

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN

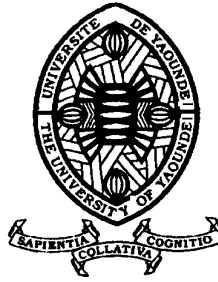
*Paix - Travail - Patrie*

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I

ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE  
D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

DÉPARTEMENT D'INGÉNIERIE DU BOIS

BP. 886 ÉBOLOWA



REPUBLIC OF CAMEROON

*Peace-Work-Fatherland*

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

HIGHER TECHNICAL TEACHERS'  
TRAINING COLLEGE

DEPARTEMENT OF WOOD ENGINEERING

P.O BOX: 886 EBOLOWA

**ÉTUDE DE LA STABILITE DIMENSIONNELLE DES BOIS  
POUR L'AMÉLIORATION DE LA QUALITÉ DES  
MOBILIERS DES MENUISERIES ARTISANALES DANS LA  
RÉGION DU LITTORAL AU CAMEROUN**

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Professeur d'Enseignement Technique et Professionnel Deuxième Grade (DIPET II)

**OPTION : MÉTIERS BOIS**

Par :

**AKALEFACK SOKENG Albertine Vanelle**

Matricule : 19W1238

Sous la Direction de :

**Pr NJANKOUO Jacques Michel**

*Ingénieur Polytechnicien, Maître de Conférences*



Soutenu le, 01/06/2021 devant le Jury constitué de :

Président :	Pr MENGUE MBOM Alex	Maître de Conférences à l'Université de Yaoundé I
Rapporteur :	Pr NJANKOUO Jacques Michel	Maître de Conférences, Université de Yaoundé I
Examineur :	Dr ZOGO TSALA Simon	Chargé de cours à l'Université de Yaoundé I

ANNÉE ACADÉMIQUE 2020-2021

## **ATTESTATION DE L'ORIGINALITE DU MEMOIRE**

Je soussigné, **AKALEFACK SOKENG Albertine Vanelle**, Matricule 19W1238, atteste que le présent mémoire de DIPET II à l'Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique (ENSET) de l'Université de Yaoundé I à Ebolowa est le fruit de mes propres travaux effectués dans le département du Wouri, région du littoral Cameroun sur le thème « **Etude de la stabilité dimensionnelle des bois pour l'amélioration de la qualité des mobiliers des menuiseries artisanales dans la région du littoral au Cameroun** ».

Ce travail a été effectué sous la Direction du **Pr NJANKOUO Jacques Michel**, Ingénieur polytechnicien, Maître de Conférences à l'Université de Yaoundé I, en vue de l'obtention du *Diplôme de Professeur d'Enseignement Technique et Professionnel de deuxième grade (DIPET2)*, Option : *Métiers bois*.

Ce mémoire est authentique et n'a jamais fait l'objet d'une présentation pour l'acquisition de quelque grade universitaire que ce soit.

### **VISA DE L'AUTEUR**

**AKALEFACK SOKENG Albertine Vanelle**

**Date:** ...../...../.....

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN

*Paix - Travail – Patrie*

-----

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I

-----

**ECOLE NORMALE SUPERIEURE  
D’ENSEIGNEMENT TECHNIQUE**

-----

DÉPARTEMENT D’INGENIERIE DU  
BOIS

-----

BP. 886 EBOLOWA

REPUBLIC OF CAMEROON

*Peace-Work-Fatherland*

-----

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

-----

**HIGHER TECHNICAL TEACHERS’  
TRAINING COLLEGE**

-----

DEPARTMENT OF WOOD ENGINEERING

-----

P.O BOX: 886 EBOLOWA



**ATTESTATION DE CORRECTION DU MEMOIRE**

**Département : INGENIERIE DU BOIS**

**Filière : METIERS BOIS**

**Nom et Prénoms du Candidat :**

.....

**Matricule :** .....

**Titre du Mémoire :**

.....

.....

.....

Nous soussignés,

.....Examineur du jury

.....Rapporteur/Superviseur

Attestons que le mémoire suscité a subi toutes les corrections de formes et de fond exigées par le jury.

Fait à Ebolowa le...../...../.....

**Examineur**

**Superviseur**

.....

.....

**RECEPISSE DE CORRECTION DE MEMOIRE**

Le Directeur de l’Ecole Normale Supérieure d’Enseignement Technique (ENSET) de l’Université de Yaoundé 1 à Ebolowa atteste avoir reçu deux exemplaires et un CD contenant la version électronique corrigée du Mémoire en un seul fichier PDF.

**Nom et Prénoms du Candidat :**

.....

**Filière :** .....

Fait à Ebolowa le... /... /...

**Le Directeur**

## **DEDICACE**

Je dédie le présent mémoire

**A**

***La famille SOKENG***

## REMERCIEMENTS

La réalisation de ce rapport est le fruit de l'amour de Dieu qui, par sa grâce a permis de surmonter les obstacles confrontés et par ricochet l'aboutissement de ce travail. Nous n'oublions pas de signifier notre profonde gratitude à l'endroit de ceux qui sont de près ou de loin et qui ont disposé de leur temps pour nous aider dans l'accomplissement de ce travail. Ces remerciements vont précisément à l'endroit de :

- ✓ **Pr NJANKOUO Jacques Michel** pour la supervision académique de ce travail, pour la disponibilité dont il a fait preuve tout au long de ce travail malgré ses multiples occupations ;
- ✓ **M. ASSONFACK Ulrich**, pour ses informations, ses remarques, sa disponibilité constante à l'encadrement de ce travail et pour avoir mis à ma disposition le matériel de collecte adéquat ;
- ✓ **Staff administratif de l'ENSET et en particulier Pr NDJAKOMO Essiane Salomé**, Directeur de l'ENSET d'Ebolawa pour son encadrement avec pour locomotive, la discipline et la rigueur. Ce qui nous a permis de bénéficier d'une formation de qualité ;
- ✓ **M. MAZANHO Romain.**, Le directeur de l'entreprise MAZANHO Bois pour l'acceptation de mon stage dans son entreprise ;
- ✓ **M. DEDOU Francis**, pour ses multiples orientations et pour son biais dans l'obtention du lieu approprié pour la collecte de mes données ;
- ✓ **M. MBALLA**, pour m'avoir orienté dans le choix de ce thème
- ✓ **M. GUENE Francis** pour sa contribution lors de ce stage ;
- ✓ **Pr NJANKOUO Jacques Michel**, Chef de Département d'ingénierie bois qui a toujours œuvré pour que nous soyons les professeurs de qualité ;
- ✓ **Aux corps enseignants de L'ENSET d'Ebolawa** en général et en particulier celui de la filière "Métiers bois " qui nous dispensent les cours avec un grand professionnalisme ;
- ✓ Je remercie également **tout le staff de MAZANHO Bois**, avec à sa tête **M. MAZANHO Romain**, le directeur de l'entreprise pour l'accueil et la collaboration durant la période de stage ;
- ✓ Nos camarades de promotion **en particulier ceux de la filière métier bois**, pour leur collaboration ;
- ✓ **Un grand penchant à ma famille, belle famille**, pour le soutien inestimable tant moral que financier ;
- ✓ **Mon époux DEMMAFO D. Aubin**, pour son soutien et pour sa contribution dans la rédaction de ce mémoire ;

En fin, Je remercie sincèrement tous ceux qui, de près ou de loin, ont œuvré pour ce mémoire ! document qui n'aurait, sans nul doute, jamais pu exister, sans l'aide de ces personnes.

## TABLE DE MATIERE

ATTESTATION DE L'ORIGINALITE DU MEMOIRE .....	i
ATTESTATION DE CORRECTION DU MÉMOIRE .....	ii
DEDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS .....	iv
TABLE DE MATIERE .....	v
LISTE DES FIGURES .....	ix
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS .....	xii
RESUME.....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCTION GENERALE.....	1
1.Contexte .....	1
2. Problématique.....	2
3. Objectifs .....	3
3.1. Objectif général .....	3
3.2. Objectifs spécifiques .....	3
4. HYPOTHESES .....	4
4.1. Hypothèse principale.....	4
4.2. Hypothèses secondaires.....	4
5. Pertinence de l'étude .....	4
CHAPITRE 1 : CADRE CONCEPTUEL ET REVUE DE LA LITTERATURE.....	5
1.1 Définition des concepts .....	5
1.1.1. Stabilité dimensionnelle .....	5
1.1.2. Aubier.....	5
1.1.3. Duramen (bois parfait) .....	5
1.1.4. Classes d'emploi .....	5
1.1.5. Bois.....	6
1.1.6. Coefficient de retrait volumique .....	6
1.1.7. Retrait volumique total.....	6
1.1.8. Point de saturation des fibres (PSF). .....	6
1.1.9. Le séchage du bois .....	6

1.1.10. La teneur en eau du bois.....	6
1.2. Revue de la littérature/ Etat de connaissance .....	7
1.2.1. Caractéristiques des échantillons d'étude .....	7
1.2.2. Etat de connaissance sur la stabilité dimensionnelle du bois au Cameroun.....	13
1.2.2.1. Notion sur les propriétés physiques du bois.....	13
1.2.2.1.1. Humidité.....	13
1.2.2.1.2.Masse volumique.....	15
1.2.2.1.3.Retrait volumique total.....	15
1.2.2.1.4.Rétractabilité .....	16
1.2.2.1.5. Hygroscopies et anisotropie du retrait.....	17
1.2.2.1.6. Conséquences de l'anisotropie de retrait.....	18
1.2.2.1.7. Point de saturation des fibres et coefficient de rétractabilité .....	18
1.2.3. Notion sur le séchage du bois.....	19
1.2.3.1. Etapes de conduite du séchage .....	19
1.2.3.2. Evolution des contraintes de séchage.....	20
1.2.4. Politique en matière des normes pour la détermination des propriétés du bois .....	21
CHAPITRE 2 : MATERIELS ET METHODES .....	22
2.1. Présentation de la zone d'étude .....	22
2.1.1. Localisation géographique .....	22
2.1.2.Caractéristiques biophysiques et écologiques de l'arrondissement de Douala 5 <sup>eme</sup> et 4eme .....	23
2.1.2.1. Climat.....	23
2.1.2.2. Relief, géomorphologie et sol .....	23
2.1.2.3. Caractéristiques démographiques, socio-culturelles et économiques .....	24
2.1.2.4. Flore .....	24
2.1.3. Présentation de la structure du stage (Mazanho bois SARL).....	25
2.1.3.1. Plan de localisation de Mazanho Bois.....	25
2.1.3.2. Organigramme de Mazanho Bois Sarl .....	26
2.2. Matériels expérimentaux .....	26
2.3. Méthodologie .....	28
2.3.1. Collecte des données .....	28
2.3.1.1. Données secondaires .....	28
2.3.1.2. Données primaires.....	28

2.2.1.2.1. Choix du site de l'étude.....	28
2.2.1.2.2. Choix des échantillons d'étude .....	28
2.2.1.2.3. Choix du type de séchage.....	28
2.2.1.2.4. Identification des essences utilisées pour les essais .....	28
2.2.1.2.5. Mise au point d'un séchage artificiel des bois pour la vérification dimensionnelle des bois choisis .....	29
2.2.1.2.6. Etude sur l'effet des conditions de séchage artificiel sur la variation dimensionnelle de perte ou d'augmentation des dimensions des échantillons de bois .....	29
2.4. Analyses statistiques .....	31
2.4.1. Identification des essences utilisées pour les essais .....	31
2.4.2. Mise au point d'un séchage artificiel des bois pour la vérification dimensionnelle des bois choisis .....	31
2.4.3. Etude sur l'effet des conditions de séchage artificiel sur la variation dimensionnelle de perte ou d'augmentation des dimensions des échantillons de bois.....	31
2.4.3.1. Statistiques descriptives .....	32
2.4.3.2. Analyse du niveau de rétractabilité .....	32
<b>CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>	<b>32</b>
3.1. Détermination des essences utilisées pour la vérification des variations dimensionnelles ainsi que les raisons d'usages et de séchage .....	32
3.1.1. Répartition des essences en fonction des unités de menuiserie artisanale .....	32
3.1.2. Répartition des prix/coût d'achat des différentes essences.....	33
3.1.3. Répartition des menuisiers en fonction de leurs avis sur l'usage du bois séché.....	34
3.1.4. Différentes raisons du non séchage des bois utilisés.....	34
3.1.5. Opinions des menuisiers des secteurs artisanaux sur les classes d'emploi des essences	35
3.1.6. Opinions des menuisiers des secteurs artisanaux sur le choix des essences .....	36
3.1.7. Opinions des menuisiers des secteurs artisanaux sur l'appréciation de la qualité des ouvrages par les clients .....	37
3.2. Mise au point d'un séchage à séchoir artificiel pour la vérification dimensionnelle des bois choisis .....	37
3.2.1. Conduite du procédé de séchage .....	37
3.2.1. Etat des échantillons de bois après séchage .....	39
3.3. Etude sur l'effet des conditions de séchage artificiel sur la variation dimensionnelle de perte ou d'augmentation des dimensions des échantillons de bois.....	39
3.3.1. Masse volumique et taux d'humidité des échantillons d'aubier et de duramen d'aubier et de duramen à chaque stade de prise des mesures .....	39



3.3.1.1. Masse volumique et taux d'humidité initiaux des échantillons d'aubier et du duramen .....	46
3.3.1.2. Masse volumique et taux d'humidité des échantillons d'aubier et du duramen à la fin du préchauffage (02) jours .....	47
3.3.1.3. Masse volumique et taux d'humidité des échantillons d'aubier et du duramen 07 jours après le préchauffage.....	48
3.3.1.4. Masse volumique et taux d'humidité des échantillons d'aubier et du duramen après 07 jours de séchage, fin de séchage.....	50
3.3.1.5. Masse volumique et taux d'humidité des échantillons d'aubier et du duramen après 07 jours d'équilibrage .....	51
3.3.2. Retrait volumique total d'aubier et de duramen .....	52
3.3.2.1. Retrait volumique total d'aubier et du duramen à l'état anhydre/sec.....	52
3.3.2.2. Retrait volumique total d'aubier et du duramen après équilibrage.....	53
3.3.3 Retrait radial, tangentiel et longitudinal total des échantillons d'aubier et de duramen à l'état sec et à l'équilibrage.....	54
3.3.3.1. Retrait radial, tangentiel et longitudinal total des échantillons d'aubier et du duramen à l'état sec .....	54
3.3.3.2. Retrait radial total, tangentiel et longitudinal des échantillons d'aubier et du duramen à l'état d'équilibrage.....	55
3.3.4. Coefficient de rétractabilité volumique d'aubier et de duramen à l'état sec .....	55
CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS .....	58
1.Conclusion générale .....	58
2.Recommandations .....	58
A L'endroit des menuisiers.....	58
A l'endroit des entreprises industrielles.....	59
A l'endroit des clients .....	59
A l'endroit des scientifiques/chercheurs .....	59
A l'endroit du gouvernement.....	59
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE .....	60
ANNEXES .....	63
Annexe 1 : Fiche d'enquête à mener auprès des menuisiers du secteur artisanal.....	63
Annexe 2 : Fiche de collecte des données sur les paramètres qui sont à l'origine des variations dimensionnelle .....	64
Annexe 3 : Projet d'accompagnement de la présente étude .....	65

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Variations du taux d'humidité en fonction de l'emploi .....	14
Figure 2 : Sens d'orientation des fibres du bois.....	18
Figure 3 : Quelques défauts du bois rencontrés lors du séchage.....	18
Figure 4: localisation des zones d'études.....	23
Figure 5 : Plan de localisation de Mazanho bois SARL .....	25
Figure 6 : Organigramme de Mazanho Bois SARL.....	26
Figure 7 : Répartition des essences en fonction des opinions des menuisiers du secteur artisanal .....	32
Figure 8 : proportion des menuisiers sur l'usage des bois séchés.....	34
Figure 9 : Proportion des menuisiers par rapport aux différentes raisons de non séchage des essences .....	35
Figure 10: Opinions des menuisiers sur la classe d'emploi des essences.....	35
Figure 11 : Répartition des critères de choix des essences en fonction du nombre d'opinion des menuisiers.....	36
Figure 12 : Répartition de l'avis sur la qualité d'ouvrage en fonction des opinions des menuisiers .....	37
Figure 13 : Eléments illustrant le procédé de séchage .....	38
Figure 14: Etat de certains échantillons après séchage .....	39
Figure 15: Répartition des masses volumique en fonction des essences testées.....	46
Figure 16 : Taux d'humidité initiaux en fonction des essences testées .....	46
Figure 17: Répartition des masses volumique à la fin du préchauffage en fonction des essences étudiées.....	47
Figure 18 : Taux d'humidité d'aubier et du duramen à la fin du préchauffage en fonction des essences étudiées .....	48
Figure 19: Répartition de la masse volumique 7 jours après le préchauffage en fonction des essences .....	49

Figure 20 : Taux d'humidité d'aubier et du duramen 7 jours après le préchauffage en fonction des essences.....	49
Figure 21: Répartition de la masse volumique en fonction des essences après 7 jours de séchage .....	50
Figure 22 : Taux d'humidité d'aubier et du duramen en fonction des essences après 7 jours de séchage .....	50
Figure 23: Masse volumique après 07 jours d'équilibrage.....	51
Figure 24 : Taux d'humidité des échantillons d'aubier et du duramen après 07 jours d'équilibrage .....	51

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Dénominations du bois au taux d'humidité et les formes d'eau dans le bois.....	14
Tableau 2 : Récapitulatif des normes/documents de références utilisées pour déterminer les propriétés du bois. ....	21
Tableau 3: Répartition des prix d'achat moyen des essences utilisées dans les menuiseries artisanales .....	33
Tableau 4 : Répartition des retraits volumiques totaux d'aubier et du duramen en fonction des essences étudiées après équilibrage.....	53
Tableau 5 : Retraits radial, tangentiel et longitudinal des échantillons d'aubier et du duramen à l'état sec .....	54
Tableau 6 : Retraits radial, tangentiel et longitudinal des échantillons d'aubier et du duramen après équilibrage .....	55
Tableau 7 : Coefficients de rétractabilité volumique des échantillons étudiés .....	55

## LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

<b>AFNOR</b>	: Association Française de Normalisation
<b>ATIBT</b>	: Association Technique Internationale des Bois Tropicaux
<b>CIRAD</b>	: Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement
<b>H</b>	: Humidité
<b>PSF</b>	: Point de Saturation des Fibres
<b>Ra</b>	: Retrait radial à l'état anhydre
<b>RI</b>	: Retrait longitudinal
<b>Rr</b>	: Retrait radial
<b>Rs</b>	: Retrait radial à l'état saturé
<b>Rt</b>	: Retrait tangentiel
<b>Rv</b>	: Retrait volumique
<b>SARL</b>	: Société à Responsabilité Limitée
<b>SPSS</b>	: Statistical Package for the Social Sciences
<b>Ta</b>	: Dimension tangentielle à l'état anhydre
<b>Ts</b>	: Dimension tangentielle à l'état saturé
<b>Va</b>	: Volume à l'état anhydre
<b>Vs</b>	: Volume à l'état saturé
<b>NF</b>	: Norme Française
<b>CEN</b>	: Comité Européen de Normalisation
<b>NBN</b>	: Bureau Belge de Normalisation

## RESUME

La meilleure compréhension des essences qui gardent leurs stabilités après séchage s'est faite à travers une étude sur la stabilité dimensionnelle des bois pour l'amélioration de la qualité des mobiliers des menuiseries artisanales dans la région du littoral au Cameroun. Ladite étude s'est réalisée durant une période de deux mois allant d'Août à Septembre 2020. Elle avait pour objectif de contribuer à la vérification de la stabilité dimensionnelle des bois après séchage pour l'amélioration de la qualité des mobiliers. Les données nécessaires à l'étude ont été collectées à partir de la revue de la littérature, des mesures des échantillons après chaque stade de séchage et des questionnaires élaborés et menés auprès de 31 menuisiers des différents arrondissements où les études ont porté. Concernant la vérification des variations dimensionnelles des échantillons, les mesures ont été faites après deux jours de préchauffage, suivi de deux descentes hebdomadaires avant la période d'équilibrage. Les observations directes sur le terrain ont permis de confirmer les propos des menuisiers, pendant que les photographies à l'aide du téléphone androïde ont permis d'illustrer les résultats. Les analyses qualitatives et quantitatives ont été faites grâce à l'outil du tableau croisé dynamique du tableur Excel 2013 et du logiciel SPSS 17.0. Les essences les plus rencontrées dans les menuiseries artisanales étaient l'iroko (35,48%), Mouvingui (29%) et Bilinga (25%). Dans une moindre importance, le Beté, Fraké, Kosipo, Moabi, Wengué, Macoré (3,2% respectivement) ont été recensés. Les essences moins couteuses sur le marché des deux arrondissements étudiés sont notamment l'Ayous avec un prix moyen de  $4729 \pm 374$  frs suivi du Mouvingui avec un prix moyen de  $5233 \pm 727$  Frs et l'essence la plus couteuse est le Wengue avec un prix moyen stable de 9000frs. 97% des menuisiers contre 3% ne sèchent pas leurs bois pour la raison principal de manque de moyen financier(34%) suivi du manque de matériel adéquat (6%) , du coût moindre et de la pression des clients (6% respectivement). Dans l'ordre de grande importance, 25% de menuisiers se basent sur le prix de vente des essences et sur ce que le client sollicite pour faire le choix des essences utilisées. Après la conduite des opérations de séchage, 40% des échantillons des essences mis en essai ont subi de fendillement. Les différents calculs faits sur la rétractabilité ont relevé que les essences qui gardent leurs stabilités après séchage sont notamment l'Ayous, Iroko et le Sapelli. Concernant les échantillons à stabilité variable, le retrait est plus prononcé dans le sens tangentiel, suivi du sens radial et du sens longitudinal.

