

Centre de  
coopération  
Internationale en  
Recherche  
Agronomique  
pour le  
Développement

Département Forestier  
CIRAD Forêt/Guyane  
Programme Bois  
BP 701  
97387 Kourou Cedex  
Tél. : 05 94 32 09 60  
Fax : 05 94 32 32 81



MINISTÈRE  
DE L'AGRICULTURE  
ET DE LA PÊCHE  
Direction de l'Agriculture et  
de la Forêt de la Guyane



# SECHAGE NATUREL DU BOIS EN GUYANE

© CPR Imp. 05 94 35 02 29

## TABLE DES MATIERES

	Pages
Introduction	3
<b>I. LE BOIS ET LE SECHAGE</b>	<b>4</b>
11. Caractéristiques du bois	4
12. Masse volumique	6
13. Humidité du bois	6
14. Équilibre hygroscopique du bois	8
15. Rétractibilité du bois	10
16. Conséquences de la rétractibilité sur le séchage et l'usinage du bois	13
17. Données techniques sur des essences courantes	15
<b>II. PRATIQUE DU SECHAGE NATUREL</b>	<b>16</b>
21. Constitution des piles et baguettage	16
22. L'aménagement de l'aire de séchage	19
23. Précautions contre fentes en bout, gerces et collapse...	22
24. Facteurs influençant la vitesse du séchage	24
Conclusion: Intérêts et limites du séchage naturel	30
Annexe 1 : Données sur des bois de Guyane	31
Annexe 2 : Déformations dues au séchage	33
Quelques références d'ouvrages	35

## Introduction

Le séchage du bois consiste à enlever une partie de l'eau que le matériau contient naturellement. En Guyane, le bois sèche relativement bien à l'air libre car les conditions de températures et d'humidité sont favorables.

Toutefois, le séchage à l'air libre nécessite le respect de quelques règles simples visant à obtenir un séchage naturel de bonne qualité en limitant les risques d'apparition des défauts de séchage.

Ce guide a pour but de familiariser le lecteur au séchage naturel des bois en Guyane.

Une première partie présente les principales caractéristiques du bois, ses interactions avec le milieu ambiant, et les principaux phénomènes liés au déroulement du séchage.

La deuxième partie présente les recommandations essentielles à la mise en place et au fonctionnement d'une installation de séchage naturel.

La dernière partie présente à titre d'exemples des résultats de suivis de séchage à l'air libre sur quelques essences guyanaises qui ont été réalisés au Centre Technique des Bois de Guyane, à Kourou.

# I. LE BOIS ET LE SECHAGE

## 11. Caractéristiques générales du bois

Le bois est **hétérogène** : il est constitué d'éléments cellulaires de nature et de forme variées.

Le bois est **anisotrope** : il n'a pas les mêmes caractéristiques dans toutes les directions.

Trois directions de base sont prises comme références: la direction longitudinale ou axiale, la direction tangentielle et la direction radiale (schéma 1).

Enfin, le bois est **hygroscopique** : cela veut dire qu'il est capable de perdre ou de reprendre de l'humidité en fonction des conditions de l'air qui l'entoure.

### Pourquoi sécher le bois ?

- ◆ éviter les déformations des ouvrages.
- ◆ éviter les attaques de champignons et d'insectes,
- ◆ usiner convenablement,
- ◆ meilleure tenue des finitions (peinture, vernis, lasures),
- ◆ coller efficacement.

Plusieurs facteurs influencent directement la vitesse de séchage du bois :

- ◆ la masse volumique du bois,
- ◆ l'humidité du bois,
- ◆ l'équilibre hygroscopique entre l'air et le bois,
- ◆ la rétractibilité du bois (son aptitude à changer de dimensions).

