plat ((I/V) <sub>y</sub> en cm <sup>3</sup> )		SECTION commerciale (en mm)	SECTION de calcul (en mm)	MOMENT D'INERTIE A Chant (I <sub>x</sub> en cm <sup>4</sup> )		MOMENT D'INERTIE A Plat (I <sub>y</sub> en cm <sup>4</sup> )		MODULE D'INERTIE A Chant ((I/V) <sub>x</sub> en cm <sup>3</sup> )		MODULE D'INERTIE A Plat ((I/V) <sub>y</sub> en cm <sup>3</sup> )	
		(I <sub>x</sub> en cm <sup>4</sup> )	(I <sub>y</sub> en cm <sup>4</sup> )	(I/V) <sub>x</sub> en cm <sup>3</sup>	(I/V) <sub>y</sub> en cm <sup>3</sup>	(I <sub>x</sub> en cm <sup>4</sup> )	(I <sub>y</sub> en cm <sup>4</sup> )	(I/V) <sub>x</sub> en cm <sup>3</sup>	(I/V) <sub>y</sub> en cm <sup>3</sup>			(I <sub>x</sub> en cm <sup>4</sup> )	(I <sub>y</sub> en cm <sup>4</sup> )	(I/V) <sub>x</sub> en cm <sup>3</sup>	(I/V) <sub>y</sub> en cm <sup>3</sup>				
12 x 15	9 x 12	0,13	0,07	0,22	0,16	44 x 150	41 x 147	1085,31	84,43	147,66	41,18								
15 x 27	12 x 24	1,38	0,95	1,15	0,58	44 x 160	41 x 157	1322,21	90,17	168,43	43,99								
15 x 75	15 x 72	37,32	1,04	10,97	1,73	44 x 175	41 x 172	1738,55	98,79	202,16	48,19								
18 x 63	15 x 60	27,00	1,69	9,00	2,25	44 x 200	41 x 197	2612,17	113,15	265,19	55,20								
18 x 75	15 x 72	46,66	2,03	12,96	2,70	44 x 225	41 x 222	3738,19	127,50	336,77	62,20								
18 x 100	15 x 97	114,08	2,73	23,52	3,64	50 x 100	47 x 97	357,46	83,92	73,70	35,71								
18 x 115	15 x 112	175,62	3,15	31,96	4,20	50 x 115	47 x 112	550,26	96,90	98,26	41,23								
18 x 125	15 x 122	226,98	3,43	37,21	4,57	50 x 125	47 x 122	711,21	105,55	116,59	44,92								
18 x 150	15 x 147	397,07	4,13	54,02	5,51	50 x 150	47 x 147	1244,14	127,18	169,27	54,12								
18 x 160	15 x 157	483,74	4,42	61,62	5,89	50 x 160	47 x 157	1515,71	135,84	193,08	57,80								
18 x 175	15 x 172	636,06	4,84	73,96	6,45	50 x 165	47 x 162	1665,18	140,16	205,58	59,64								
18 x 200	15 x 197	955,67	5,54	97,02	7,39	50 x 175	47 x 172	1992,98	148,81	231,74	63,32								
22 x 75	19 x 72	59,10	4,12	16,42	4,33	50 x 200	47 x 197	2994,44	170,44	304,00	72,53								
22 x 100	19 x 97	144,51	5,54	29,80	5,84	50 x 225	47 x 222	4285,24	192,07	386,06	81,73								
22 x 115	19 x 112	222,45	6,40	39,72	6,74	63 x 75	60 x 72	186,62	129,60	51,84	43,20								
22 x 125	19 x 122	287,51	6,97	47,13	7,34	63 x 160	60 x 157	1934,95	282,60	246,49	94,20								
22 x 150	19 x 147	502,95	8,40	68,43	8,84	63 x 175	60 x 172	2544,22	309,60	295,84	103,20								
22 x 160	19 x 157	612,73	8,97	78,06	9,45	65 x 75	63 x 72	195,96	150,03	54,43	47,63								
22 x 175	19 x 172	805,67	9,83	93,68	10,35	65 x 165	63 x 162	2232,05	337,56	275,56	107,16								
22 x 200	19 x 197	1210,52	11,26	122,90	11,85	65 x 175	63 x 172	2671,44	358,40	310,63	113,78								
27 x 27	25 x 25	3,26	3,26	2,60	2,60														
27 x 40	25 x 36	9,72	4,69	5,40	3,75														
32 x 63	30 x 60	54,00	13,50	18,00	9,00	75 x 63	72 x 60	129,60	186,62	43,20	51,84								
32 x 75	30 x 72	93,31	16,20	25,92	10,80	75 x 75	72 x 72	223,95	223,95	62,21	62,21								
32 x 100	30 x 97	228,17	21,83	47,05	14,55	75 x 100	72 x 97	547,60	301,71	112,91	83,81								
32 x 115	30 x 112	351,23	25,20	62,72	16,80	75 x 150	72 x 147	1905,91	457,23	259,31	127,01								
32 x 125	30 x 122	453,96	27,45	74,42	18,30	75 x 175	72 x 172	3053,07	534,99	355,01	148,61								
32 x 150	30 x 147	794,13	33,08	108,04	22,05	75 x 200	72 x 197	4587,22	612,75	465,71	170,21								
32 x 160	30 x 157	967,47	35,33	123,25	35,33	75 x 225	72 x 222	6584,63	690,51	591,41	191,81								
32 x 175	30 x 172	1272,11	38,70	147,92	25,80														
32 x 200	30 x 197	1911,34	44,33	194,05	29,55	100 x 75	97 x 72	301,71	547,60	83,81	112,91								
32 x 225	30 x 222	2795,26	49,95	246,42	33,30	100 x 100	97 x 97	737,74	737,74	152,11	152,11								
38 x 100	36 x 97	273,80	37,7	56,45	21,0	100 x 200	97 x 197	6180,01	1498,3	627,41	308,93								
38 x 115	36 x 112	421,48	43,55	75,26	24,19	100 x 225	97 x 222	8840,01	1688,45	796,76	348,13								
38 x 125	36 x 122	544,80	47,40	89,30	26,40	115 x 115	112 x 112	1311,27	1311,27	234,15	234,15								
38 x 150	36 x 147	952,96	57,15	129,65	31,75	125 x 125	122 x 122	1846,11	1846,11	302,64	302,64								
38 x 175	36 x 172	1526,53	66,87	177,50	37,15	150 x 150	147 x 147	3891,24	3891,24	529,42	529,42								
38 x 200	36 x 197	2293,61	76,59	232,85	42,55	200 x 200	197 x 197	12551,15	12551,15	1274,23	1274,23								
44 x 100	41 x 97	311,83	55,71	64,29	27,18	225 x 225	222 x 222	20240,94	20240,94	1823,51	1823,51								
44 x 115	41 x 112	480,02	64,33	85,72	31,38	250 x 250	247 x 247	31017,48	31017,48	2511,54	2511,54								
44 x 125	41 x 122	620,41	70,07	101,71	34,18	300 x 300	297 x 297	64840,23	64840,23	4366,35	4366,35								

Publicité GARCHETTE - ST-OMER  
TÉL. 21.98.29.12 - R.C. St-Omer 576680060 B  
Dépôt légal - 3ème trimestre 1986