**Mots clés : stabilité dimensionnelle, mobiliers, retrait volumique, coefficient de rétractabilité, stabilité en service**

## ABSTRACT

The best understanding of the species that keep their stabilities after drying has been achieved done through a study on the dimensional stability of wood for the improvement of the quality of furniture of artisanal carpentries in the coastal region of Cameroon. Said study was carried during a period of two months from August to September 2020. The objective of this study was to contribute to the verification of the dimensional stability of wood after drying for the improvement of the quality of furniture. The data for the study was collected from the literature review, measurements of samples after each stage of drying and questionnaires developed and conducted with 31 carpenters in the different districts where the studies were conducted. Concerning the verification of dimensional variations of the samples, the measurements were made after two days of preheating, followed by two weekly descents before the balancing period. Direct observations in the field confirmed what the carpenters said, while photographs using the android phone illustrated the results. Qualitative and quantitative analyses were done using the pivot table tool in Excel 2013 spreadsheet and SPSS 17.0 software. The species most commonly found in artisanal woodwork were Iroko (35.48%), Mouvingui (29%) and Bilinga (25%). To a lesser extent, Beté, Fraké, Kosipo, Moabi, Wengué, Macoré (3.2% respectively) were identified. The least expensive species on the market in the two districts studied are Ayous with an average price of  $4729 \pm 374$  francs, followed by Mouvingui with an average price of  $5233 \pm 727$  francs, and the most expensive species is Wengue with a stable average price of 9000 francs. 97% of the carpenters, as opposed to 3%, do not dry their wood for the main reason of lack of financial means (34%), followed by lack of adequate equipment (6%), lower cost, and pressure from customers (6% respectively). In order of importance, 25% of the carpenters base their choice of wood on the selling price of the species and on what the customer asks for. After conducting the drying operations, 40% of the samples of the species tested have undergone splitting. The various calculations made on the shrinkability have noted that the species that keep their stability after drying are notably Ayous, Iroko and Sapelli. Concerning the samples with variable stability, the shrinkage is more pronounced in the tangential direction, followed by the radial direction and the longitudinal direction.

**Keys words:** *dimensional stability, furniture, volume shrinkage, retractability coefficient, stability in service*

# INTRODUCTION GENERALE

## 1. Contexte

Dans le contexte actuel, l'humidité du bois est sa caractéristique technique la plus importante. Car, elle conditionne ses propriétés mécaniques, sa stabilité dimensionnelle et sa résistance aux agents biologiques. Après l'abattage, le bois contient un taux d'humidité équivalent à 200% (Nitidem, 2019). Il est donc important de le sécher afin qu'il perde une partie de cette humidité avant de l'utiliser. De plus, le bois étant un matériau particulièrement sensible à son environnement, son caractère hygroscopique en fait un matériau instable d'un point de vue dimensionnel (Damay, 2014). Toutefois, Les phénomènes de gonflement et de retrait du bois sont inégaux selon qu'on les mesure longitudinalement ou transversalement (perpendiculairement) par rapport à l'orientation des fibres. En effet, ils sont principalement transversaux à l'axe de croissance. Une pièce de bois humide >22% ne varie que de 0,1 % en longueur (longitudinalement) une fois séchée au séchoir. Cette même pièce varie en moyenne de 8 % en largeur (Centre de conservation du Québec, 2011)

La connaissance des caractéristiques physiques est importante pour situer la stabilité dimensionnelle du bois. Les ouvrages en bois doivent généralement être utilisés après séchage des pièces de ces dernières au séchoir. Durant le séchage artificiel, le bois est séché jusqu'à une teneur en eau qui est fonction de l'utilisation ultérieure de l'œuvre. Cette teneur en eau d'utilisation est toujours inférieure à l'humidité au point de saturation des fibres : une variation de l'humidité et/ou de la température du milieu ambiant peut alors induire des variations dimensionnelles des ouvrages entraînant sa destruction lorsque cette variation est importante (SIMO TAGNE, 2012).

L'objectif dudit séchage artificiel est d'évacuer de l'eau du bois tout en vérifiant la stabilité dimensionnelle des bois. Ce type de séchage est par contre relativement rapide. En outre, il est bien contrôlé. Le plus souvent, il permet d'amener les bois d'un état humide à un taux d'humidité inférieur à 12% (Centre national d'informations techniques sur le bois, 2020). Ainsi donc, Le séchage du bois à travers le séchoir est un moyen efficace pour mesurer les variations dimensionnelles des bois (Navi et Girardet 2000). De plus, ce séchage artificiel du bois provoque une "fermeture" des lumens des cellules, ce qui limite la circulation de l'eau qui est à



l'origine de l'instabilité dimensionnelle de celles-ci (Martin Vernay, 2020). Nos travaux de recherches s'intéressent en menuiserie et ébénisterie, dans le domaine des avivés de l'ameublement, plus précisément sur les morceaux des planches, échantillons de l'étude. Ces pièces de bois seront traitées de façon thermique et les mensurations seront faites pour vérifier le niveau de rétractabilité des avivés préalablement choisis. Ce travail permettra d'enrichir les recherches scientifiques sur les variations dimensionnelles des bois qui s'accompagnent des variations d'humidité. De plus, elle permet la prise de décision à l'endroit des unités de menuiserie artisanale sur l'usage des bois qui maintiennent plus leurs dimensions qu'autres après séchage et par ricochet améliorent la qualité des mobiliers.

## **2. Problématique**

Matériau hygroscopique, le bois est susceptible de perdre ou de reprendre de l'humidité en fonction des conditions de température et d'hygrométrie de l'air dans lequel il est placé, subissant ainsi des variations dimensionnelles en général préjudiciables à son emploi. Il est donc nécessaire de sécher le bois jusqu'à atteindre un degré d'humidité acceptable selon l'usage final auquel il est destiné. A l'état complètement humide  $>22\%$ , l'humidité de l'aubier des résineux est de l'ordre de  $120\%$  à  $160\%$ , celle du duramen des résineux est de l'ordre de  $50\%$  à  $80\%$  (Thouraya Salem, 2016). L'énergie nécessaire à l'évaporation de l'eau et l'évacuation de la vapeur qui en résulte est par conséquent énorme. La consommation énergétique représente un des postes de dépense les plus importants dans l'industrie du sciage (Thouraya Salem, 2016). En 2013, la consommation énergétique de séchage des bois dans les menuiseries en France est estimée à 124 827 tonnes d'équivalent pétrole dont environ  $25\%$  d'énergie électrique et  $61\%$  de combustibles. La facture énergétique est estimée à 43.7 millions d'euros (Insee, 2013). Avec le coût croissant de l'énergie et les considérations environnementales, la consommation d'énergie au cours du séchage est plus importante que jamais. Les entreprises s'efforcent de trouver des dispositifs efficaces et simples leur permettant d'optimiser les coûts tout en maintenant un niveau de séchage de qualité. Dans la région du littoral Cameroun et particulièrement dans l'arrondissement de Douala 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup>, les menuiseries artisanales utilisent encore les pièces de bois à un taux d'humide  $>22\%$  donc non commercialement sec, pour l'ameublement, ceci sans tenir compte non seulement des classe d'emploi de l'ouvrage mais aussi des variations dimensionnelles des bois. Car ; ces variations créent à court ou à long terme les déformations et défauts sur les meubles qui d'ailleurs poussent le consommateur à se plaindre de la qualité du mobilier, d'où la perte d'une partie de leurs clientèles. Cette étude va donc contribuer à vérifier la stabilité dimensionnelle des bois après séchage afin d'apporter les

solutions aux unités de menuiseries artisanales sur les essences de bois qui ne perdent pas significativement leurs dimensions après séchage et donc les essences qui ont un taux d'humidité peu varié. Ceci les permettra de résoudre les problèmes de déformations des meubles auxquels ils sont souvent confrontés et par ricochet le maintien de leurs clientèles à travers de la qualité des mobiliers et de leurs longévités. C'est dans ce sens que la présente étude portant sur la stabilité dimensionnelle du bois devient nécessaire. Elle permettra d'apporter quelques recommandations qui seront formulées à partir de la question principale ci-après :

Comment étudier la stabilité dimensionnelle du bois pour l'amélioration de la qualité des mobiliers des unités de menuiserie artisanale dans la région du littoral ? Il s'agit de s'interroger plus spécifiquement sur les questions spécifiques suivantes :

- ✓ Quelles sont les essences de bois utilisés pour la vérification de leurs stabilités dimensionnelles lors du séchage artificiel ainsi que les raisons d'usage et de séchage de ces essences ?
- ✓ Quelle est le procédé de mise au point d'un séchage à séchoir artificiel du bois pour la vérification dimensionnelle des bois ?
- ✓ Quel est l'effet des conditions de séchage à séchoir artificiel sur la variation dimensionnelle de perte ou d'augmentation des dimensions des échantillons de bois ?

### **3. Objectifs**

#### **3.1 Objectif général**

L'objectif général de la présente étude est de :

Contribuer à la vérification de la stabilité dimensionnelle des bois après séchage !

#### **3.2 Objectifs spécifiques**

Pour atteindre l'objectif principal, plusieurs objectifs spécifiques ont été fixés. Il s'agit de :

- ✓ Déterminer les essences à utiliser pour la vérification des variations dimensionnelles ainsi que les raisons d'usages et du séchage de ces essences ;
- ✓ Faire une description systématiquement de la mise au point d'un séchage artificiel pour la vérification dimensionnelle des bois choisis ;
- ✓ Analyser les effets des conditions de séchage artificiel sur la variation des dimensions des échantillons de bois.

## **4. HYPOTHESES**

### **4.1 Hypothèse principale**

La connaissance des variations dimensionnelles des bois utilisés dans les menuiseries artisanales pour l'ameublement nous permet de faire le choix sur les bois qui gardent plus leurs dimensions qu'autres après séchage afin de conseiller aux menuisiers qui utilisent le bois à l'état humide, les essences qu'ils peuvent plus utiliser.

### **4.2 Hypothèses secondaires**

- Les essences choisies pour vérifier la stabilité dimensionnelle après séchage artificiel sont celles les plus utilisées dans les menuiseries artisanales et sont utilisées en fonction des couts, disponibilité, choix du client etc. sans toutefois tenir compte du classe d'emploi et de l'importance du séchage.
- La mise au point d'un séchage à séchoir artificiel pour vérifier les variations dimensionnelles des bois se font en plusieurs étapes jusqu'à ce qu'une quantité significative de l'eau liée disparaisse dans le bois.
- l'effet des conditions de séchage artificiel à une influence sur la variation dimensionnelle de perte ou d'augmentation des dimensions des échantillons de bois choisis.

## **5. Pertinence de l'étude**

La présente étude à des intérêts sur divers plan notamment sur le plan scientifique, elle permet de mettre à la disposition des chercheurs des informations plus claires sur la stabilité dimensionnelle des essences à l'état humide (entre 23 et 30%) à utiliser pour l'ameublement; Sur le plan économique, elle permet non seulement de booster les revenus des menuisiers du secteur artisanal mais faire partie aussi du produit intérieur brut (PIB); sur le plan environnemental, elle permet de réduire les impacts sur l'environnement puisqu'il s'agit tout simplement d'un séchage artificiel, une méthode de traitement du bois sans effet sur l'environnement; sur le plan théorique, elle permet d'enrichir la littérature sur la stabilité dimensionnelle des bois utilisés dans les menuiseries artisanales de la région du littoral en particulier et au Cameroun en général et enfin sur le plan scolaire, elle permet aux élèves et étudiants d'avoir une connaissance sur les essences qui gardent la stabilité dimensionnelle plus qu'autres.

# **CHAPITRE 1 : CADRE CONCEPTUEL ET REVUE DE LA LITTERATURE**

Ce présent chapitre va consister à donner les définitions des mots clés et de faire un état des lieux de ce qui a été déjà fait concernant le thème de notre étude.

## **1.1. Définition des concepts**

### **1.1.1. Stabilité dimensionnelle**

On parle de stabilité dimensionnelle lorsque le bois ne peut plus ni perdre ni reprendre, on dit qu'il est stable aux conditions et milieux ambiant de préférence 8 à 13 %.

### **1.1.2. Aubier**

L'aubier est la zone extérieure du bois qui, dans un arbre sur pied, contient des cellules vivantes et conduit la sève. L'aubier, plus poreux, offre une capacité d'absorption plus élevée que le duramen. Il est plus ou moins imprégnable et ne résiste jamais aux champignons lignivores et aux larves xylophages. Il est donc généralement moins durable.

### **1.1.3. Duramen (bois parfait)**

Zone intérieure qui, dans un arbre sur pied, ne contient plus de cellules vivantes ou ne conduit plus la sève. Il possède une durabilité naturelle qui varie selon les essences. Il est, en général, peu ou pas imprégnable.

### **1.1.4. Classes d'emploi**

Les classes d'emploi permettent d'évaluer les risques de dégradation des bois et les traitements éventuels de préservation qui en découlent. 5 classes d'emploi sont ainsi déterminées selon la destination de l'ouvrage :

- Classe d'emploi 1 : Situation dans laquelle le bois ou le produit à base de bois est sous abri, non exposé aux intempéries et à l'humidification.
- Classe d'emploi 2 : Situation dans laquelle le bois ou le produit à base de bois est sous abri, non exposé aux intempéries, mais où une humidité ambiante élevée peut conduire à une humidification occasionnelle mais non persistante.
- Classe d'emploi 3 : Situation dans laquelle le bois ou le produit à base de bois n'est ni sous abri, ni en contact avec le sol. Il est, soit continuellement exposé aux intempéries, soit protégé des intempéries mais soumis à humidification.
- Classe d'emploi 4 : Situation dans laquelle le bois ou le produit à base de bois est en contact

avec le sol ou avec de l'eau douce et est ainsi exposé en permanence à l'humidification.

- Classe d'emploi 5 : Situation dans laquelle le bois ou le produit à base de bois est en permanence exposé à de l'eau salée.

### **1.1.5. Bois**

Le bois est un matériau naturel d'origine végétale. Il est constitué par un tissu végétal formant la plus grande partie du tronc des plantes ligneuses. Le bois assure, chez la plante, le rôle de conduction de la sève brute des racines jusqu'aux feuilles et le rôle de soutien mécanique de l'arbre ou de l'arbuste. Il sert aussi parfois de tissu de réserve.

### **1.1.6. Coefficient de retrait volumique**

Le coefficient de retrait volumique (Cr), exprimé en pourcent (%), correspond à la variation de volume induite par une variation de 1% d'humidité d'équilibre du bois, en dessous du point de saturation de la fibre (PSF). Il est calculé selon la formule suivante :

$$C_r = \frac{RV}{PSF} \longrightarrow [1]$$

PSF : le point de saturation de la fibre, exprimé en pourcent (%) ;

Rv: est le retrait volumique total, exprimé en pourcent (%)

**Source : Doucet Robin, 2018**

### **1.1.7. Retrait volumique total**

C'est la perte en volume d'un échantillon de bois après séchage.

### **1.1.8 .Point de saturation des fibres (PSF).**

C'est le taux d'humidité au-delà duquel le bois ne gonflera plus ou en-deçà duquel il rétrécira (Haut bois info, 2020).

### **1.1.9. Le séchage du bois**

Le séchage du bois consiste à enlever la totalité de l'eau libre et une partie de l'eau liée de façon à atteindre une teneur en eau finale compatible avec l'utilisation ultérieure (Carmen Mariella, 2012)

### **1.1.10. La teneur en eau du bois**

La teneur en eau 'est le rapport entre la masse d'eau contenue dans une pièce de bois et la masse de bois (Carmen Mariella, 2012).

## **1.2 Revue de la littérature/ Etat de connaissance**

### **1.2.1 Caractéristiques des échantillons d'étude**

L'Iroko (*Milicia excelsa*) est un bois qui se caractérise par plusieurs paramètres notamment au niveau de :

#### **Description**

A l'état frais, le bois parfait d'Iroko est jaune à brun-jaune, plus ou moins clair. Exposé à l'air et à la lumière, il peut brunir et foncer de façon très marquée. Il prend alors un aspect vieux chêne avec des nuances dorées. L'aubier jaune pâle est très distinct du bois parfait

#### **Propriétés physiques**

L'Iroko est un bois léger à mi-lourd, mi-dur. Ses retraits linéaires transverses sont faibles. Son retrait volumique est moyen. Bois à stabilité moyen en service. Sa densité est de 0,64 et son PSF à 23%

#### **Séchage**

L'Iroko sèche assez rapidement et sans risque important de fente ou de déformation, excepté pour les bois présentant un contrefil plus marqué. Lors du séchage à l'air, les baguettes peuvent laisser sur les bois des traces colorées plus ou moins profondes. En cas de séchage insuffisant et pour des emplois en milieu exposé, les tannins contenus dans le bois peuvent couler et provoquer des taches.