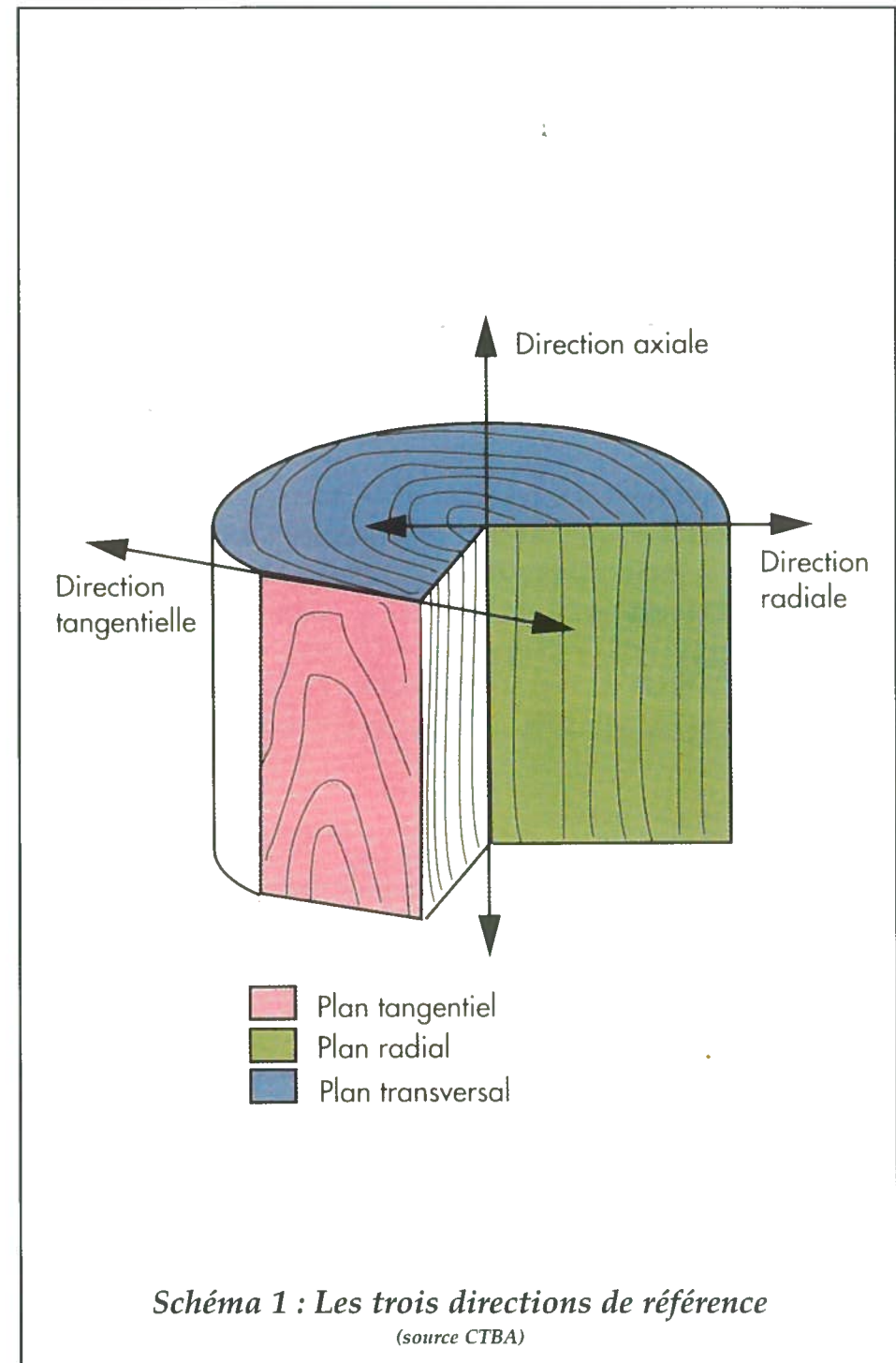


Schéma 1 : Les trois directions de référence

(source CTBA)

## 12. Masse volumique

La masse volumique (en kg/m<sup>3</sup>) est le rapport de la masse sur le volume.

La masse volumique du bois dépend de son humidité. De plus, elle a une grande influence sur le séchage : un bois lourd sèchera plus lentement qu'un bois léger.

## 13. Humidité du bois

C'est le rapport de la masse d'eau contenue dans le bois sur la masse anhydre du bois.

$$H (\%) = \frac{\text{Masse d'eau}}{\text{Masse anhydre}} \times 100$$
$$= \frac{M_H - M_0}{M_0} \times 100$$

avec M<sub>H</sub> = Masse du bois à l'humidité H

M<sub>0</sub> = Masse du bois anhydre (H = 0 %)

## 131. Mesure par pesées

On prélève un échantillon que l'on pèse (pour connaître M<sub>H</sub>).

On le place à l'étuve (à 103°C) au moins 24h et on le pèse après stabilisation de la masse (pour connaître M<sub>0</sub>, masse anhydre).

Exemple : si M<sub>H</sub> = 75 g et M<sub>0</sub> = 54 g ,

l'humidité du bois H(%) = (75-54)/54 \*100 = 39 %.

## 132. Mesure par résistivité avec un humidimètre :

On enfonce deux électrodes perpendiculairement au fil du bois à la profondeur à laquelle on désire connaître l'humidité.

En indiquant sur l'appareil la classe de l'essence et la température du bois, on obtient instantanément la mesure de l'humidité.



## 133. Mesure avec un humidimètre par contact

C'est une mesure par constante diélectrique du bois. Après avoir choisi la classe de densité du bois, il suffit d'appliquer les 3 électrodes métalliques sur le bois.

Méthodes	Avantages	Inconvénients
Par pesées	Exactitude du résultat	Lenteur Mesure destructive
Avec humidimètre	Rapidité Mesure non destructive Mesure à distance possible	Non fiable pour des humidités supérieures à 30 % et inférieures à 7 %





## 15. Rétractibilité du bois

La rétractibilité désigne les variations des dimensions du bois : retrait lors du séchage, gonflement lors de la réhumidification de bois sec.

### 15.1. Origine et manifestation

On distingue dans le bois deux types d'eau :

- l'eau libre qui occupe les vides cellulaires et qui se déplace facilement dans le bois.

- l'eau liée qui imprègne les parois cellulaires. Son évaporation est la cause principale du phénomène de rétractibilité du bois (voir schéma page 11).

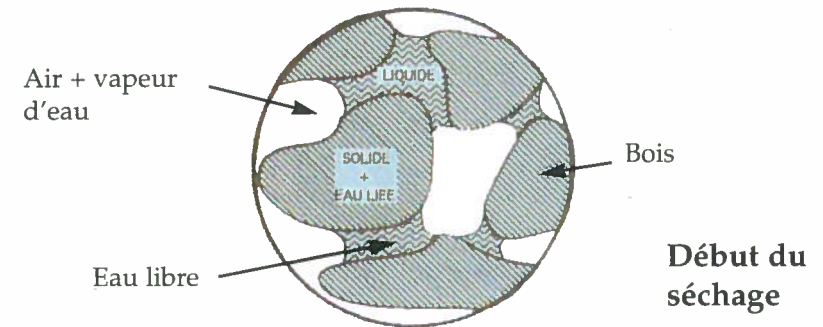
◆ Au début du séchage, l'eau libre est la première à être évacuée sans variation dimensionnelle (étape 1).

◆ Quand toute l'eau libre a disparu et quand il reste encore l'eau liée, le taux d'humidité correspondant est appelé **point de saturation des fibres (PSF)** (étape 2).

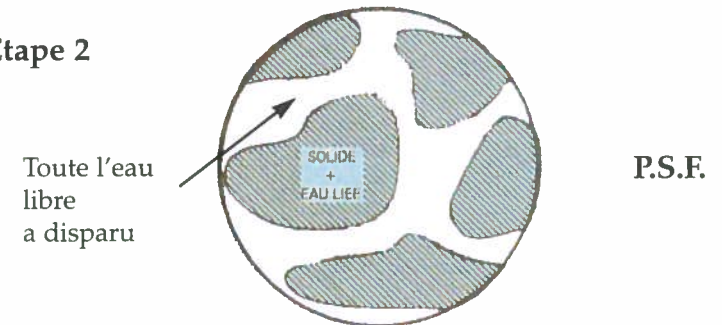
◆ En dessous du PSF, l'élimination progressive de l'eau liée lors du séchage s'accompagne de retraits (étape 3).

Le retrait du bois se manifeste de manière anisotrope : il est plus important dans la direction tangentielle que dans la direction radiale (voir schéma p.5). Le retrait longitudinal est le plus faible des 3 directions de référence R, T, et L.

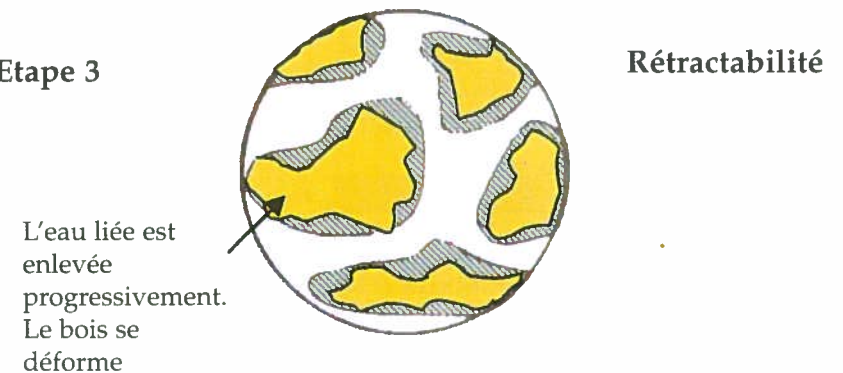
### Etape 1



### Etape 2



### Etape 3



*Représentation de l'eau contenue dans des cellules de bois*

## 152. Mesures et calculs des retraits

◆ Le retrait se mesure dans chacune des 3 directions linéaires (R,T, L) ou globalement sur le volume.

◆ Le retrait dans une direction est calculé tel que :

$$R_X (\%) = \frac{D_S - D_0}{D_S} \times 100$$

avec  $D_S$  = dimension de l'échantillon dans la direction considérée L, R, ou T

$D_0$  = dimension de l'échantillon anhydre

$R_X$  = retrait total dans la direction L, R ou T

Le retrait volumique :

$$R_V (\%) = \frac{V_S - V_0}{V_S} \times 100$$

avec  $V_S$  = volume de l'échantillon humide

$V_0$  = volume de l'échantillon anhydre

$R_V$  = retrait volumique total

◆ Dans la pratique on peut retenir que le retrait volumique est souvent égal à la somme :

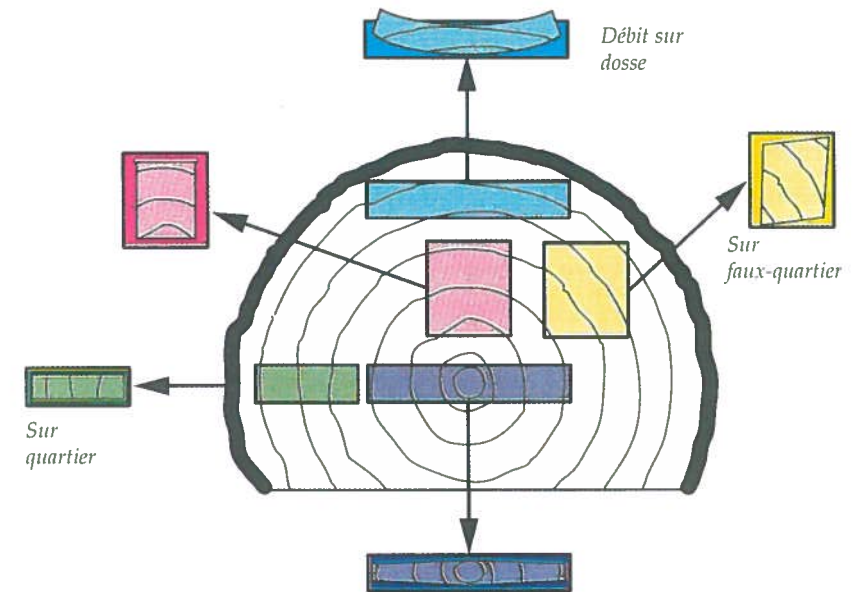
$$R_V (\%) = R_T (\%) + R_R (\%)$$

◆ Le retrait est proportionnel à la perte d'humidité du bois entre le PSF et l'état anhydre (voir exemples § 16).

## 16. Conséquences sur le séchage et l'usinage

◆ Le retrait tangentiel est de 1.5 à 2.5 fois plus fort que le retrait radial tandis que le retrait axial est beaucoup plus faible.

◆ Cette anisotropie va créer au cours du séchage des déformations du bois qui dépendent du type de débit (orientation dite «sur quartier, sur faux quartier ou sur dosse») et de la position dans la grume. (voir schéma - Source CTBA).



◆ Les débits sur quartier perdent du volume mais se déforment très peu en séchant.

◆ Les débits sur dosse se déforment énormément tandis que ceux sciés «sur faux quartier» ont une déformation intermédiaire.

◆ Par conséquent, pour les emplois en intérieur, les sciages doivent être séchés avant l'usinage en deuxième transformation.

◆ La mise en oeuvre de bois partiellement séché devra tenir compte des variations dimensionnelles prévisibles telles que l'illustrent les exemples suivants.

*Exemple 1* : plancher en Angélique.

Surface de la pièce = 4 m x 4 m

Largeur des lattes = 60 mm

Il faut donc environ 65 lattes sur la largeur.

PSF angélique : 28%

Retrait radial total de l'essence utilisée : 5.1 %

Retrait tangentiel total de l'essence utilisée : 8.3 %

Pose à une humidité du bois de 25 %

Humidité d'équilibre prévu : 14 % (pièce climatisée)

- Si le débit a été réalisé «sur quartier», le retrait d'une lame dans la largeur sera

$$\Delta (L) = R/PSF \times L \times \Delta (H) \\ = 0.051/28 \times 60 \times 11 = 1.2 \text{ mm}$$

On constatera donc un jeu de 1.2 mm par latte de parquet, soit près de 8 cm sur la largeur totale !

- si le débit a été réalisé «sur dosse»

$$\Delta (L) = 0.083/28 \times 60 \times 11 = 1.96 \text{ mm}$$

Soit pour 65 lames un jeu total de plus de 12.7 cm !



*Exemple de parquet intérieur* (photo Boismag n°11)

*Exemple 2* : utilisation en extérieur.

Le bois a une humidité initiale de 40 %.

Humidité d'équilibre du bois à l'extérieur ~ 20 %.

Si on utilise de l'Ebène Verte (PSF ~ 19 %), l'humidité d'équilibre du bois étant au-dessus du PSF, les retraits seront presque négligeables.

Par contre, si on utilise du Gonfolo (PSF ~ 32 %), l'humidité d'équilibre finale étant au-dessous du PSF, le bois va subir des variations importantes de dimensions.

### *17. Données techniques sur des essences courantes*

Les données de masse volumique, PSF et retraits radial et tangentiel de quelques essences de Guyane sont présentées en annexe 1 à la fin de l'ouvrage.



## II. PRATIQUE DU SECHAGE NATUREL

◆ Le respect de quelques règles pratiques permet de sécher naturellement les sciages et d'éviter ou de limiter l'apparition de la plupart des défauts de séchage.

◆ Elles concernent la constitution des piles et le baguettage, l'aménagement de l'aire de séchage, l'installation et la protection des piles de bois, et la lutte contre les fentes en bout.

### 21. Constitution des piles et baguettage

◆ La rapidité du séchage dépend de l'importance des échanges entre le bois et l'air. La constitution de la pile vise à permettre à la fois une bonne circulation de l'air entre les sciages tout en limitant les défauts de séchages pouvant affecter le bois.