#### **Utilisation**

Du fait de ses caractéristiques technologiques, l'Iroko peut être utilisé pour des emplois variés à condition de respecter les précautions requises lors de l'application des produits de finition.

Il convient pour la fabrication de menuiseries extérieures et intérieures (J. Gérard, Kouassi et al. 1998)

Le Bilinga (*Nauclea diderrichii*) est un bois qui se caractérise par:

#### **Description**

L'aubier est de couleur jaune grisâtre ou rosâtre. Le bois parfait, jaune citron vif, fonce un peu à la lumière et devient doré ou ocre orangé, à reflets légèrement moirés. Le fil est souvent ondulé et/ou contrefilé. Le grain est moyen. Le bois ne dégage aucune odeur particulière.

#### **Propriétés physiques**

Le Bilinga est un bois mi-lourd à lourd, mi-dur à dur, présentant des retraits linéaires moyens. Son retrait volumique est moyen à fort. Ses résistances mécaniques sont moyennes. C'est un bois moyennement stable en service. Sa densité est de 0,76 et son PSF à 25%

### **Séchage**

Le Bilinga se déforme peu au séchage. Très sujet aux gerces, il doit toujours être séché lentement et prudemment sous abri. Les pièces débitées sur quartier sèchent sans risque important de gerces. Par contre, les pièces débitées sur dosse sèchent plus difficilement (des fentes en bout et des gerces plus ou moins graves sont fréquents)

### **Utilisation**

Le Bilinga convient pour de nombreux emplois en extérieur : traverses de chemin de fer, constructions portuaires, ouvrages hydrauliques. En menuiserie, l'utilisation de ce bois est également envisageable bien qu'il ait tendance à se fendre dans les ambiances trop sèches ; il conviendra de bien le sécher et de lui appliquer des produits de finition (vernis, lasures, peintures, cires) qui auront pour rôle de diminuer les échanges d'humidité entre le bois et l'air ambiant, et limiter les risques de gerces.

L'Ayous (*Triplochiton scleroxylon*)

### **Description**

Le bois est de couleur blanc crème fonçant légèrement à la lumière. L'aubier n'est pas différencié par la couleur, mais il est plus sensible aux altérations que le duramen et prend alors une coloration anormale. Le bois débité peut prendre une coloration grise (liée à certaines zones de production) ou bariolée de veines brunes à grisâtres (odeur nauséabonde associée). Le grain est plutôt grossier.

### **Propriétés physiques**

L'Ayous est un bois très léger, très tendre à tendre. Ses retraits linéaires transverses sont faibles. Son retrait volumique est faible à moyen. Sa stabilité en service est moyenne à bonne. Sa densité est de 0,38 et son PSF à 29%

### **Séchage**

L'Ayous se sèche sans difficulté. Pour le séchage à l'air, il est recommandé d'utiliser des baguettes de forte section pour assurer une très bonne ventilation des bois et accélérer ainsi le séchage sachant que les risques de déformation et de fente sont quasi inexistantes.

Le séchage artificiel peut être conduit à assez haute température sans risque de fente, gerce ou déformation, en assurant ainsi une très bonne qualité de séchage. Il est utilisé pour la menuiserie intérieure.

L'Azobé (*Lophira alata*) est une essence qui se caractérise à différents niveaux par :

### **Description**

L'aubier de l'Azobé n'est pas très bien différencié. Son épaisseur varie en moyenne de 7 à 10 cm, mais en réalité la portion réellement aubieuse n'est que de 3 cm environ, le reste étant constitué par du bois plus foncé appelé "bois intermédiaire" dont les propriétés ne sont pas similaires à celles du bois parfait. Le bois parfait d'Azobé est brun chocolat foncé. Sa teinte fonce encore après exposition à la lumière. Les traces des vaisseaux ressortent bien car ceux-ci sont très fréquemment remplis de dépôts blanchâtres.

### **Propriétés physiques**

L'Azobé est un bois très lourd, dur à très dur. Ses retraits linéaires transverses sont élevés. Son retrait volumique est élevé. Ses résistances mécaniques sont fortes. Sa stabilité en service est faible. Sa densité est de 1,06 et son PSF à 28%

### **Séchage**

Le séchage de l'Azobé est très lent et délicat. Il doit être conduit très prudemment, en raison des risques sévères de fentes et de gerces. En particulier lorsque le contrefil est très accusé, des déformations se produisent fréquemment sur les débits de faible section : en pratique, il est conseillé d'utiliser préférentiellement l'Azobé en grosses sections, les risques de déformations des bois sur les petites sections étant très élevés après mise en œuvre.

Le ressuyage des bois doit être effectué sous abri.

### **Utilisation**

L'Azobé est un bois très lourd et très dur, d'une excellente durabilité naturelle, mais peu stable. La mise en œuvre de l'Azobé présente certaines difficultés, ce qui contribue à freiner le développement de son emploi (séchage lent et délicat en raison des risques de gerces, de fentes et de déformations ; nécessité d'utiliser des machines puissantes).

### **Description**

Le duramen frais est de couleur jaune à orange-jaune, évoluant vers l'orange-rouge et l'or-brun. L'aubier clairement discernable a une largeur de 30 à 50 mm et une couleur jaune claire ou blanche. Le contrefil fait qu'on aperçoit un dessin rayé sur quartier scié.

### **Séchage**

Très lent. Le bilinga a une structure irrégulière et une résistance au fendage moins favorable. Lors du séchage, tant à l'air qu'accélééré, le bilinga a tendance à se fendre et à fissurer, bien qu'il ne se déforme guère. Pour éviter le surgissement rapide de fentes en bout, il est à conseiller



de protéger les extrémités de bout. Le séchage occasionne souvent la formation de petites gerces.

### **Utilisation**

Le bilinga est utilisé pour beaucoup d'ouvrages, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur, et comme bois de construction dans la construction hydraulique pour des portes d'écluse, des estacades de guidage, des barrages, des appontements, des ponts, des passerelles, etc. Des autres applications sont des bancs de parc, des clôtures, des portes, des pergolas, des sols industriels, des planchers de wagon, des dormants, du parquet, des meubles, des sculptures, du bois tourné, du bois incrusté, etc. (Houtvademecum, 2001)

Le Bubinga (*Guibourtia tessmanii*) est une essence caractérisée par :

### **Description**

L'aubier est bien distinct, de couleur crème ; son épaisseur varie de 2 à 8 cm. Le bois parfait de Bubinga a une couleur vieux rose à brun rougeâtre parcourue de nombreuses et très étroites veines violacées assez discontinues, ainsi que de quelques veines brunes plus larges et plus diffuses. Très net et continu sur le bois fraîchement débité, le veinage s'estompe légèrement après exposition à l'air et à la lumière. En revanche, la couleur générale du bois évolue peu. Le grain est moyen. Le fil est le plus souvent ondé, rarement droit. Le contrefil est relativement fréquent, irrégulier, et confère au bois lors de l'utilisation un aspect irrégulièrement moiré. Les débits sur dosse sont très ramagés (veines violettes).

### **Propriétés physiques**

Le Bubinga est un bois mi-lourd à lourd, dur à très dur. Ses retraits linéaires transverses sont moyens. Son retrait volumique est moyen à fort. Sa stabilité en service est moyenne. Sa densité est de 0,92 et son PSF à 24%

### **Séchage**

A l'air libre, le Bubinga sèche sans difficulté, sans fente ni déformation, et relativement rapidement pour un bois dense et dur. Un ressuyage préalable au séchage artificiel est conseillé pour obtenir des pièces séchées sans défaut.

### **Utilisation**

Le Bubinga est une essence appréciée dont le bois présente un grain fin et une couleur vieux rose finement veinée très recherchée. Il est lourd, dur et assez durable. C'est avant tout une essence de décoration, soit sous forme de placages tranchés, soit sous forme massive. Il peut convenir à la fabrication de mobilier de haut de gamme, de sièges et meubles spéciaux, de

panneaux décoratifs. Il est très apprécié par l'industrie du parquet. Ses qualités mécaniques, esthétiques et sa durabilité justifient son large emploi en tournerie pour la fabrication de manches de couteaux, de broches, d'objets divers (jouets, ustensiles culinaires), de bibelots.

Il peut être aussi employé en menuiserie extérieure de haut de gamme compte tenu de sa bonne durabilité naturelle.

Le Bibolo ou Dibetou (*Lovoa trichilioides*) est une essence qui a les caractéristiques suivantes :

### **Description**

Le bois parfait est brun jaunâtre ou grisâtre avec une teinte assez uniforme plus ou moins sombre, prenant un éclat brillant et doré en vieillissant. L'aubier bien différencié, blanc grisâtre, peut atteindre 5 cm de largeur. Le grain est moyennement fin. Les débits sur dosse ont un aspect assez homogène, avec de nombreuses traces vasculaires visibles, en partie obstruées par d'abondants dépôts noirs. Ils sont parfois veinés de fines lignes sombres (bandes tangentielles de canaux traumatiques).

### **Propriétés physiques**

Le Dibétou est un bois léger, tendre à mi-dur. Ses retraits linéaires transverses sont faibles à moyens. Son retrait volumique est moyen. C'est un bois stable en service. Sa densité est de 0,53 et son PSF à 27%

### **Séchage**

Le Dibétou se sèche facilement et rapidement. Le séchage à l'air ne pose pas de problème particulier. Le séchage artificiel est assez rapide, avec très peu de risques d'apparition de défauts.

Doussié (*Azelia bipindensis*) est un bois caractérisé par :

### **Description**

Le cœur et l'aubier sont bien différenciés. L'aubier est blanc jaunâtre, large de 3 à 8 cm. Le bois parfait, brun-rouge clair un peu orangé sur les débits récents et secs, vire ensuite au brun-rouge à la lumière. La teinte est normalement uniforme, mais peut être parfois coupée de veines sombres (*A. bipindensis* excepté). Le grain du bois est plutôt grossier, mais relativement homogène.

### **Propriétés physiques**

Le Doussié est un bois mi-lourd à lourd, mi-dur à dur. Ses retraits linéaires transverses sont faibles. Son retrait volumique est moyen. C'est un bois stable en service. Sa densité est de 0,80 et son PSF à 19%

### **Séchage**

Le séchage du Doussié est facile et se fait dans d'excellentes conditions sans déformation ni fente ; il est cependant assez lent. Pour les bois de forte épaisseur (supérieures à 75 mm), il est conseillé de sécher préalablement les bois à l'air, sous abri.

### **Utilisation**

Le Doussié est une essence particulièrement stable, très peu sensible aux variations d'humidité, et ayant de très faibles retraits linéaires. De plus, il est particulièrement durable. Pour ces raisons, il est très apprécié en construction navale de plaisance où il trouve de nombreux emplois, depuis la construction de la charpente (quille, étrave et membrures), jusqu'à la fabrication des ponts et des aménagements intérieurs.

*Le Padouk (Pterocarpus soyauxii* Taub) a les caractéristiques qui sont notamment :

### **Description**

Le bois parfait de Padouk est rouge corail lorsqu'il est frais de sciage, puis devient en quelques jours brun foncé après exposition à l'air. Il prend par la suite une teinte de plus en plus brun gris violacé. Le bois est parfois parcouru de veines brunâtres peu délimitées. L'aubier est bien différencié, de teinte blanchâtre. Le grain est plutôt grossier

### **Propriétés physiques**

Le Padouk est un bois mi-lourd à lourd, mi-dur à très dur. Ses retraits linéaires transverses sont particulièrement faibles par rapport à sa densité. Son retrait volumique est moyen. Sa stabilité en service est très bonne. Sa densité est de 0,79 et son PSF à 21%

### **Séchage**

Le Padouk se sèche sans difficulté et relativement rapidement, avec de faibles risques de fentes ou de déformations. Le séchage à l'air permet d'abaisser rapidement le taux d'humidité des bois jusqu'à environ 15%. Il est utilisé en menuiserie intérieure et beaucoup plus extérieurs.

*Le Sapelli (Entandrophragma cylindricum)* est un bois qui a pour caractéristiques :

### **Description**

Le bois est brun rosé, fonçant à l'air et tournant au brun rouge cuivré. L'aubier est distinct et bien limité, de couleur gris rosâtre, en général peu épais. Le grain est plutôt fin.

### **Propriétés physiques**

Le Sapelli est un bois léger à mi-lourd, mi-dur. Ses caractéristiques mécaniques et ses retraits linéaires transverses sont faibles à moyens. Sa stabilité en service est moyenne. Sa densité est de 0,69 et son PSF à 29%

### **Séchage et utilisation**

Le Sapelli sèche assez lentement, tant à l'air qu'artificiellement. Les risques de fente sont faibles, mais les bois contrefilés ont tendance à se déformer. Sous forme massive ou en placages, le Sapelli est avant tout utilisé en ébénisterie, en menuiserie apparente de haut de gamme, en décoration et en ameublement (J. Gérard, A. Edi Kouassi et *al.*, 1998)

## **1.2.2. Etat de connaissance sur la stabilité dimensionnelle du bois au Cameroun**

### ***1.2.2.1. Notion sur les propriétés physiques du bois***

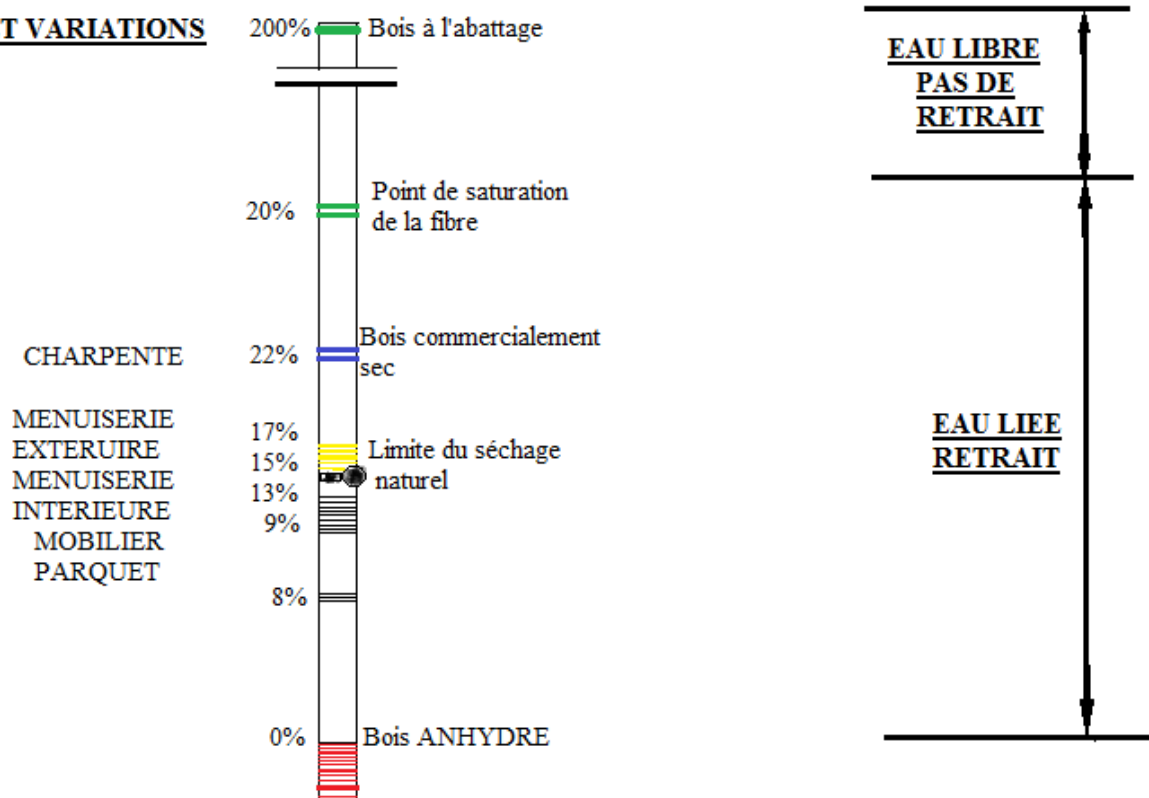
Il importe évidemment de connaître parfaitement les propriétés physiques d'un matériau pour pouvoir l'utiliser correctement. Celles-ci sont soumises à des lois parfaitement définies, et les résistances des ouvrages en bois peuvent se calculer avec une précision. Les différentes caractéristiques physiques à considérer en vue de l'emploi du bois sont :

#### **1.2.2.1.1. Humidité**

C'est l'une des caractéristiques du bois les plus importantes, car elle influe directement sur ses autres propriétés physiques et sur ses propriétés mécaniques. En effet, toute variation d'humidité entraîne des variations de dimensions, de forme, de volume, de densité, et de résistance. Son degré d'humidité joue aussi un rôle dans sa conservation, les bois humides peuvent être attaqués par les champignons ou les insectes des bois frais. Il est donc important de s'assurer de la teneur en eau des bois mis en œuvre. Pour cela nous devons connaître leur taux d'humidité afin de déterminer comment nous pourrions les employer. Les fournisseurs ou scieurs doivent garantir ces pourcentages d'humidité.

Etant un matériau hygroscopique, il cherchera à « S'équilibrer » avec son milieu : s'il est stocké dans un endroit trop humide, il se gorgera à nouveau d'eau et la rendra une fois mis en œuvre. Il faut donc s'assurer que cet excès d'humidité ne créera pas de désordre ou le stocker à l'abri. L'humidité d'un bois s'exprime en pourcentage ; il faut retenir qu'un bois ayant atteint son point d'équilibre ne pourra plus reprendre beaucoup d'eau, il sera donc plus stable dans ses caractéristiques. La figure ci-dessous montre la Variation du taux d'humidité en fonction de la classe d'emploi

## EMPLOIS ET VARIATIONS



**Figure 1 : Variations du taux d'humidité en fonction de l'emploi**

**Source : E.Nitidem, 2019**

Le tableau 1 ci-dessous montre également les dénominations du bois au taux d'humidité et les formes d'eau dans le bois

**Tableau 1: Dénominations du bois au taux d'humidité et les formes d'eau dans le bois**

Taux d'humidité en %	Dénomination du bois au taux d'humidité H%	Formes d'eau dans le bois
> PSF	Bois vert ou frais	Eau libre, eau d'imprégnation, eau de constitution
PSF	Bois saturé	Point de Saturation : (sans eau libre) l'eau d'imprégnation est à son maximum, eau de constitution

22 à PSF %	Bois ressuyé ou mi- sec	Eau d'imprégnation et eau de constitution
17 à 22 %	Bois commercialement sec	
13 à 17 %	Bois sec à l'air	
< 13 %	Bois sec à l'air	
0 %	Bois anhydre	Eau de constitution
<b>Source :</b> Guide d'utilisation des bois africains		

#### 1.2.2.1.2 Masse volumique

La masse volumique d'un corps s'exprime en général en kilogrammes par mètre cube. La densité d'un corps est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique de l'eau. C'est une grandeur sans dimension. La masse volumique de l'eau étant de 1000kg par m<sup>3</sup>, on calcule facilement la masse volumique d'un corps si on connaît sa densité. Variation de la masse volumique. La masse volumique et la densité du bois varient avec son humidité, sa structure et selon l'essence. Les bois peuvent être classés selon leur masse volumique. Le classement se fait par essence. La densité est établie à 15 %. Les résineux et les feuillus sont classés par catégories en : très légers ; légers ; mi-lourds ; très lourds.