◆ La pile doit être réalisée aussitôt le sciage pour éviter l'attaque du bois par des insectes ou des champignons. Elle est constituée de lits de planches reposant sur des baguettes placées perpendiculairement au fil du bois, de bord à bord sur la largeur de la pile.

◆ Les dimensions des piles de sciages sont communément comprises entre 2 et 4 m de longueur, 1,3 à 1,5 m de largeur et 1 à 1,3 m de hauteur, selon les outils de manutention disponibles.

### 211. Baguettage

◆ Les baguettes doivent être bien droites et régulières, séchées à l'air (autour de 18%).

◆ Une section rectangulaire permet une utilisation pour deux types de hauteur d'espacement des sciages.

Epaisseur du bois (mm)	Epaisseur des baguettes (mm)	Ecartement des baguettes (cm)
18 à 20	20	30 à 40
20 à 40	25	40 à 50
40 à 50	30	50 à 60
50 à 65	35	70 à 80
65 à 85	40	90
> 85	45	100

◆ L'épaisseur et l'espacement du baguettage dépendent de l'épaisseur des planches à sécher (voir tableau).

◆ Les baguettes sont disposées rigoureusement les unes au dessous des autres formant ainsi des rangées verticales (voir photo ci après).



*Exemple d'une pile de bois bien constituée*

◆ Les 2 rangées en bout doivent être aussi près que possible des extrémités des planches pour limiter les déformations et l'apparition de fentes en bout. Le respect des écartements entre baguettes empêche l'apparition de déformations importantes (voir annexe 2 : les types de déformation de séchage).

◆ Le respect des épaisseurs des baguettes doit permettre un séchage naturel rapide (en fonction du climat), tout en évitant la formation de gerces et le phénomène de **cémentation**,

◆ La cémentation correspond à la formation en surface d'une couche de bois modifié qui bloque le séchage. Ce défaut, dû à un séchage trop rapide peut se manifester pour les essences les plus sensibles telle que le Grignon par exemple.

◆ Les gerces sont de petites fentes superficielles dues à un début de séchage trop rapide en surface.

◆ Les gerces peu profondes peuvent être éliminées sans intervention spécifique grâce au rabotage réalisé classiquement après séchage.

## 212. Règles à suivre pour éviter la discoloration

◆ Certains bois contiennent des substances chimiques qui peuvent changer la couleur du bois lors du séchage.

◆ La discoloration apparaît suite à des réactions chimiques dans le bois humide et à température élevée. Elle peut se manifester en cas d'empilement prolongé bois sur bois (à proscrire pour le bois humide) ou en cas d'utilisation de baguettes trop larges.

◆ Pour les essences de bois sensibles aux tâches et à la discoloration, on recommande l'utilisation de baguettes séchées, de largeur adaptée (voir tableau p.17) et de préférence en bois blanc.

## 22. L'aménagement de l'aire de séchage

### 221. Le sol, la surélévation et l'orientation des piles

◆ On veillera à garder un **sol bien plat et bien propre** sans végétation qui pourrait constituer des foyers de contamination (chemin pour les termites) et maintenir de l'humidité en pied de pile réduisant la vitesse du séchage.

◆ On recommande de **surélever les piles** de bois en les posant sur des plots en béton comme indiqué sur le schéma de la page 20.

L'intérêt de cette mesure est double :