#### 1.2.2.1.3 Retrait volumique total

La caractérisation de cet indice est opérée selon la norme NF B51-006 (AFNOR, 1985b). Il correspond à la perte de volume, en pourcent, entre l'état saturé et l'état anhydre d'un échantillon. Car, lorsqu'une pièce de bois sèche en-dessous de son Point de Saturation des Fibres, son volume diminue. Si elle se ré humidifie, son volume augmentera jusqu'au PSF. Pour quantifier ces variations de volume, on utilise le retrait volumique(B) qui est la variation de volume d'une éprouvette normalisée passant de l'état saturé à l'état anhydre.

$$Cr = \frac{(VS - VA)}{VS} * 100 \longrightarrow [2]$$

Les classes de retrait volumique trouvées par **Doucet Robin, 2018** sont notamment  $B < 9 \%$  : retrait faible ;  $9 \% < B < 13 \%$  : retrait moyen et  $B > 13 \%$  : retrait fort.

#### 1.2.2.1.4 Rétractabilité

Tout bois qui reprend de l'humidité gonfle, et au contraire, s'il en perd, il se rétracte. On dit couramment que le bois « joue » ou encore qu'il « travaille ». Les bois ne se comportent pas de la même façon suivant leur essence et leur provenance d'où la nécessité de bien connaître le phénomène, et les facteurs qui l'influencent. La rétractabilité ne s'exerce pas de façon égale dans les trois directions : axiale, radiale et tangentielle.

Sens Bois légers Bois lourds ;

- Axial négligeable négligeable ;
- Radial 0,10 à 0,15 % 0,15 à 0,20 % ;
- Tangentiel 0,20 à 0,30 % 0,30 à 0,40 %.

- a. **Coupe axiale** : elle permet de déterminer l'âge de l'arbre et de distinguer sa texture et son anatomie ;
- b. **Coupe radiale** : elle part de la moelle vers l'écorce, ce qui donne du bois de fil ;
- c. **Coupe tangentielle** : elle est parallèle à un cerne annuel, ce qui lui donne un aspect flammé dû à la conicité du tronc.

Enfin, la rétractabilité du bois entraîne des variations dimensionnelles et volumétriques autrement plus importantes que la dilatabilité des corps sous l'influence des variations de température. Le retrait longitudinal total est le plus faible, de l'ordre de 0,1 % ; Il est en général négligé. Le retrait radial total est plus important, mais il reste limité par la présence des rayons ligneux ; Il est de l'ordre de 5 %. Il convient de noter que le retrait tangentiel total est le plus important, car aucune cellule n'est orientée dans ce sens ; Il est de l'ordre de 10 %. Les retraits totaux sont spécifiques à chaque essence. Les retraits sont proportionnels à la variation d'humidité (Guide d'utilisation des bois africains, Tome 1. 100p). **Retrait tangentiel total et retrait radial total (retraits linéaires transverses)** Jusqu'au point de saturation des fibres, le bois ne se rétracte pas en séchant ; en revanche, en dessous de ce seuil, il est soumis à des variations dimensionnelles quand son humidité varie. Le retrait du bois en dessous du PSF intervient suivant les trois directions du bois : longitudinale, tangentielle et radiale. Le retrait longitudinal est très faible par rapport aux deux autres, de l'ordre de quelques dixièmes de pourcent, mais il peut avoir une influence notable sur les variations dimensionnelles de pièces de grandes longueurs. Le retrait tangentiel total et le retrait radial total sont habituellement

déterminés pour qualifier le comportement du bois lors du séchage ou plus généralement lors de variations d'humidité. Le retrait total R par rapport à l'état saturé ( $R_t$  pour le retrait tangentiel ou  $R_r$  pour le retrait radial) est donné par la relation :  $R = (D_s - D_o) / D_s \times 100$ . L'essai est réalisé sur des plaquettes carrées de 40mm à 50mm de côté et 10mm d'épaisseur (parallèlement au fil du bois). Le protocole d'essai est défini dans la norme NF B 51-006 (sept. 1985).

Classe de retraits linéaires transverses  $R_t < 6,5 \%$  : retrait faible  $R_r < 3,8 \%$  : retrait faible  
 $6,5 \% < R_t < 10 \%$  : retrait moyen  $3,8 \% < R_r < 6,5 \%$  : retrait moyen  $R_t > 10 \%$  : retrait fort  
 $R_r > 6,5 \%$  : retrait fort (J. Gérard, A. Edi Kouassi, C. Daigremont *et al.*, 1998)

#### 1.2.2.1.5 Hygroscopies et anisotropie du retrait

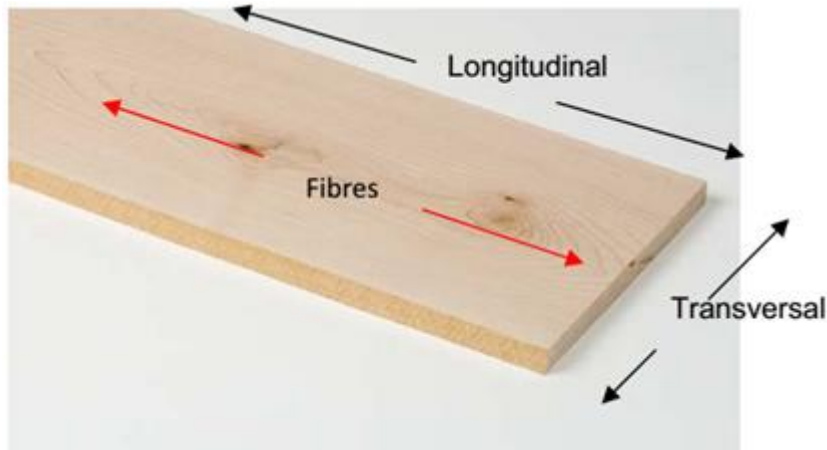
L'humidité relative est déterminée à l'aide des appareils appelés hygromètres et l'équilibre hygroscopique du bois dans un milieu est déterminé à l'aide de l'exploitation des courbes hygroscopiques. Les pièces de bois atteignent un équilibre dit hygroscopique avec l'humidité relative ambiante. L'hygroscopie, c'est-à-dire l'affinité du bois avec l'eau, est bien documentée. Elle est causée par une polarité similaire entre les molécules de cellulose et les molécules d'eau. Or, lorsque l'état hygrométrique d'une pièce de bois est sous son point de saturation des fibres (PSF), les changements d'humidité relative entraînent des variations dimensionnelles. Lorsque l'humidité relative augmente, le bois extrait l'eau de l'air ambiant pour l'absorber dans ses parois cellulaires. Il y a alors une augmentation de la pièce de bois. Ce phénomène est appelé gonflement. Inversement, le pouvoir dessiccateur de l'air peut causer l'évaporation de l'eau contenue dans les parois cellulaires. Les dimensions du bois diminuent alors de façon proportionnelle à la quantité d'eau retirée. Ce phénomène est appelé retrait. Cette propriété dépend fortement **des directions matérielles** du bois. Elle est définie suivant les directions principales du matériau : radiale, tangentielle et longitudinale. Les expériences montrent que le retrait varie à peu près linéairement en fonction de la teneur en eau entre le point de saturation des fibres et l'état anhydre [Kollman (1968), Guitard (1987)]

Les variations de dimensions d'une pièce de bois peuvent être ralenties lorsque l'humidité relative de l'atmosphère change (ex. : au moyen d'un produit de revêtement sur le bois). Les phénomènes de gonflement et de retrait du bois sont inégaux selon qu'on les mesure longitudinalement ou transversalement (perpendiculairement) par rapport à l'orientation des fibres (voir figure 2). En effet, ils sont principalement transversaux à l'axe de croissance. Une pièce de bois vert ne varie que de 0,1 % en longueur (longitudinalement) une fois séchée au séchoir (état hygrométrique à 7 ou 8 % d'humidité). Cette même pièce varie en moyenne de 8



% en largeur (transversalement). Le bois est donc une matière anisotrope, c'est-à-dire que ses propriétés diffèrent selon l'orientation.

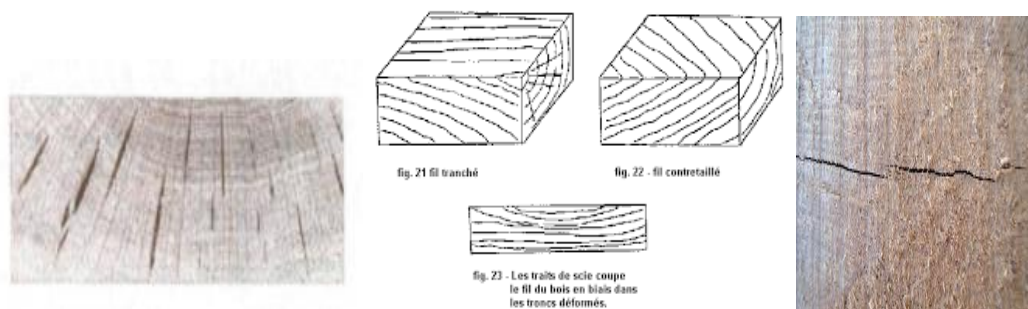
La figure 2 ci-dessous montre les sens d'orientation des fibres du bois



**Figure 2 : Sens d'orientation des fibres du bois**

#### 1.2.2.1.6 Conséquences de l'anisotropie de retrait

La stabilité dimensionnelle du bois est un facteur primordial dans son utilisation, surtout qu'il est un matériau hygroscopique et anisotrope. L'anisotropie de retrait du bois est donc à l'origine de plusieurs défauts qui sont notamment les flèches de face (voilement longitudinale de face), les flèches de chant, le gauchissement et le tuilage (voilement transversale). Tout se joue au niveau des rayons de courbure des pièces de bois. La figure 3 ci-dessous illustre ces différents défauts.



**Figure 3 : Quelques défauts du bois rencontrés lors du séchage**

**Source : J.P Talla, 2020**

#### 1.2.2.1.7 Point de saturation des fibres et coefficient de rétractabilité

Dans un bois vert, une partie de l'eau remplit plus ou moins complètement les vides cellulaires et intercellulaires. L'évacuation de cette *eau libre* s'effectue sans retrait du bois. Lorsque l'eau

libre a entièrement disparu, le bois ne contient plus que de l'*eau liée* qui imprègne les membranes des cellules, et dont le départ lors du séchage va occasionner des phénomènes de retraits à l'origine de déformations du bois. Le Point de Saturation des Fibres (ou PSF) correspond au taux d'humidité du bois saturé en eau liée, taux en dessous duquel le bois va commencer à sécher en se contractant. Le PSF varie de 20 à 40% suivant les essences, mais se situe le plus souvent aux environs de 30%.

Classes de Point de Saturation des Fibres (PSF) PSF < 25 % : PSF faible 25 < PSF < 35 % : PSF moyen PSF > 35 % : PSF élevé. Elle se détermine par la formule :

$$\text{PSF} = \text{Masse d'eau liée saturée} / \text{Masse de bois sec}$$

le PSF est de l'ordre de 30 % d'humidité. Cette valeur est arbitrairement appliquée dans la majorité des documents. En revanche, le PSF des bois tropicaux varie entre 15 et 45 % selon l'essence. Cette caractéristique est fournie dans **les fiches techniques du Cirad**.

Le coefficient de retrait volumique (Cr), exprimé en pourcent (%), correspond à la variation de volume induite par une variation de 1% d'humidité d'équilibre du bois, en dessous du point de saturation de la fibre (Psf) (Doucet et Robin, 2018).

### 1.2.3 Notion sur le séchage du bois

#### 1.2.3.1 Etapes de conduite du séchage

De manière générale, la conduite du séchage se décompose en 4 grandes étapes :

- *le préchauffage*, au cours duquel sont réalisés la montée en température de la cellule vers la première valeur souhaitée pour la phase de séchage, et le réchauffage du bois. La montée en température est faite de façon progressive pour que l'humidificateur puisse atteindre l'humidité relative de consigne. Cette dernière grandeur doit être élevée pour éviter le séchage prématuré des avivés. Le réchauffage de l'avivé permet de diminuer le gradient de température dans le matériau, et limite ainsi la migration d'eau des zones chaudes vers les zones froides ;

- *le séchage*, amène l'humidité de l'avivé jusqu'à la valeur finale souhaitée. Au cours de cette étape on fixe à l'avivé l'humidité finale à atteindre. Cependant le séchage *a toujours tendance à y aller très vite au risque de se détériorer. Pour l'éviter, on lui fixe un but intermédiaire plus proche, dès qu'il est près d'être atteint, on le recule un peu plus loin et ainsi de suite jusqu'au but final* [Joly et More-Chevalier (1980)]. Cette liste d'humidités « intermédiaires » est donnée par la table de séchage qui planifie l'évolution des conditions hygrothermiques de l'air. À l'heure actuelle, la plupart de ces listes sont issues de la synthèse des connaissances empiriques

des conducteurs de séchoirs. De manière générale, les conditions sont douces (HR élevée) au début du séchage et la température est faible pour les essences pouvant collapser. Puis, les conditions se durcissent (HR diminue) au fur et à mesure que le bois sèche pour accélérer les transferts de masse. Parallèlement, la température augmente afin d'accélérer les transferts internes et relaxer les contraintes mécaniques ;

- *l'équilibrage*, dont le but est d'homogénéiser l'humidité dans la section des planches et de diminuer les contraintes mécaniques résiduelles. Cette phase consiste à maintenir constante la température à la fin de la période de séchage et à augmenter l'humidité relative de l'air pour faire tendre la teneur en eau à la surface de la planche vers une valeur légèrement supérieure. En règle générale une durée double de celle de la phase de préchauffage est appliquée ;

- *le refroidissement*, dernière phase précédant la sortie des avivés du séchoir, consiste à abaisser progressivement la température de la cellule et maintenir un écart psychrométrique identique à celui de la phase d'équilibrage. Son objectif est d'éviter que l'air extérieur, alors plus froid et contenant peu de molécules d'eau, soit subitement réchauffé au contact du bois, encore chaud (Rémond R., 2004).

### ***1.2.3.2 Evolution des contraintes de séchage***

Tel que mentionné auparavant, le retrait est à l'origine des déformations du bois observées à la fin de l'opération de séchage. Au début du séchage, la surface du bois commence à sécher avant le centre créant un gradient d'humidité dans l'épaisseur. Ce gradient est sans conséquence tant que l'humidité à la surface est supérieure au PSF. Toutefois, quand l'humidité de la surface tombe en dessous du PSF, les zones superficielles tendent à se rétracter. Cependant, étant donné que l'humidité des zones internes est encore supérieure au PSF, elles limitent le retrait des zones superficielles. Il en résulte des contraintes de traction dans les couches proches de la surface et des contraintes de compression dans les couches du cœur. Plus tard au cours du séchage, lorsque la teneur en eau du bois au cœur atteint à son tour le PSF, une inversion du champ de contraintes du bois se produit. Le cœur va être sous traction et la surface sous compression. Cet état qui persiste jusqu'à la fin du cycle de séchage constitue les contraintes résiduelles de séchage. Lorsque les contraintes dépassent la résistance mécanique du bois, elles peuvent provoquer des fentes sur les faces des planches (fentes de surface), au niveau des extrémités (fentes en bout) et à l'intérieur des planches (fentes internes) (Thouraya Salem, 2016).

#### **1.2.4 Politique en matière des normes pour la détermination des propriétés du bois**

Le tableau suivant récapitule les normes sur les propriétés du bois

**Tableau 2 : Récapitulatif des normes/documents de références utilisées pour déterminer les propriétés du bois.**

<b>Propriété du bois</b>	<b>Norme / Document de référence</b>
Masse volumique	NF B51-005 : Bois - Détermination de la masse volumique (AFNOR, 1985a)
Retrait volumique	NF B51-006 : Bois – Détermination du retrait (AFNOR, 1985b)
Point de saturation de la fibre	Basé sur la méthodologie de l'article "Point de saturation de fibres (PSF) de trois essences de bois d'Algérie" (Derbal et al., 2015)
Coefficient de retrait volumique	NF B51-006 : Bois – Détermination du retrait (AFNOR, 1985b)

**Source :** Doucet Robin, 2018

## **CHAPITRE 2 : MATERIELS ET METHODES**

Le présent chapitre montre au préalable la présentation des zones d'études avant de chuter aux différents matériels nécessaires pour l'étude et enfin les méthodes de collecte et d'analyse des données.

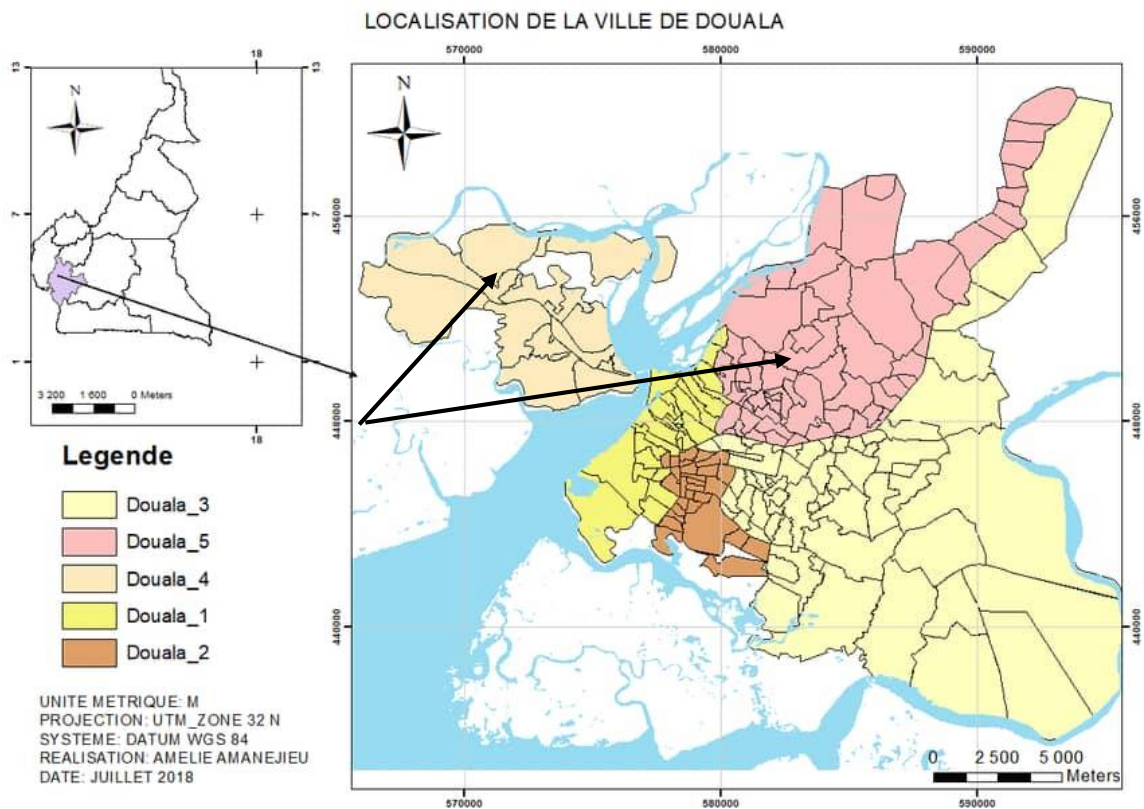
### **2.1 Présentation de la zone d'étude**

#### **2.1.1 Localisation géographique**

La présente étude s'est déroulée dans les arrondissements de Douala 4<sup>eme</sup> et 5<sup>eme</sup>, Département du Wouri et dans la région du littoral Cameroun.