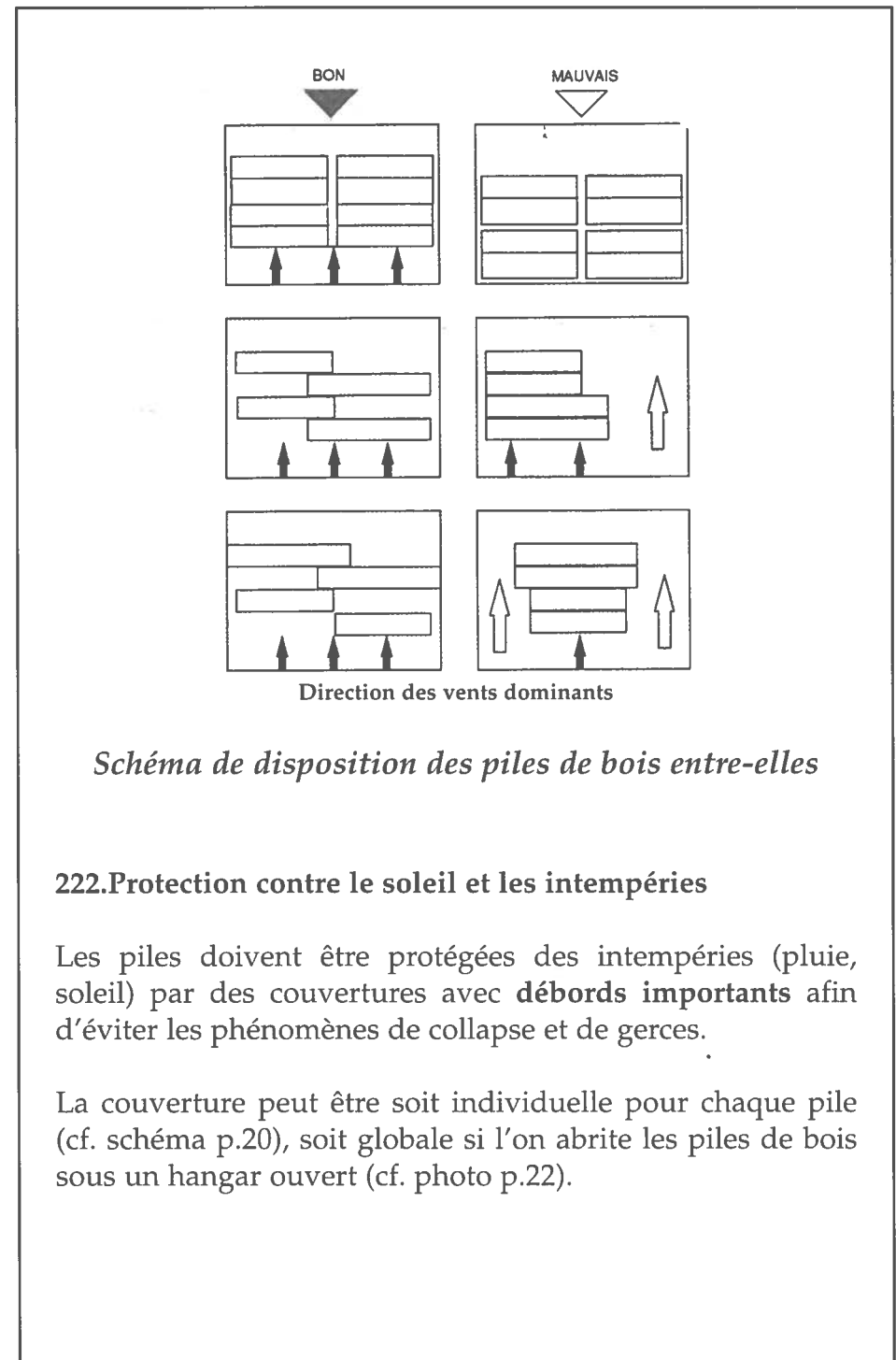
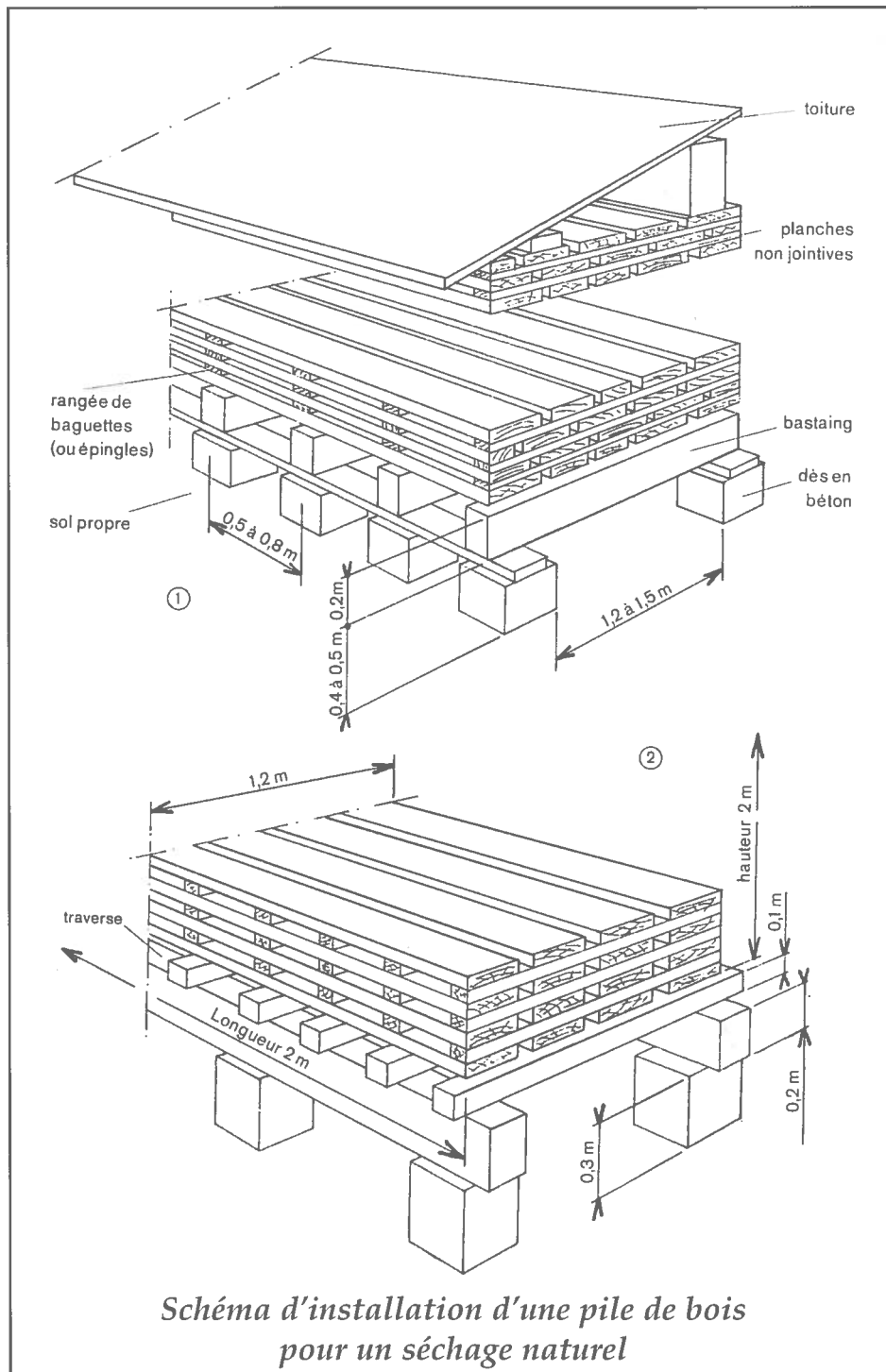
1) Durant le séchage, l'air traversant la pile se charge d'eau et devient donc plus lourd. Il a tendance à descendre ce qui ralentit fortement le séchage des sciages en bas de pile si elle n'est pas surélevée du sol.

2) L'utilisation de plots sous les piles de bois limite également le risque d'attaque de champignons et d'insectes. La base des plots pourra avantageusement être traitée à cet effet.

◆ **Placer les piles perpendiculairement à la direction des vents dominants** accélère le séchage grâce à une meilleure circulation de l'air à travers les planches (cf. schéma page 21).

◆ Les piles seront stockées autant que possible en évitant de mélanger les épaisseurs dans une même rangée.

◆ Sur l'aire de séchage, il est recommandé de **stocker les piles en rangées parallèles**, tout en prévoyant la circulation des chariots élévateurs. 2 piles seront au minimum espacées de 50 à 80 cm.





Aire de séchage sous hangar ouvert (photo CTBA)

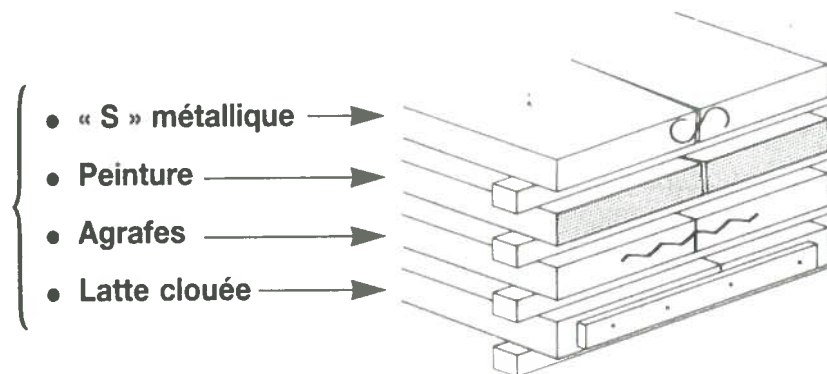
**23. Précautions contre les fentes en bout, les gerces et le collapse.**

**231. Protection contre les fentes en bout**

L'apparition de fentes provient des retraits dans le bois qui sont d'intensité différente selon l'orientation du débit (cf. § 15 et 16).