#### **Arrondissement de Douala 5<sup>eme</sup> et 4<sup>eme</sup>**

L'arrondissement de douala 5eme à une superficie de 210 km<sup>2</sup>. Les coordonnées géographiques de cette zone sont comprises entre 9°05'47" nord et 9°45'06" Est. C'est une commune qui s'étend au nord de la communauté urbaine de Douala. Il est limité au Sud par la commune de Douala III et regroupe 859988hab (Mairie de douala 5eme, 2010). L'arrondissement de douala 4eme à une superficie de 35km<sup>2</sup> avec pour coordonnées géographique compris entre 4°04'44" nord et 9°40'00" Est. Il s'étend sur la rive droite de l'estuaire du wouri entre les quartiers Bonassama sur la pointe Sud de la presqu'île et les confins du departement du Moungo dans le quartier Bonjongo, Ndobo et Bonendale. Bonaberi est desservie par deux routes principales la nationale 3 dite nouvelle route et l'ancienne route Douala-Nkongsamba. Il regorge 395536 hab. Bonaberi est une zone industrielle possédant 70 entreprises de divers secteurs notamment les Scieries, tannerie etc. (Dictionnaire des villages du Wouri, 1970)



**Source :** Eric Pougoué, 2010

**Figure 4:** localisation des zones d'études

## 2.1.2 Caractéristiques biophysiques et écologiques de l'arrondissement de Douala 5<sup>eme</sup> et 4<sup>eme</sup>

### 2.1.2.1 Climat

Les arrondissements étudiés possèdent un climat de savane avec hiver sec (Classification de Köppen –Geiger). Les précipitations sont beaucoup importantes en été qu'elles ne le sont en hiver. Sur l'année, la température moyenne est de 26,5°C et les précipitations sont en moyenne de 2402,8mm. Il pleut 60 % des jours du mois en saison de pluie et ceci à partir du mois d'août jusqu'en septembre. A ce moment, la température est de 25,3°C et le climat est humide avec 390mm de pluie.

### 2.1.2.2 Relief, géomorphologie et sol

Ils sont constitués de la plaine côtière et de l'estuaire du Wouri qui est couvert de façon périodique par la marée. Les sols ferrallitiques sont majoritaires dans cette zone. Ils sont jaunâtre de texture sableuse à sablo argileuse. Ces sols ont un PH fortement acide du fait d'un fort lessivage causé par les précipitations (Eric Pougoué, 2010).

### **2.1.2.3 Caractéristiques démographiques, socio-culturelles et économiques**

La Commune d'arrondissement de Douala 5ème compte plus de 1.000. 000 d'habitants répartis sur 58 quartiers et villages et celle de Douala 4eme regorge 395536 habitants. Elles sont très cosmopolites. Les halogènes y représentent une majorité écrasante. Ce sont surtout les Bamilekés et les anglophones. Du fait de sa position géographique, Douala 5ème offre d'énormes opportunités d'affaires, notamment un secteur éducatif très fourni en termes de lycées, collèges et centres de formation. Pour davantage enrichir cette offre et favoriser l'insertion socioprofessionnelle des jeunes, la mairie envisage la construction très prochaine d'un centre d'apprentissage et de formation technique. Dans la zone d'intervention, les commerces sont nombreux. Les maisons sont construites en grande partie dans l'emprise de la route, les arbres fruitiers et ornementaux longent la route. Une attention particulière devrait être portée sur les infrastructures socioéconomiques susceptibles d'être détruites par les travaux. Il s'agit notamment du réseau d'adduction d'eau potable (AEP), des lignes de transport et de distribution électriques, des puits et forages, du réseau de télécommunication, etc (MINHDU, 2016)

### **2.1.2.4 Flore**

La végétation originelle des zones d'étude s'inscrit dans deux types de formations végétales, particulièrement contrastées et directement liées aux conditions hydromorphiques à savoir la forêt ombrophile de basse altitude sur les sols émergés et la forêt inondable dominée par la mangrove. La forêt de basse altitude est constituée de forêt biafréenne à cesalpiniaceae localisée au niveau de l'estuaire du Wouri et la forêt atlantique littorale à *Lophira alata* et *Saccoglottis gabonensis* couvrant les plaines. Pour ce qui est de la mangrove, elle est localisée le long de la côte, permanemment inondée à chaque marée et soumise aux influences variables de salinité de l'eau et de sédimentation. Les deux espèces caractéristiques de la mangrove sont les palétuviers à savoir *Rhizophora racemosa* (palétuvier rouge) et *Avicennia nitida* (palétuvier noir). Cette végétation qui jadis formait une forêt dense sempervirente s'est progressivement dégradée au profit de l'urbanisation et a fait place aujourd'hui à une végétation de type herbacée. Actuellement seuls quelques arbustes persistent le long du réseau hydrographique, la forêt ayant été défrichée au profit des habitations, des installations industrielles et des infrastructures diverses dans l'espace urbaine. La végétation est constituée pour le peu qui existe, soit des arbres fruitiers parsemées dans les cours des habitations, soit des cultures vivrières dans des jardins ou alors de la végétation herbacée sauvage. A cause de l'urbanisation et de la pollution

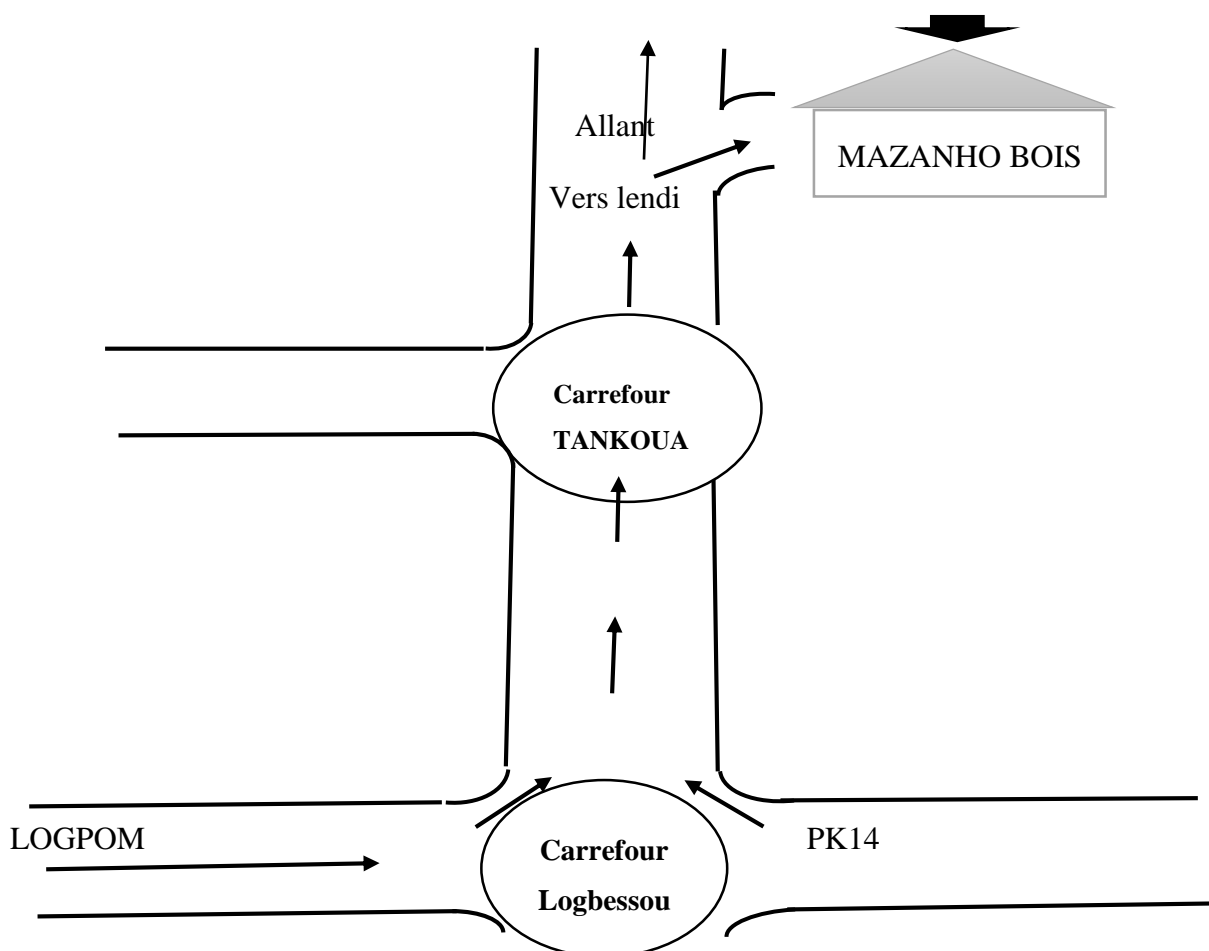
qui entraînent la dégradation des habitats, les populations s'approvisionnent des bois dans les forêts du Sud et de l'Est (MINHDU, 2016).

### 2.1.3 Présentation de la structure du stage (Mazanho bois SARL)

Mazanho bois SARL est une jeune entreprise créée en 2019 et spécialisée dans la transformation du bois. L'objectif de cette entreprise est d'être leader de fourniture des équipements en bois dans la sous-région d'Afrique centrale. Il offre à leurs clients des bois sec, usine toutes pièces en bois et fabrique des ouvertures en bâtiment (portes et fenêtres), des lambris pour revêtement des sols, murs et plafonds ainsi que des cuisines modernes.

#### 2.1.3.1 Plan de localisation de Mazanho Bois

Mazanho Bois est situé dans l'arrondissement de Douala 5eme, à Logbesso plus précisément après le carrefour Tamgoua, allant vers le quartier lendi. Son plan de localisation est le suivant

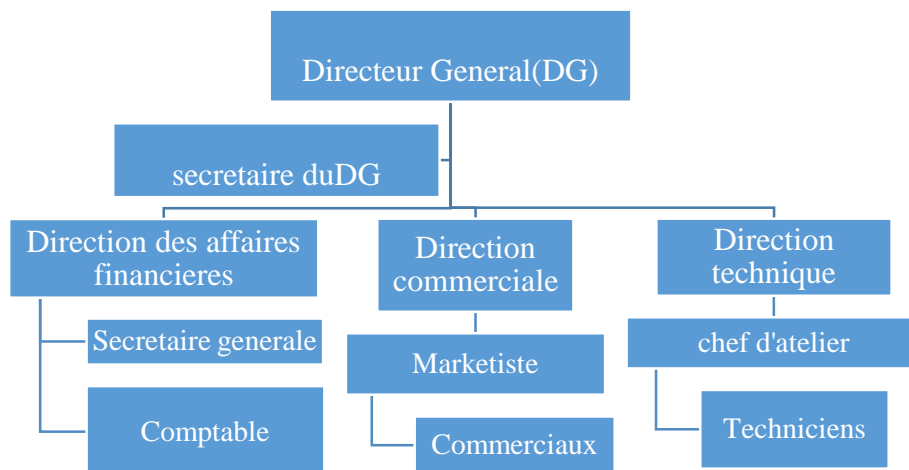


**Figure 5** : Plan de localisation de Mazanho bois SARL



### 2.1.3.2 Organigramme de Mazanho Bois Sarl

La Figure ci-dessous présente l'organigramme de Mazanho bois SARL



**Figure 6** : Organigramme de Mazanho Bois SARL

## 2.2 Matériels expérimentaux

Pour parfaire cette étude, plusieurs matériels ont été utilisés notamment :

- Trames d'enquêtes qui ont servi à recueillir les informations auprès des menuisiers du secteur artisanal. De plus, les fiches de récolte des données au niveau du séchoir ont été utilisées (Voir annexe 1 et 2).
- Un séchoir à bois artificiel de marque Lauber pour le séchage des échantillons



Ce séchoir est conduit comme suit : les échantillons à sécher étant préparés au préalable, un paramètre important est pris (Taux d'humidité) et ensuite les pièces sont posés longitudinalement de façon superposées et inter reliées à l'aide des intercalés faits en aluminium. Les capteurs étant déjà fixés sur les échantillons, les feuilles aluminiums sont posées dessus pour couvrir la surface du bois dans le but de contenir la chaleur dans le séchoir et orienter la direction de l'air. Enfin nous fermons le séchoir et nous le mettons en marche sur le bouton rouge et nous réglons le temps de séchage en fonction du taux d'humidité contenir dans le bois, ainsi que la température du milieu.

- Les pièces de bois de dimensions 40\*9\*1,8 où les essais seront testés



- Une balance de 20kg pour la prise de la masse des échantillons de bois



- Un hygromètre pour la prise des taux d'humidité



- Un mètre de 3m de long pour la mesure des dimensions surfaciques des échantillons



- Un stylo à ancre bleu et un crayon à mine pour les notations des données enregistrées
- Un marqueur pour le marquage des noms des essences sur les échantillons

- Une perceuse à mèche pour mortaiser les endroits sur les échantillons où les électrodes de captage de l'humidité et de la température à l'extérieur du séchoir seront fixées
- Un téléphone Android de marque ITEL pour la prise des photos

## **2.3 Méthodologie**

### **2.3.1 Collecte des données**

Le déroulement de la présente étude s'est passé par la collecte de deux types de données de sources différentes : les données primaires et les données secondaires.

#### ***2.3.1.1 Données secondaires***

Les données secondaires sont celles provenant de la recherche bibliographique qui est une phase préliminaire permettant de s'imprégner du sujet choisit. A cet effet, les données ont été obtenues des ouvrages, anciens mémoires et d'autres documents présentant un intérêt pour l'étude. L'ensemble de ces documents proviennent des sources très diversifiées. Les entreprises ont fourni leurs documentations. De plus, les articles scientifiques ont été utilisés.

#### ***2.3.1.2 Données primaires***

##### **2.2.1.2.1 Choix du site de l'étude**

Le site a été choisi en fonction de l'accessibilité aux éléments et matériels qui nous ont permis à mener à bien notre étude ;

##### **2.2.1.2.2 Choix des échantillons d'étude**

Les essences ont été choisies en fonction de leur degré d'utilisation dans les menuiseries artisanales. Donc, les essences les plus utilisées en menuiserie ont été choisies pour réaliser cette étude.

##### **2.2.1.2.3 Choix du type de séchage**

Le choix du séchage artificiel a été opéré en se basant sur la condition climatique du moment. Donc, cette saison consacrée aux pluies nous a amené à faire le séchage de nos échantillons au séchoir à bois artificiel de marque Lauber.

##### **2.2.1.2.4 Identification des essences utilisées pour les essais**

Cette partie était consacrée sur les questionnaires sur interview semi direct auprès des menuisiers du secteur artisanal et sur les observations directes sur le terrain. L'échantillonnage des personnes à interviewer a été faite suivant une technique dite aléatoire simple. Nous avons

interviewé au total 31 (trente-un) menuisiers du secteur artisanal répartis comme suit : 16 dans l'arrondissement de Douala 5<sup>ème</sup> et 15 dans l'arrondissement de Douala 4<sup>ème</sup>. Ceci pour une représentativité de la population étudiée. Il convient de noter que pour les échantillons de bois que nous avons pu trouver leurs aubiers, deux(02) parties de leurs bois (aubier et duramen) ont été pris pour les essais. Pour les essences que nous n'avons pas trouvées leurs aubiers, seul le duramen ou le bois parfait a été considéré. Au total, nous avons trouvé 14 échantillons de 10 essences distinctes. Parmi ces essences, 04 (quatre) avaient en plus du duramen, l'aubier. Les échantillons de 06(six) autres essences étaient constitués uniquement du duramen.

#### **2.2.1.2.5 Mise au point d'un séchage artificiel des bois pour la vérification dimensionnelle des bois choisis**

Il sera consacré à la description du procédé de séchage. Les échantillons de 10 essences différentes, de même dimension au départ du séchage ont été choisis. Ces échantillons seront séchés et les mesures (longueur, largeur, épaisseur, masse etc) seront faites suivantes les étapes de séchage (2 jours, ensuite 7jours...) et cela de façon progressive jusqu'à l'atteinte d'un taux d'humidité < à 18%.