Comme l'eau circule dans le bois plus rapidement dans le sens longitudinal, le bout des planches sèche donc plus vite ce qui amplifie les différences de retraits et provoque des fentes.

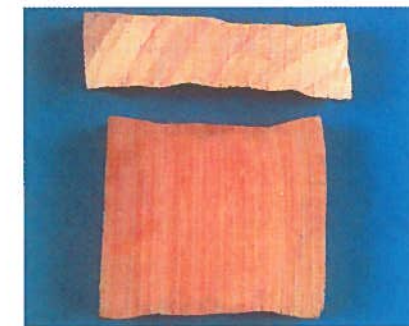
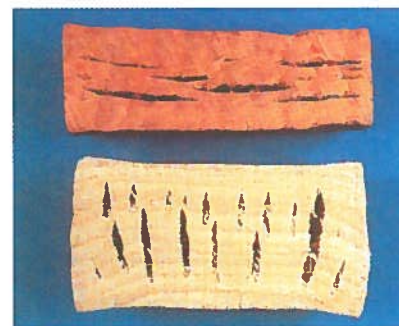
Pour les éviter, on peut soit passer un produit anti-fentes au pinceau sur les bouts des sciages à l'état vert, ou y clouer des taquets, connecteurs métalliques ou agrafes (cf schéma ci après).



Les 4 systèmes de lutte contre les fentes en bout

**232. Éviter le collapse**

Une bonne ventilation et la protection contre le soleil permet d'éviter les risques de collapse (1) dû à une élévation excessive de la température et qui se manifeste sur le bois par une ondulation en surface des sciages.



*Collapse avec fentes*

*Collapse sans fentes*

(photos CTBA)

(1) Au niveau cellulaire du bois, le phénomène de collapse correspond à un effondrement des parois cellulaires de bois très humide (ayant de l'eau liquide) dû à des pressions capillaires excessives.



### 233. Éviter les gerces

De petites fentes superficielles peuvent se former en surface du bois lorsque le début de séchage est trop rapide. La formation de gerces peut être évitée par l'utilisation de baguettes de bonnes dimensions (cf. §211) et par la protection contre l'exposition directe au soleil.

### 24. Illustration du séchage naturel des bois à travers le cas de différents bois guyanais

#### 241. Influence de l'épaisseur des sciages

◆ La durée de séchage des sciages augmente très fortement avec l'épaisseur des sciages. Les figures 241 présentent les vitesses de séchage obtenues à Kourou pour différentes épaisseurs de sciages de Gonfolo, d'Angélique et de Grignon.

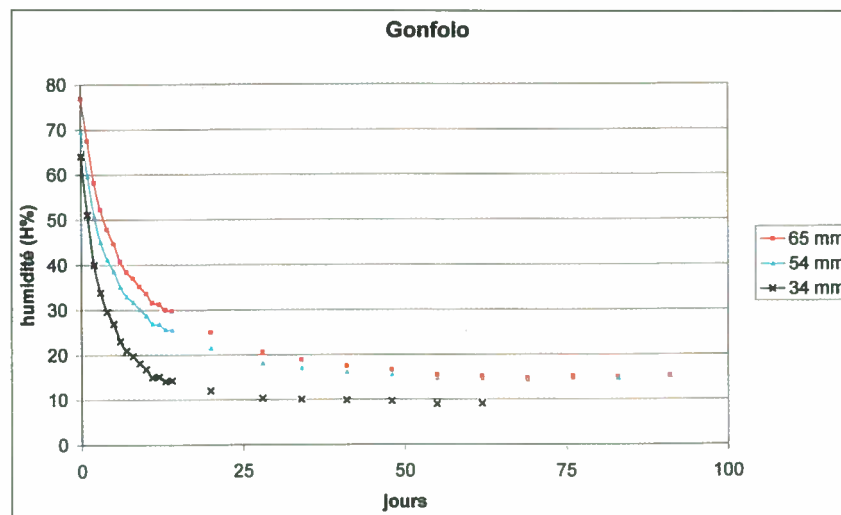
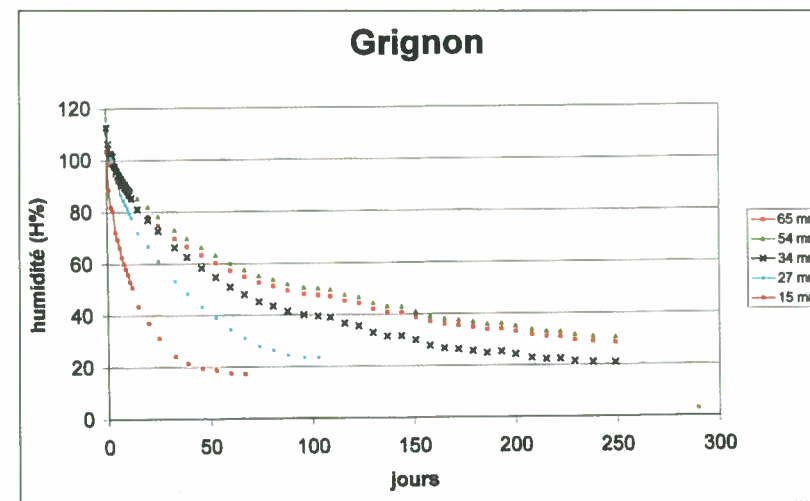
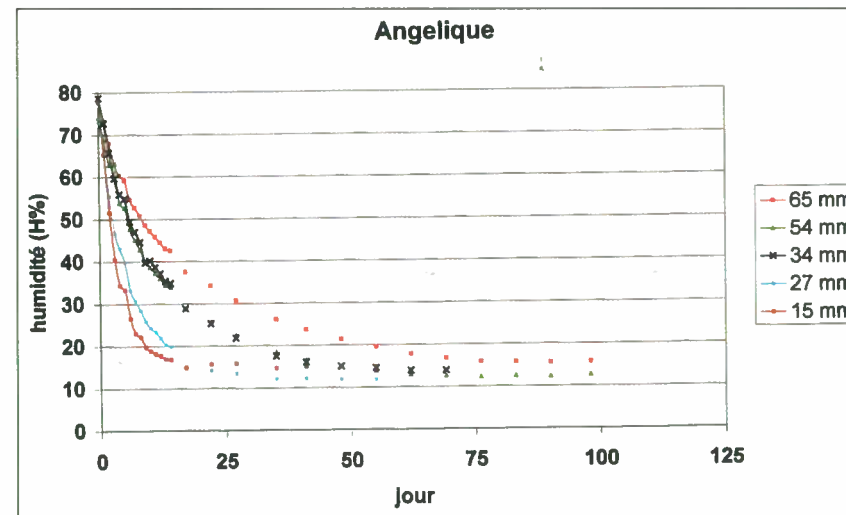