#### **2.2.1.2.6 Etude sur l'effet des conditions de séchage artificiel sur la variation dimensionnelle de perte ou d'augmentation des dimensions des échantillons de bois**

Ici, tous les paramètres qui sont à l'origine des variations dimensionnelles que subit le matériau bois après séchage ont été calculés. Ainsi donc, les paramètres étudiés sont les suivants :

- **Masse volumique du bois à l'état humide et anhydre et taux d'humidité**

Le calcul de la masse volumique du bois est effectué selon la norme NF B51-005 (AFNOR, 1985a). Les échantillons de 40 x 9 x 1,8 mm sont placés dans une chambre conditionnée à 75°C et 50% d'humidité afin qu'ils se stabilisent à une humidité d'équilibre de 15%. La masse (m) des échantillons est déterminée à l'aide d'une balance de précision et le volume (V) calculé sur base des dimensions des échantillons après chaque étape de séchage. Pour finir. La masse volumique, exprimée en kg/m<sup>3</sup>, est alors calculée selon la formule suivante :

$$P = \frac{m}{V} \text{(en Kg/m}^3\text{)} \quad \text{et} \quad H = \frac{(m_h - m_a)}{m_a} * 100 \longrightarrow [3]$$

- **Retrait volumique total**

La caractérisation de cet indice est opérée selon la norme NF B51-006 (AFNOR, 1985b). Il correspond à la perte de volume, en pourcent, entre l'état saturé et l'état anhydre d'un échantillon de 40 x 9 x 1,8 mm. Une fois à l'état saturé, le volume (Vs) des échantillons est déterminé sur la base des dimensions des échantillons après séchage. Le retrait volumique total (Rv), exprimé en pourcent (%), est calculé à l'aide de la formule suivante :

$$Rv = \frac{(Vs - VA)}{Vs} * 100 \longrightarrow [4]$$

- **Retrait linéaire radial et tangentiel et longitudinal**

Le calcul des retraits linéaires radial et tangentiel est opéré suivant la norme NF B51-006 (AFNOR, 1985b). Le point de saturation de la fibre étant généralement égal à 30%, l'hypothèse est faite que les échantillons sont saturés. Avant de prendre les premières mesures (masse), les dimensions des échantillons, dans le sens radial et dans le sens tangentiel sont connues. Les dimensions radiale (Rs) et tangentielle (Ts) de base sont alors prises à l'aide d'un instrument de mesure précis, le mètre. Les échantillons sont ensuite séchés dans une chambre contrôlée (le séchoir artificiel) et ventilée à 75°C pour les ramener à un état anhydre. C'est à l'état anhydre que les dimensions radial (Ra) et tangentiel (Ta) sont recalculées pour déterminer le retrait linéaire radial (Rr), le retrait Linéaire tangentiel (Rt) et le ratio Rt/Rr. Les retraits linéaires, exprimés en pourcent (%), sont calculés selon la formule suivante :

$$Rr = \frac{(Rs - Ra)}{Rs} * 100 \quad ; \quad Rt = \frac{(Ts - Ta)}{Ts} * 100 \longrightarrow [5]$$

$$Rl = \frac{(Ls - La)}{Ls} * 100 \longrightarrow [6]$$

- **Point de saturation de la fibre**

Pour chaque modalité d'humidité d'équilibre, la perte surfacique par rapport à l'état saturé est calculée pour chaque échantillon.

$$Psf = ss - sh \quad \text{ou} \quad Psf = \frac{\text{masse d'eau liée saturée}}{\text{masse bois sec}} \longrightarrow [7]$$

Où :

**Psf** est la perte surfacique par rapport à l'état saturé, exprimée en mm<sup>2</sup>, pour l'humidité h d'équilibre du bois ;

**sh** est la surface de l'échantillon, exprimée en mm<sup>2</sup>, à l'humidité h ;

**ss** est la surface de l'échantillon, exprimée en mm<sup>2</sup>, à l'état saturé.

- **Coefficient de rétractabilité volumique**

Le coefficient de retrait volumique (Cr), exprimé en pourcent (%), correspond à la variation de volume induite par une variation d'humidité d'équilibre du bois, en dessous du point de saturation de la fibre (Psf). Il est calculé selon la formule suivante :

$$Cr = \frac{Rv}{Psf} * 100 \longrightarrow [8]$$

Où Psf est les point de saturation de la fibre, exprimé en pourcent (%) ; Rv est le retrait volumique total, exprimé en pourcent (%).

La variation de dimension se calcule avec la formule suivante :

$$\Delta l = \frac{\alpha \times \Delta H \times l}{100} \longrightarrow [9]$$

Où :

*l* 1 : est la dimension à H1

*l* 2 : est la dimension à H2

$$\Delta l = l1 - l2 \quad \Delta H = H1 - H2$$

## **2.4 Analyses statistiques**

### **2.4.1 Identification des essences utilisées pour les essais**

Après le dépouillement manuel des questionnaires, les données ont été compilées, saisies, traitées, puis synthétisées avec Microsoft Excel 2013 et analysées suivant l'outil de tableau croisé dynamique et le logiciel statistique SPSS.

### **2.4.2 Mise au point d'un séchage artificiel des bois pour la vérification dimensionnelle des bois choisis**

Après la conduite du séchoir longitudinal de marque lauber sur le terrain, les étapes de mise au points des tests pour vérification des variations des dimensions des essences ont été détaillées grâce à Microsoft Word 2013.

### **2.4.3 Etude sur l'effet des conditions de séchage artificiel sur la variation dimensionnelle de perte ou d'augmentation des dimensions des échantillons de bois**

Ici, L'analyse sera faite grâce au logiciel SPSS et l'outil de tableau croisé dynamique d'Excel

#### ***2.4.3.1 Statistiques descriptives***

Les statistiques descriptives des différents tests réalisés seront effectuées à l'aide du logiciel SPSS. Pour les données collectées auprès des menuisiers, les statistiques suivantes sont présentées : la moyenne des prix, l'écart type, et le nombre d'échantillons qui ont réellement été analysés.

#### ***2.4.3.2 Analyse de variations des dimensions à chaque étapes de séchage***

A l'aide du tableur Microsoft Excel 2013, une analyse de la rétractabilité a été faite sur les facteurs fixes, notamment l'aubier et le Duramen des essences testées.

(i) Aubier : pour les quatre essences que nous avons vu ses aubiers, leurs aubiers sont bien différenciables.

(ii) Duramen : les 10 essences ont le duramen bien différencié.

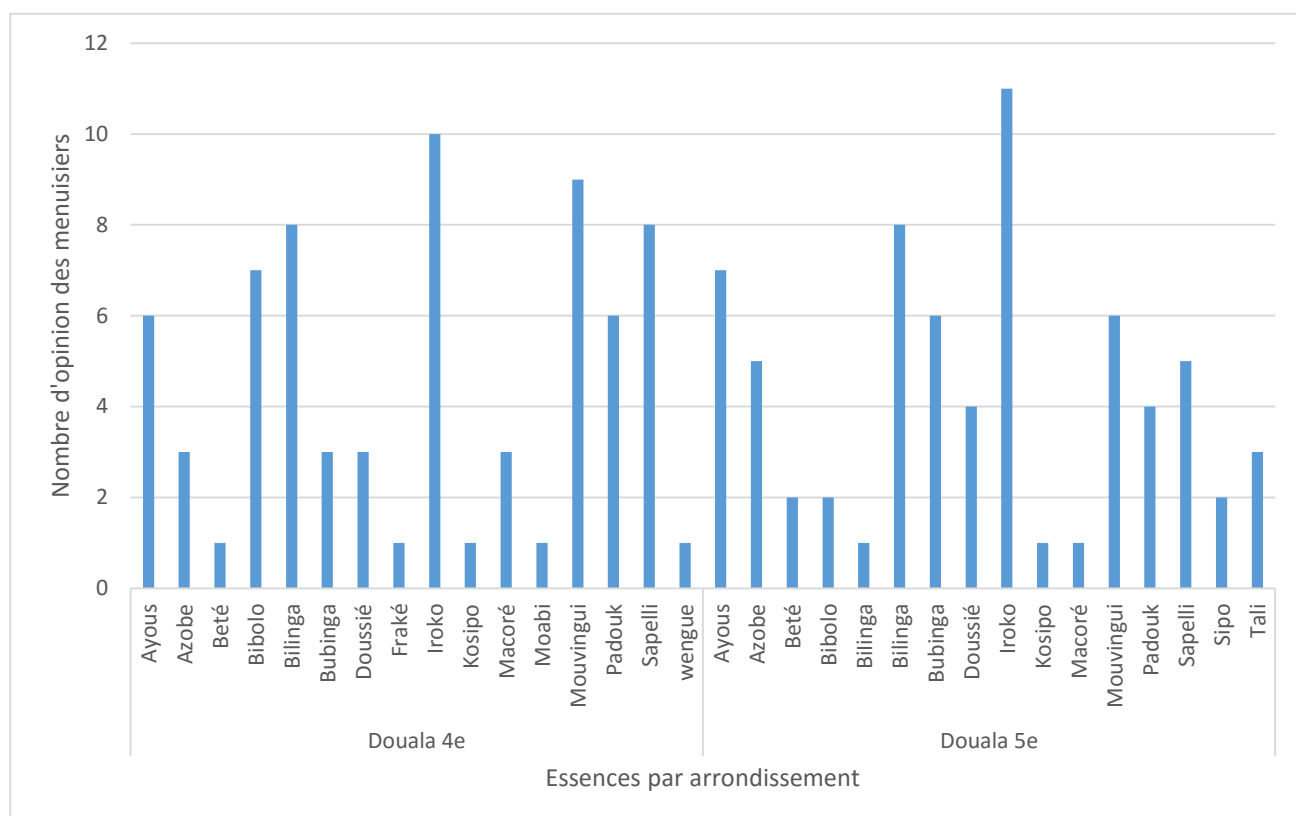
(iii) La majeure partie des 10 essences étudiées varient entre elles

## CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION

### 3.1 Détermination des essences utilisées pour la vérification des variations dimensionnelles ainsi que les raisons d'usages et de séchage

#### 3.1.1 Répartition des essences en fonction des unités de menuiserie artisanale

La figure 7 montre la répartition des essences en fonction des opinions des menuisiers du secteur artisanal



**Figure 7 : Répartition des essences en fonction des opinions des menuisiers du secteur artisanal**

Il relève de la figure 7 que dans l'arrondissement de Douala 4eme, les essences les plus utilisées sont l'iroko, le mouvingui, le bilinga, le sapelli suivi de l'ayous et du padouk. De plus, les moins utilisées sont le Beté, le Fraké, le Kosipo, le Moabi et le Wengué. Dans l'arrondissement de douala 5eme, les essences les plus utilisées dans les menuiseries artisanales sont notamment l'iroko, suivi du bilinga et l'ayous. Les moins utilisées sont le kosipo et le Macoré. La faible proportion d'utilisation de certaines essences de menuiserie peut être due aux prix de vente élevés sur les marchés.



### 3.1.2 Répartition des prix/coût d'achat des différentes essences

Le tableau 3 montre la répartition des prix d'achat moyen des essences utilisées dans les menuiseries artisanales

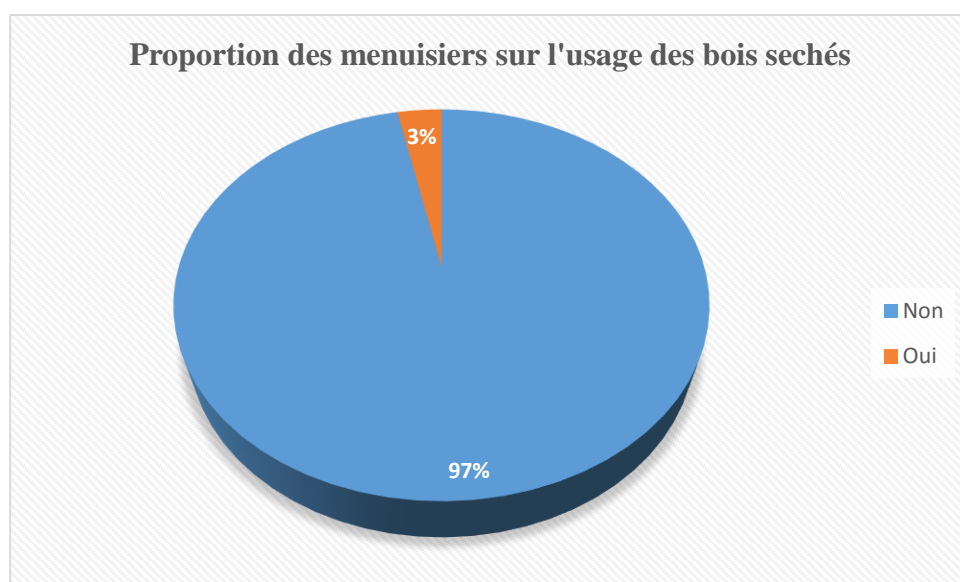
**Tableau 3: Répartition des prix d'achat moyen des essences utilisées dans les menuiseries artisanales**

Prix d'achat des essences avec les marges d'erreur par arrondissement interviewé						
Essences	Douala 4e		Douala 5e		Total du Prix d'achat moyen des planches de 220*40*5	Total Écartype du Prix d'achat des planches de 220*40*5
	Prix d'achat moyen d'une planche de 220*40*5 en FCFA	Écartype du Prix d'achat d'une planche de 220*40*5 En FCFA	Prix d'achat moyen d'une planche de 220*40*5 En FCFA	Écartype du Prix d'achat d'une planche de 220*40*5 En FCFA		
Ayous	4750	381	4708	365	4729	374
Azobe	6000	0	6300	748	6187	609
Beté	9000	0	10000	0	9500	500
Bibolo	5500	534	5250	250	5444	496
Bilinga	6125	649	6375	1111	6250	918
Bubinga	6335	942	6700	1886	6562	1609
Doussié	5166	471	7625	1386	6571	1635
Fraké	8000	0	7500	0	8000	0
Iroko	5500	774	5522	757	5511	765
Kosipo	7500	0	6500	0	7000	500
Macoré	9833	1840	10000	0	9875	1595
Moabi	8500	0	8000	0	8500	0
Mouvingui	5500	781	4833	372	5233	727
Padouk	5583	448	4875	216	5300	509
Sapelli	5500	790	6000	1369	5666	1047
Sipo	8000	0	7250	750	7250	750
Tali	7500	0	8000	0	8000	0
wengue	9000	0	7500	0	9000	0
<b>Total général</b>	<b>5943</b>	<b>1370</b>	<b>6039</b>	<b>1494</b>	<b>5988</b>	<b>1430</b>

Il ressort du tableau 3 que les essences moins couteuses sur le marché des deux arrondissements étudiés sont notamment l'Ayous avec un prix moyen de  $4729 \pm 374$  frs suivi du Mouvingui avec un prix moyen de  $5233 \pm 727$  Frs et l'essence la plus couteuse est le Wengue avec un prix moyen stable de 9000frs. Les prix des essences qu'ils utilisent pourraient justifier le fait que les menuisiers ne tiennent pas compte des classes d'emploi mais se basent plutôt sur des prix de vente des essences pour faire le choix des bois à utiliser pour la réalisation des mobiliers.

### 3.1.3 Répartition des menuisiers en fonction de leurs avis sur l'usage du bois séché

La figure 8 présente la proportion des menuisiers sur l'usage des bois séchés

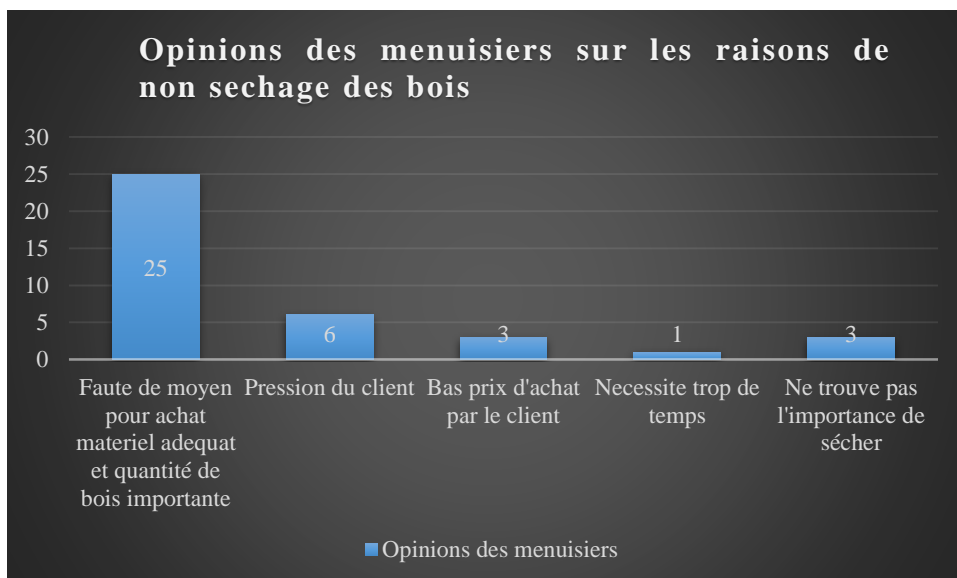


**Figure 8** : proportion des menuisiers sur l'usage des bois séchés

Il ressort de la figure 8 que 97% de menuisiers ne sèchent pas leurs bois avant usage. Par contre, 3% le fait avant utilisation. Ce qui pourrait justifier le fait que le travail sur la finition des ouvrages séchés ainsi que les déformations sur ces ouvrages à court et à long terme sont réduits.

### 3.1.4 Différentes raisons du non séchage des bois utilisés

La figure 9 montre la proportion des menuisiers par rapport aux différentes raisons de non séchage des essences

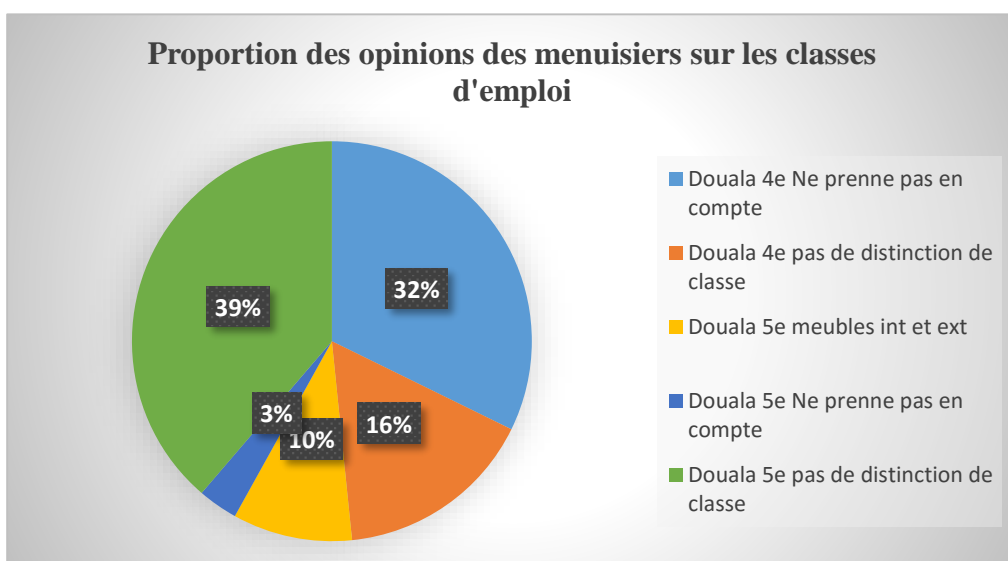


**Figure 9 : Proportion des menuisiers par rapport aux différentes raisons de non séchage des essences**

Il ressort de la figure 9 que 66 % de menuisiers ne sèchent pas leurs bois pour des raisons de manque de moyen financier pour achat de matériel adéquat et d'une quantité importance de bois; suivi de 16% qui ne le font pas à cause de la pression des clients et 2% mentionne que le séchage nécessite trop de temps.

### 3.1.5 Opinions des menuisiers des secteurs artisanaux sur les classes d'emploi des essences

La figure 10 montre la proportion des opinions des menuisiers sur la classe d'emploi des essences.