Figure 241.1 : exemple de durée de séchage selon l'épaisseur



Figures 241.2 et 3 : exemples de durée de séchage selon l'épaisseur

## 242. Influences du mode de débit

◆ Le mode de débit influence également la rapidité du séchage ; un exemple est donné avec différents débits de Gonfolo (cf. figure 242)

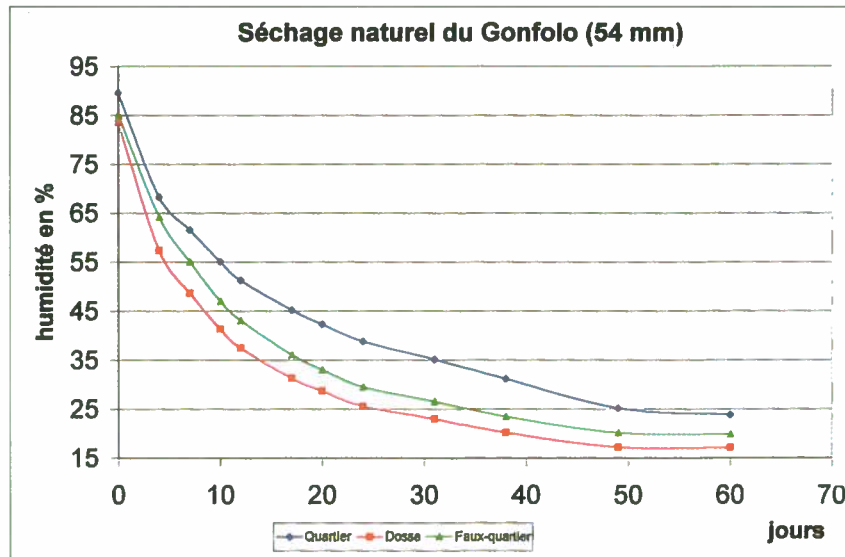


Figure 242 : influence du type de débit sur la durée de séchage à la station Cirad-Forêt de Kourou

## 243. Influence des conditions climatiques

◆ L'influence de la saison durant laquelle le bois est mis à sécher se manifeste fortement sur la rapidité du séchage comme l'illustre la figure 243 qui présente le cas de sciages d'Angélique : en saison sèche, les sciages de 34 mm sèchent jusqu'à 16 % d'humidité en 1 mois alors qu'il faut plus de 3 mois en saison des pluies.

L'humidité du bois de 25 % est atteinte en 25 jours pour les débits orientés sur dosse tandis qu'il faut 50 jours pour les débits sur quartier. Le séchage est nettement plus lent pour un débit sur quartier que pour un débit sur dosse ou sur faux-quartier.

Par contre, le débit sur quartier subira nettement moins de déformations de séchage liés aux retraits (cf. § 16).

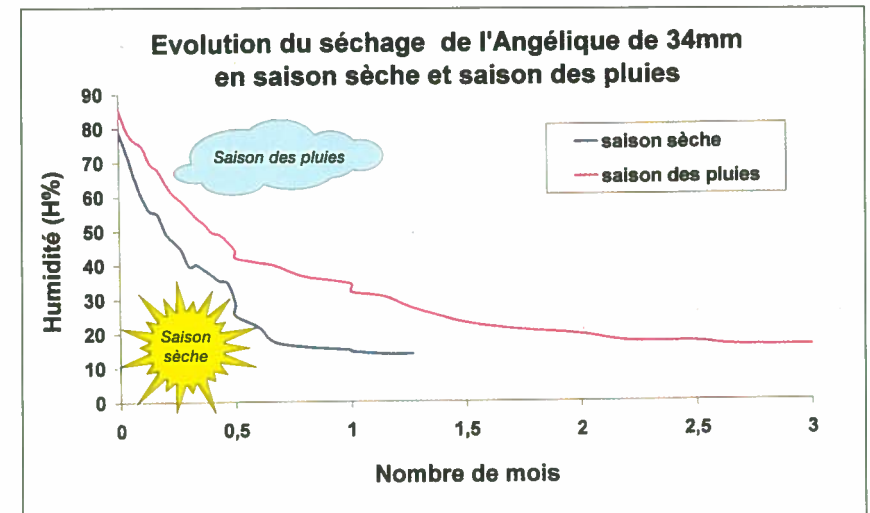


Figure 243 : Influence de la saison sur la durée de séchage naturel d'Angélique à la station de Kourou

#### 244. Durée de séchage naturel de sciages à Kourou

◆ Le tableau ci dessous présente des résultats du séchage naturel obtenus à Kourou en saison sèche pour plusieurs essences guyanaises.

◆ Le temps indiqué est la période au bout de laquelle les bois ont atteint une humidité moyenne de 18 % tous débits confondus.

Essence	Epaisseur (mm)	H%départ	Durée (j)
Amarante	34	41	36
Chawari	50	57	100
Goupi	30	57	58
Kouali	50	54	> 30
Manil	50	58	66
Montouchi	54	42	> 80
Montouchi	60	42	> 50
Parcouri	27	33	15
St Martin rouge	34	52	54
Wacapou	27	41	18
Wapa	27	68	70
Wapa	50	68	> 140
Yayamadou	34	84	21
Yayamadou	50	70	25

*Tableau 244 : Exemples de durée de séchage naturel*

## Conclusion : Pratiquer le séchage naturel du bois en Guyane

Sécher les sciages avant commercialisation permet d'élargir la clientèle touchée par la vente des produits et bien souvent d'augmenter les prix de commercialisation du bois.

Le respect de règles simples telles que décrites précédemment permet de réaliser un séchage naturel de qualité dans un délai maîtrisable.

Le séchage à l'air libre nécessite une organisation à plus longue échéance par rapport au séchage artificiel. Il présente néanmoins de nombreux atouts parmi lesquels on retiendra :

- ◆ une diminution des risques d'apparition de défauts de séchage,
- ◆ la réduction des risques de discoloration du bois,
- ◆ pas besoin de source d'énergie extérieure,
- ◆ des investissements en infrastructure modérés.

Le séchage naturel peut convenir pour des essences de faible durabilité naturelle à condition d'être accompagné d'un traitement temporaire de préservation.