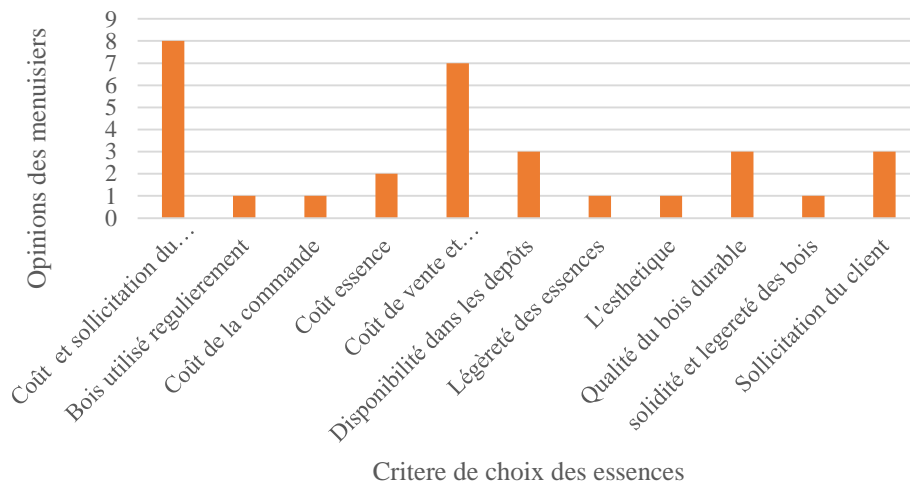


**Figure 10: Opinions des menuisiers sur la classe d'emploi des essences.**

Il ressort de la figure 10 que 39% de menuisiers de l'arrondissement de Douala 5<sup>e</sup> ne distinguent pas les classes d'emploi des essences lors de la fabrication de leur ouvrage. De plus, 3% ne prennent pas en compte les classes d'emploi des essences et 10% utilisent leurs essences pour les meubles intérieurs et extérieurs. Dans l'arrondissement de Douala 4<sup>e</sup>, 32% de menuisiers ne prennent pas en compte les classes d'emploi des essences, suivi de 16% qui ne font pas de distinction de classe d'emploi. L'ensemble de tout ceci pourrait être la cause de déformation des ouvrages et donc non de qualité entraînant ainsi la perte de la clientèle à court et à long terme.

### 3.1.6 Opinions des menuisiers des secteurs artisanaux sur le choix des essences

La figure 11 montre la répartition des critères de choix des essences en fonction du nombre d'opinion des menuisiers

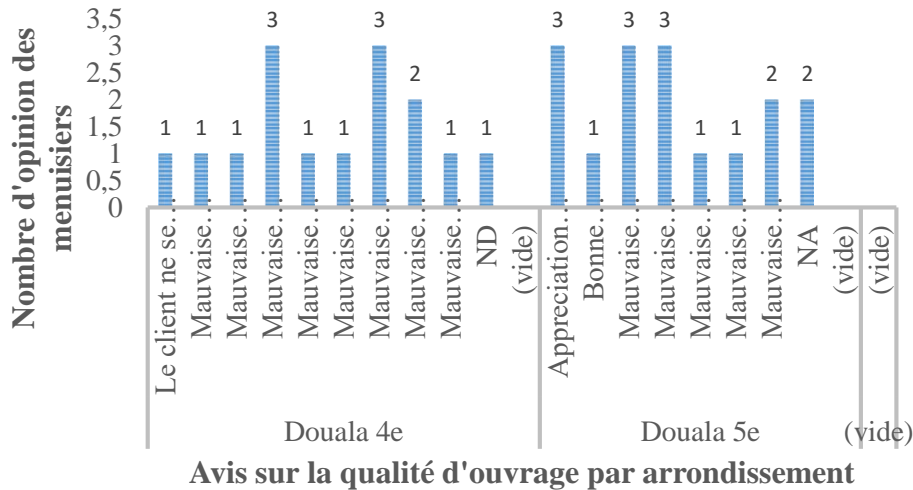


**Figure 11 : Répartition des critères de choix des essences en fonction du nombre d'opinion des menuisiers**

Il ressort de la figure 11 que dans les deux arrondissements étudiés, 25% de menuisiers ont dit qu'ils se basent sur le prix de vente des essences et sur ce que le client sollicite pour choisir l'essence à utiliser pour l'ouvrage. Suivi de 22% qui se basent en plus du coût de l'essence, de la disponibilité dans les dépôts. La figure montre que l'aspect le plus évoqué des critères listés reste le prix/coût de vente des essences. Ce qui pourrait être l'une des raisons qui explique le non-respect des classes d'emploi des essences.

### 3.1.7 Opinions des menuisiers des secteurs artisanaux sur l'appréciation de la qualité des ouvrages par les clients

La figure 12 montre la répartition de l'avis sur la qualité d'ouvrage en fonction des opinions des menuisiers



**Figure 12 : Répartition de l'avis sur la qualité d'ouvrage en fonction des opinions des menuisiers**

La figure 12 indique que dans l'arrondissement de Douala 4<sup>e</sup>, 10% de menuisiers ont mentionné que les clients n'apprécient pas la qualité de l'ouvrage à long terme, suivi de 10% qui signalent aussi que les clients n'apprécient pas la qualité à court terme. Ce qui pourrait justifier la perte de leurs clientèles. Dans l'arrondissement de Douala 5<sup>e</sup>, les menuisiers sont confrontés au même problème puisque les proportions montrent que 10% de menuisiers signalent que leurs clients n'apprécient pas la qualité à court et à long terme respectivement. Des 100% des menuisiers interviewés, seuls 16% contre 74% apprécient la qualité de leurs mobiliers à court et à long terme et les 10% restants n'ont pas l'avis de leurs clients concernant la qualité des ouvrages à court et à long terme.

## 3.2 Mise au point d'un séchage à séchoir artificiel pour la vérification dimensionnelle des bois choisis

### 3.2.1 Conduite du procédé de séchage

Le séchoir que nous avons utilisé pour la réalisation de nos études est un séchoir artificiel longitudinal de marque Lauber. Ce dernier est conduit comme suit : les échantillons (pièces d'expérience et pièces témoins) à sécher étant préparés au préalable, un paramètre important a

été pris (Taux d'humidité, Figure 13a) et ensuite les pièces sont posés longitudinalement de façon superposées et inter reliées à l'aide des intercalés faits en aluminium (Figure 13b). Après la superposition des pièces, les pièces de bois ont été mortaisées à l'aide d'une mèche de 8 et au diamètre des électrodes ou des sondes à capteur qu'on les relie aux pièces de bois pour capter la température et l'humidité ambiante et renvoyer au niveau de la partie relation, située à l'extérieur du séchoir (voir figure 13c). Les capteurs étant déjà fixés sur les échantillons, les feuilles aluminiums sont posées dessus pour couvrir la surface du bois dans le but de contenir la chaleur dans le séchoir et orienter la direction de l'air (13d). Enfin nous fermons le séchoir et nous le mettons en marche et nous réglons le temps de séchage en fonction du taux d'humidité contenir dans le bois, ainsi que la température du milieu (figure 13e). Il est préférable de régler sur le bouton continu quand le séchoir est actionné pour qu'après le préchauffage/ressuyage, le séchage proprement dit continue automatiquement.



13a



13b



13c



13d



13e

**Figure 13 : Eléments illustrant le procédé de séchage**

### 3.2.1 Etat des échantillons de bois après séchage

Après séchage, plusieurs essences ont subi des fendillements à l'instar du Bilinga, Bubinga, Padouk et Mouvingui (figure 14). Ce qui pourrait justifier le fait que ces bois sont nerveux. Or les bois nerveux sont susceptibles aux attaques par les agents biologiques raison pour laquelle les classes d'emploi de ces dernières doivent être bien respectées.



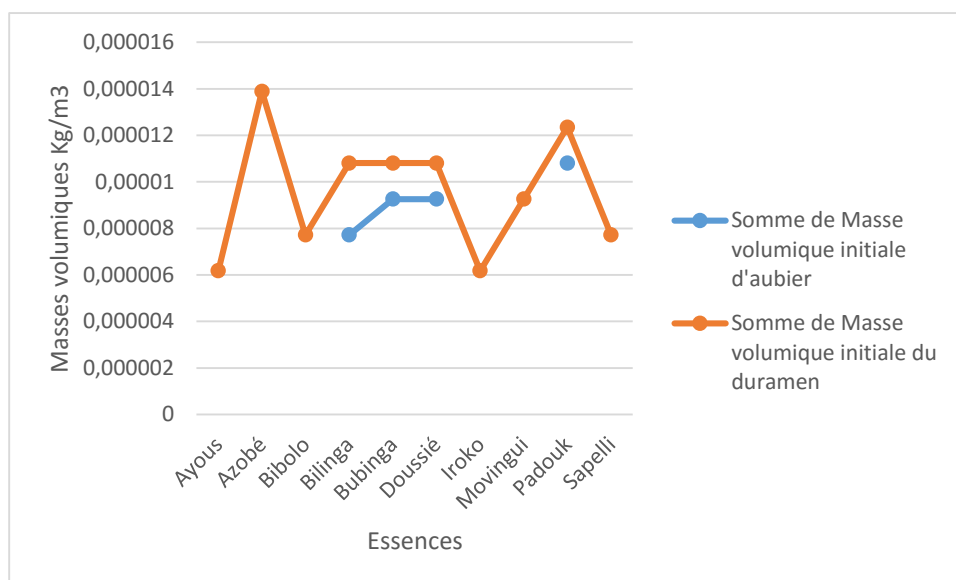
**Figure 14: Etat de certains échantillons après séchage**

### 3.3 Etude sur l'effet des conditions de séchage artificiel sur la variation dimensionnelle de perte ou d'augmentation des dimensions des échantillons de bois

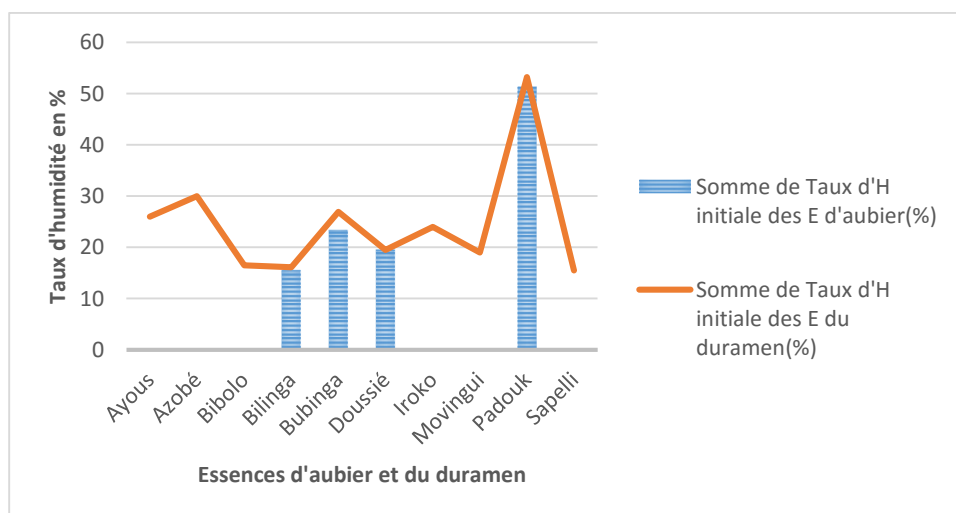
#### 3.3.1 Masse volumique et taux d'humidité des échantillons d'aubier et de duramen d'aubier et de duramen à chaque stade de prise des mesure

### 3.3.1.1 Masse volumique et taux d'humidité initiaux des échantillons d'aubier et du duramen

Les figures 15 et 16 montrent respectivement la répartition des masses volumique et taux d'humidité initiaux en fonction des essences testées



**Figure 15: Répartition des masses volumique en fonction des essences testées**



**Figure 16 : Taux d'humidité initiaux en fonction des essences testées**

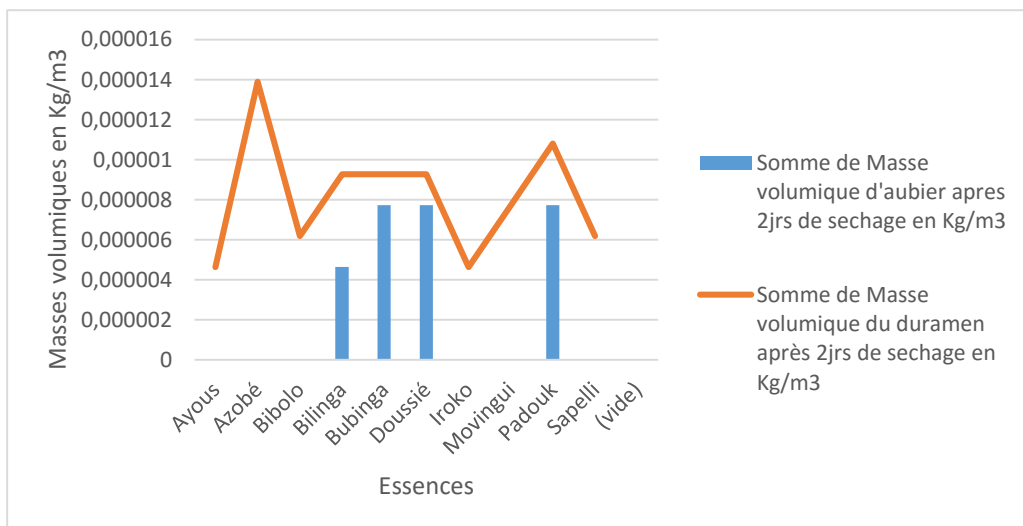
La figure 15 indique que la masse volumique du duramen d'azobé est plus grande  $1,38889 \times 10^{-5}$  kg/m<sup>3</sup> que le duramen des autres essences telles que le padouk suivi du Bilinga, du Bubinga et du Doussié. Les essences qui ont une masse volumique très faible et donc classées de bois



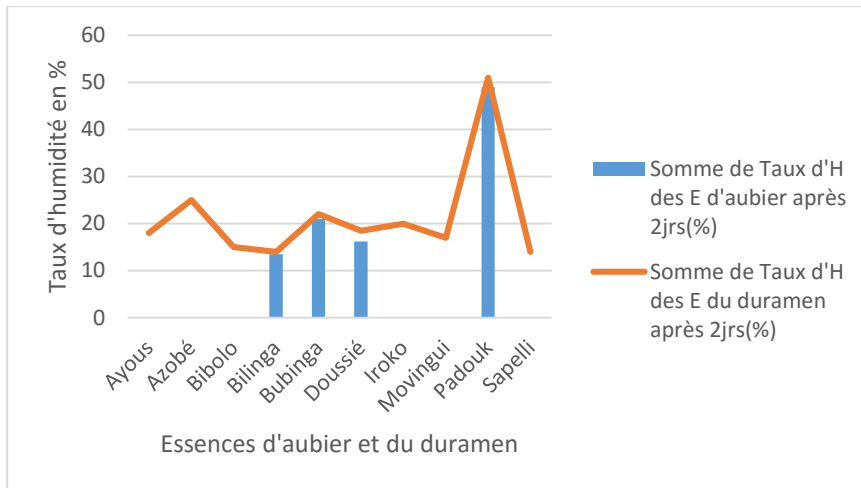
légers sont notamment l'Ayous et Iroko ( $6,17284E-06 \text{ kg/m}^3$ ). Le bois du duramen d'azobe est donc classé comme bois très lourd et le padouk comme bois lourd. Le Bilinga, Bubinga et le Doussié sont considérés comme bois mi-lourd. Ces différences de masse peuvent être dues à l'origine des bois et de leurs conditions de croissance. La figure 15 montre également que l'aubier de toutes les essences qui y figurent à une masse volumique inférieure à celle de leurs duramens. Donc il existe une différence des masses volumiques entre le bois du duramen et le bois d'aubier. Ce résultat corrobore à celui de Doucet Robin, 2018 qui trouve également que la masse volumique du bois d'aubier est inférieure à la masse volumique du bois du duramen. Concernant les taux d'humidité, il ressort de la figure 16 qu'au départ c'est le padouk du duramen qui avait un taux d'humidité important (53,2%) ainsi que celui de l'aubier (51,3%). Dans la moindre importance, nous avons le Bibolo et le Bilinga. Ces dernières ont également les mêmes masses volumiques. Ce qui pourrait se justifier par le fait que l'humidité conditionne le poids du bois. Or, le padouk qui a un taux d'humidité élevé à une faible masse volumique comparé à l'azobé qui a une masse volumique élevée et un faible taux d'humidité. Ce qui pourrait s'expliquer par le fait que l'azobé de par sa nature est un bois lourd.

### 3.3.1.2 Masse volumique et taux d'humidité des échantillons d'aubier et du duramen à la fin du préchauffage (02) jours

Les figures 17 et 18 présentent respectivement la répartition de la masse volumique et du taux d'humidité d'aubier ainsi que celui du duramen à la fin du préchauffage (02) jours, en fonction des essences testées.



**Figure 17: Répartition des masses volumique à la fin du préchauffage en fonction des essences étudiées**

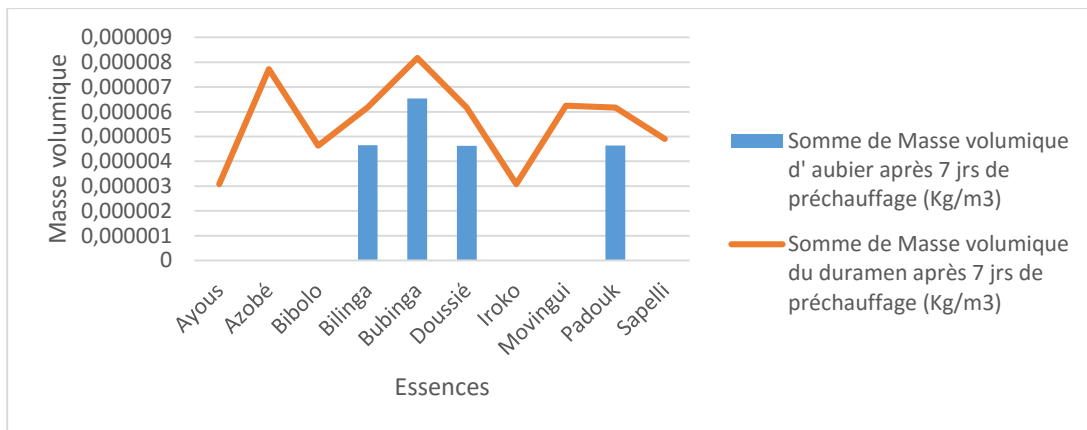


**Figure 18 : Taux d'humidité d'aubier et du duramen à la fin du préchauffage en fonction des essences étudiées**

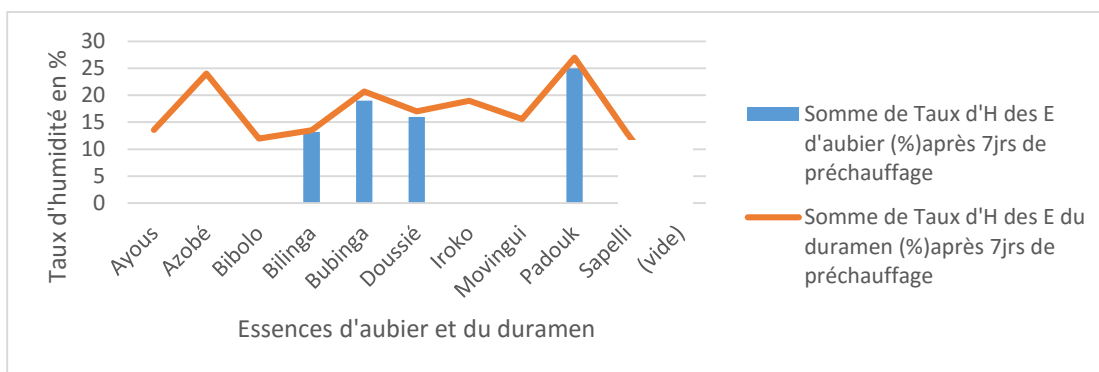
Il ressort de la figure 17 qu'après le préchauffage, la masse volumique du duramen d'azobé reste celle qui emporte sur celles d'aubier et le duramen des autres essences avec une valeur de  $1,38889E-05\text{kg/m}^3$ . A ce niveau, nous n'observons pas de changement de masse comparé aux valeurs initiales. Ce qui pourrait expliquer le fait que le ressuyage de l'eau libre dans le bois n'a pas d'influence sur les paramètres qui entraînent les variations dimensionnelle des essences. S'agissant des taux d'humidité, la figure 18 montre une légère baisse de la teneur en eau dans nos échantillons à l'instar du padouk qui prend la valeur 51% et donc avec une perte d'eau de 2,3% ainsi que le bois d'aubier de ce dernier. Les masses restent stables qu'au départ, ce qui expliquera le fait que le taux hygroscopique n'a pas encore baissé de manière significative d'où la non variation des masses volumiques.