En Guyane, il permet de sécher jusqu'à 21% d'humidité en saison humide et 16% en saison sèche. Si nécessaire, le bois peut ensuite être séché artificiellement pour obtenir des bois plus secs.

Le climat de la Guyane est caractérisé par une humidité et une température élevées toute l'année qui permettent la pratique du séchage naturel du bois dans de bonnes conditions... séchez votre bois naturellement !

*Retraits, masse volumique, point de saturation des fibres de quelques bois de Guyane (valeurs moyennes)*

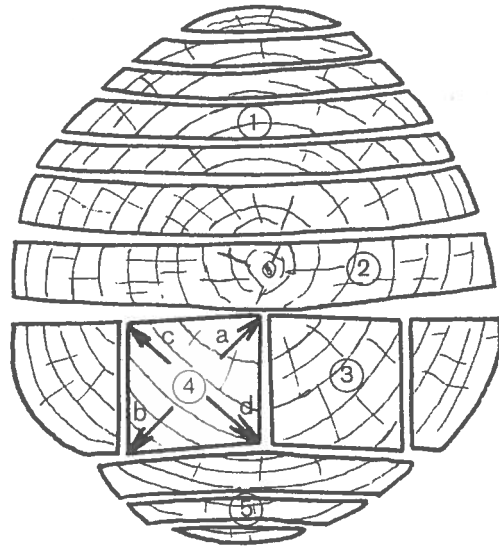
Noms courants des bois	Retrait total tangentiel (%)	Retrait total radial %	Masse volumique à 20 % (kg/m <sup>3</sup> )	P.S.F. (%)
Acacia franc	10	4.2	880	26
Amarante	7	4.7	940	23
Angélique	9	5.3	840	28
Bagasse	5.5	3.9	835	20
Balata blanc	10	6.5	830	31
Balata franc	11.2	7	1190	28
Balata pomme	9.8	5.7	790	28
Boco	11.9	7.6	1295	24
Bois serpent	11.7	6.3	1070	28
Carapa	8.4	5	715	27
Cedre apici	7.8	3.4	580	27
Chawari	10.8	5.3	835	30
Cœurs dehors	7.6	5.2	985	24
Copaya	11	6	495	30
Courbaril	7.7	3.7	910	22
Ebène Verte	8	5	1180	19
Gonfolo	10.7	6	760	32
Goupi	9	4.4	900	25

*Retraits, masse volumique, point de saturation des fibres de quelques bois de Guyane (valeurs moyennes)*

Noms courants des bois	Retrait total tangentiel (%)	Retrait total radial %	Masse volumique à 20 % (kg/m <sup>3</sup> )	P.S.F. (%)
Grignon franc	10.2	4.6	695	30
Inguipipa	8.1	5	665	29
Jaboty	10.9	5	645	30
Kobe	11.2	5.3	695	34
Kouali	12.4	4.6	655	31
Mahot noir	13.5	8	1090	29
Mahot rouge	11.5	7.5	995	30
Manil	11.3	5.2	770	30
Mapa	9.6	5.2	645	30
Parcouri	10.9	5.7	900	27
Simarouba	7.1	3	460	33
St Martin jaune	8.8	5	855	25
St Martin rouge	8.3	5.2	975	23
Wacapou	7.2	4.5	985	22
Wapa	6.5	2	920	31
Yayamadou	11	5.6	555	33

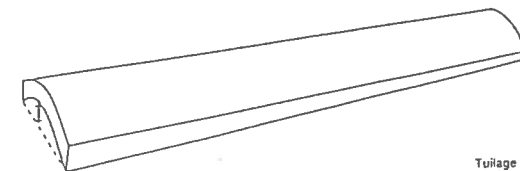
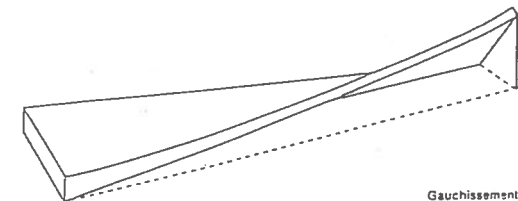
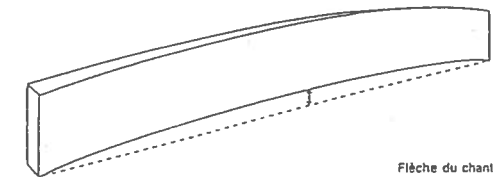
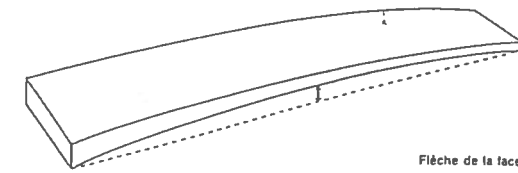


## Déformations lors du séchage du bois



### Déformations dues aux retraits lors du séchage

- 1 - Débit sur faux quartier : retrait tangentiel maximal aux extrémités, la planche est tuilée ou voilée.
- 2 - Plateau de cœur : l'épaisseur au centre est supérieure à l'épaisseur aux extrémités.
- 3 & 4 - Débits de section carrée transformée en parallélogramme : le retrait a été plus fort dans le sens cd (tangentiel) que dans le sens ab (radial).
- 5 - Dosse : débit tangentiel : la largeur a fortement diminué.



### Différents types de déformations des avivés

Les déformations des avivés sont en partie dues à l'anisotropie du retrait : elles dépendent donc de l'origine de la pièce dans la grume.

On classe ces déformations en quatre types : flèche de face, de chant, gauchissement et tuilage. Ces défauts qui occasionnent des pertes matières importantes semblent indépendants du séchage. En fait, le séchage les accentue. Un empilage correct du bois et une bonne protection permettent de limiter ces déformations.

## Quelques références d'ouvrages :

- Théorie, Pratique et Économie du Séchage des Bois. F. More Chevallier et al - Édition H.Vial - 1980
- Bois des DOM TOM (recueil de fiches techniques des) - Tome 1 Guyane - Édition CIRAD 1989
- Séchage du Bois - Guide pratique - Centre Technique du Bois et de l'Ameublement - C133 - Édition CTBA 1990
- Le bois matériau d'ingénierie. Ouvrage collectif. Édition de l'Association pour la recherche sur le bois en Lorraine (ARBOLOR) - 1994
- Mémotech : Bois et Matériaux Associés Édition Cateilla - 1996
- Guide d'utilisation des bois de Guyane dans la construction - M.Vernay et D. Fouquet - Édition CIRAD - 1997
- Manuel de sciage et d'affûtage - 2e Édition - C. Dalloi - CTFT - 1990