### ***3.3.1.3 Masse volumique et taux d'humidité des échantillons d'aubier et du duramen 07 jours après le préchauffage***

Les figures 19 et 20 présentent la répartition de la masse volumique et le taux d'humidité d'aubier ainsi celui du duramen 7 jours après le préchauffage en fonction des essences



**Figure 19: Répartition de la masse volumique 7 jours après le préchauffage en fonction des essences**



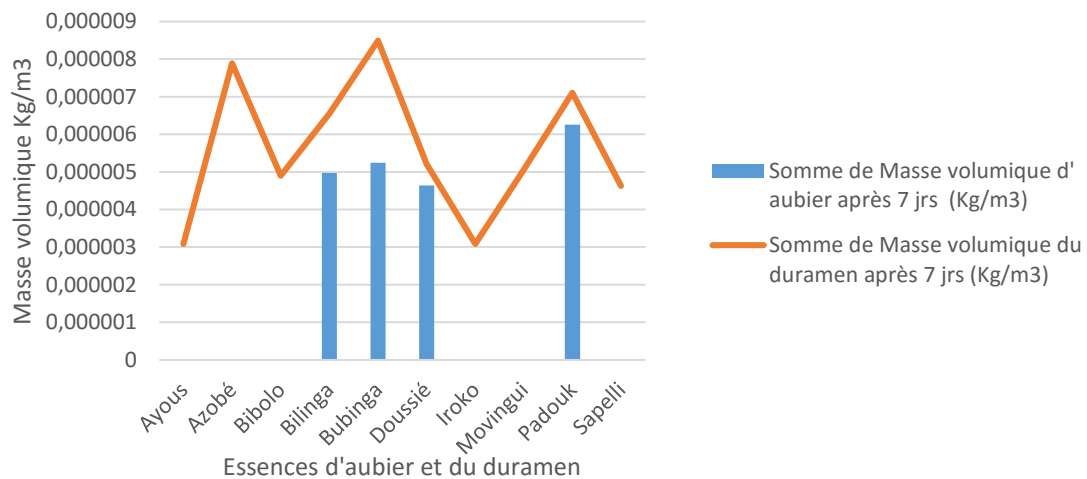
**Figure 20 : Taux d'humidité d'aubier et du duramen 7 jours après le préchauffage en fonction des essences**

La figure 19 indique que 07 jours après le préchauffage, la masse volumique du bois du duramen du Bubinga domine sur celui d'azobe avec une valeur de  $8,16993E-06 \text{ kg/m}^3$  donc la masse volumique de l'azobe baisse plus vite que celui du Bubinga. Cette baisse s'observe sur l'ensemble des essences à aubier et à duramen représentées. Ce qui expliquera le fait que le niveau de séchage commence à influencer les paramètres de variation dimensionnelle. Il convient de noter que le bois de l'aubier reste toujours avec une masse volumique inférieure à celui du duramen.

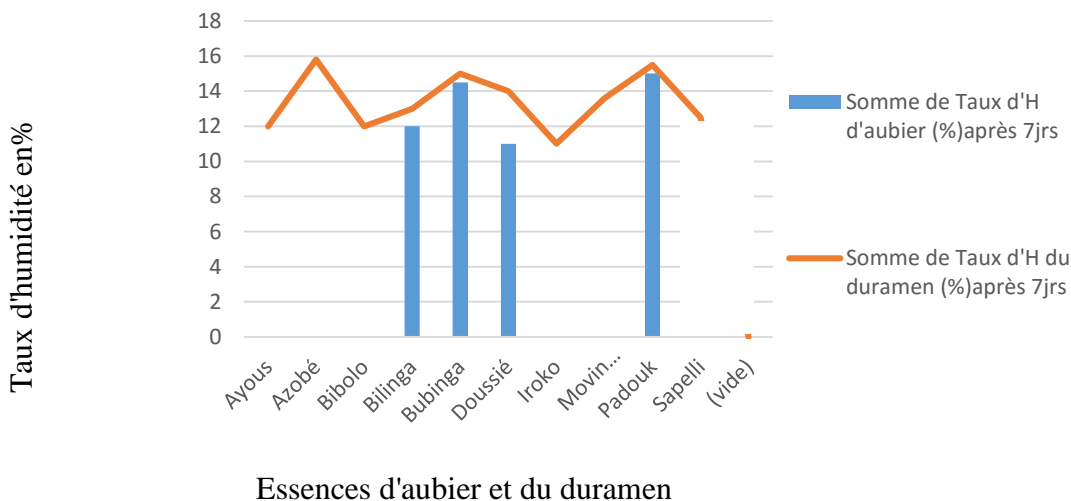
Parlant des taux d'humidité la figure 20 montre une baisse progressive des taux d'humidité des échantillons qui s'accompagne avec les masses volumiques. Il ressort également de cette figure que le padouk qui avait une teneur en eau élevée baisse plus vite que l'Azobé qui avait une teneur en eau un peu plus faible. Les taux d'humidité des échantillons du duramen restent dominants sur ceux d'aubier. Donc la contenance de l'eau dans le duramen est plus élevée que dans celui d'aubier, ça pourrait être l'une des raisons qui montre que le bois de l'aubier sèche plus vite que celui du duramen.

### 3.3.1.4 Masse volumique et taux d'humidité des échantillons d'aubier et du duramen après 07 jours de séchage, fin de séchage

Les figures 21 et 22 présentent respectivement la répartition de la masse volumique et des taux d'humidité d'aubier ainsi que celui du duramen en fonction des essences après 7 jours de séchage



**Figure 21: répartition de la masse volumique en fonction des essences après 7 jours de séchage**

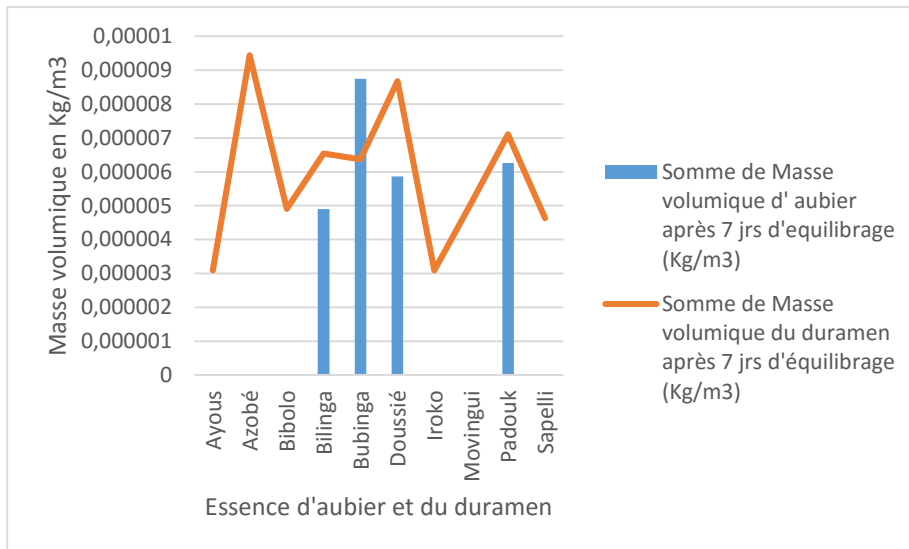


**Figure 22 : Taux d'humidité d'aubier et du duramen en fonction des essences après 7 jours de séchage**

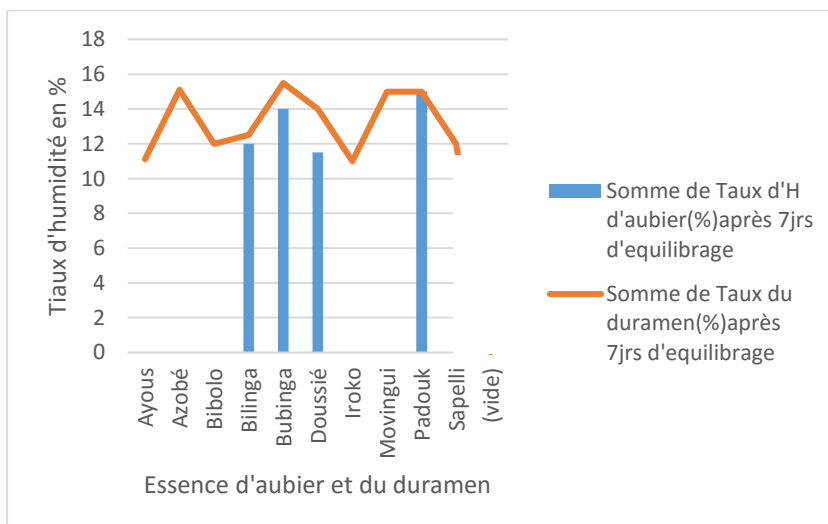
Il ressort des figures 21 et 22 que les bois du duramen et d'aubier (Bubinga, Azobé et le Padouk) qui ont les masses volumiques plus élevés ont un taux d'humidité également important. La diminution des taux d'humidité s'accompagne de la diminution des masses volumiques. Le taux d'humidité des bois du duramen est plus élevé que dans le bois d'aubier. Ce résultat est semblable à celui de Doucet Robin, 2018

### 3.3.1.5 Masse volumique et taux d'humidité des échantillons d'aubier et du duramen après 07 jours d'équilibrage

Les figures 23 et 24 présentent respectivement la répartition de la masse volumique et du taux d'humidité d'aubier et du duramen en fonction des essences après 7 jours d'équilibrage



**Figure 23: Masse volumique après 07 jours d'équilibrage**



**Figure 24 : Taux d'humidité des échantillons d'aubier et du duramen après 07 jours d'équilibrage**

IL ressort des figures 23 et 24 qu'après équilibrage, on constate que le bois du duramen d'Azobe augmente de masse volumique malgré la diminution du taux d'humidité (de 15,8 à 15,1%). Il en est de même pour le bois du duramen du Bubinga (de 15 à 15,5%). Nous notons également que 50% des échantillons d'aubier (Bubinga et Doussié) ont subi une augmentation de masse volumique qui s'accompagne de l'augmentation du taux d'humidité. Ce qui pourrait justifier par

le fait qu'a l'équilibrage, certains bois se gorgent facilement de l'humidité et donc pas propice pour la menuiserie extérieure.

### 3.3.2 Retrait volumique total d'aubier et de duramen

#### 3.3.2.1 Retrait volumique total d'aubier et du duramen à l'état anhydre/sec

Le tableau 3 montre la répartition des retraits volumiques totaux d'aubier et du duramen en fonction des essences étudiées

Tableau 3 : Répartition des retraits volumiques totaux d'aubier et du duramen en fonction des essences étudiées à l'état sec

Essences testées	Somme de Retrait volumique total des échantillons d'aubier (%)	Somme de Retrait volumique total des échantillons du duramen (%)
Ayous		0
Azobé		2,22222222
Bibolo		5,55555556
Bilinga	6,838425926	5,791666667
Bubinga	11,77777778	9,160185185
Doussié	0,25	11,11111111
Iroko		0
Movingui		8,703703704
Padouk	1,358333333	13,08641975
Sapelli		0
<b>Total général</b>	<b>20,22453704</b>	<b>55,6308642</b>

Le tableau 3 indique que 70% d'échantillon du duramen ont subi de retrait volumique d'une proportion de 55,6% et 30% n'ont pas subi de retrait à l'instar de l'ayous, de l'iroko et du Sapelli. Le bois du duramen qui a subi un retrait volumique moyen de 13% c'est le Padouk suivi du Doussié et du Bubinga avec un retrait moyen de 11% et 9% respectivement. Les autres bois de duramen ont subi un retrait faible < 9%. Il convient de noter que les échantillons d'aubier représentés dans ce tableau ont tous subi les retraits volumiques moyens comparé à celui du duramen que 30% ne l'on pas subi. Ce qui expliquera le fait qu'il est plus conseiller d'utiliser le bois du duramen que celui d'aubier. Le bois d'aubier et de duramen reste cependant dans la classe de retrait moyen et faible (< ou = à 13%). Ce résultat ne corrobore pas à celui de Doucet robint qui a trouvé plutôt en 2018 que le bois du duramen et d'aubier sont classés dans la catégorie des retraits moyens uniquement. L'aubier montre ici une valeur de retrait inférieure à celle du duramen. Cette différence de retrait entre les deux pourrait créer des contraintes dans les pièces composées d'aubier et de duramen. Cette différence est confirmée aussi par Kollmann et al. (1968) et Winandy (1994).

### 3.3.2.2 Retrait volumique total d'aubier et du duramen après équilibrage

Le tableau 4 montre la répartition des retraits volumiques totaux d'aubier et du duramen en fonction des essences étudiées

**Tableau 4 : Répartition des retraits volumiques totaux d'aubier et du duramen en fonction des essences étudiées après équilibrage**

Essences testées	Somme de Retrait volumique total des échantillons d'aubier (%)	Somme de Retrait volumique total des échantillons du duramen (%)
Ayous		0
Azobé		1,977777778
Bibolo		5,555555556
Bilinga	5,555555556	5,555555556
Bubinga	11,77777778	3,091666667
Doussié	0,25	11,11111111
Iroko		0
Movingui		8,703703704
Padouk	1,358333333	13,08641975
Sapelli		0
<b>Total général</b>	<b>18,94166667</b>	<b>49,08179012</b>

Le tableau 4 montre qu'après équilibrage, seul le duramen du Bubinga a subi un retrait faible de 6% de plus suivi du bois d'aubier du Bilinga qui a subi également un retrait faible d'1,2%. Donc, en ce qui concerne le retrait volumique total des bois représentés dans ce tableau, il ressort que les essences qui n'ont pas subi de retrait et donc conseiller prioritairement pour la fabrication des ouvrages de menuiserie sont notamment l'Ayous, l'Iroko et le Sappeli. Ce retrait volumique a permis de caractériser le changement de volume du bois suite à des variations hygroscopiques en-deçà du point de saturation de la fibre. Plus le retrait est grand, plus nos échantillons ont perdu en volume au séchage. Aucune de ces essences ne semble présenter de valeur à risque. Ce résultat corrobore à celui de **Spear et al., 2006; Leboucher, 2014** qui ont également trouvé leurs retraits volumiques qui ne semblaient pas présenter les valeurs de risque. Néanmoins, il est primordial de laisser les essences atteindre l'équilibre hygroscopique lié aux conditions de mise en œuvre avant de les travailler ou de les utiliser. Cependant, le retrait volumique total seul ne permet pas de définir la stabilité du bois.

### 3.3.3 Retrait radial, tangentiel et longitudinal total des échantillons d'aubier et de duramen à l'état sec et à l'équilibrage

#### 3.3.3.1 Retrait radial, tangentiel et longitudinal total des échantillons d'aubier et du duramen à l'état sec

Le tableau 5 indique les retraits radial, tangentiel et longitudinal des échantillons d'aubier et du duramen

**Tableau 5 : Retraits radial, tangentiel et longitudinal des échantillons d'aubier et du duramen à l'état sec**

Essences étudiées	Somme de Retrait radial total des échantillons d'aubier en (%)	Somme de Retrait radial total des échantillons du duramen en (%)	Somme de Retrait tangentiel total des échantillons d'aubier en (%)	Somme de Retrait tangentiel total des échantillons du duramen en (%)	Somme de Retrait longitudinal total des échantillons d'aubier en (%)	Somme de Retrait longitudinal total des échantillons du duramen en (%)
Ayous		0		0		0
Azobé		2,22222222		0		0
Bibolo		0		5,55555556		0
Bilinga	1,11111111	0	5,55555556	5,55555556	0,25	0,25
Bubinga	0	3,33333333	11,11111111	5,55555556	0,75	0,5
Doussié	2,555122156	0	3,55555552	11,11111111	0,25	0
Iroko		0		0		0
Movingui		3,33333333		5,55555556		0
Padouk	1,11111111	2,22222222	0	11,11111111	0,25	0
Sapelli		0		0		0
<b>Total général</b>	<b>4,773443782</b>	<b>11,11111111</b>	<b>20,22222287</b>	<b>44,44444444</b>	<b>1,5</b>	<b>0,75</b>

Le tableau 5 indique qu'au niveau du retrait radial, 40% contre 60% ont subi un retrait faible < à 3,8%. Concernant les échantillons d'aubiers, 75% contre 25% ont subi de retrait faible. S'agissant du retrait tangentiel, 60% des échantillons du duramen contre 40% ont subi un retrait moyen et fort. Parlant du retrait longitudinal, 20% des échantillons du duramen contre 80% ont subi un retrait faible. Tous les échantillons d'aubier ont subi de retrait longitudinal faible. De façon générale, il ressort du tableau que le retrait des échantillons du duramen et d'aubier est très accentué dans le sens tangentiel, suivi du sens radial et enfin du sens longitudinal ou axial. La majeure partie des d'échantillons d'aubier (75% et plus) ont subi de retrait dans tous les sens.



Les essences qui ne subissent pas de retrait dans les trois sens (radial, tangentiel et longitudinal) restent toujours l'Iroko, l'Ayous et le Sapelli.

### 3.3.3.2 Retrait radial total, tangentiel et longitudinal des échantillons d'aubier et du duramen à l'état d'équilibrage

Le tableau 6 indique les retraits radial, tangentiel et longitudinal des échantillons d'aubier et du duramen

**Tableau 6 : Retraits radial, tangentiel et longitudinal des échantillons d'aubier et du duramen après équilibrage**

Essences testées	Somme de Retrait radial total des échantillons d'aubier en (%)	Somme de Retrait radial total des échantillons du duramen en (%)	Somme de Retrait tangentiel total des échantillons du duramen en (%)	Somme de Retrait tangentiel total des échantillons d'aubier en (%)	Somme de Retrait longitudinal total des échantillons d'aubier en (%)	Somme de Retrait longitudinal total des échantillons du duramen en (%)
Ayous		0	0			0
Azobé		2,222222222	0			0,25
Bibolo		0	5,555555556			0
Bilinga	0	0	5,555555556	5,555555556	0	0
Bubinga	0	3,333333333	0	11,11111111	0,75	0,75
Doussié	0	0	11,11111111	5,555555556	0,25	0
Iroko		0	0			0
Movingui		3,333333333	5,555555556			0
Padouk	1,111111111	2,222222222	11,11111111	0	0,25	0
Sapelli		0	0			0
<b>Total général</b>	<b>1,111111111</b>	<b>11,11111111</b>	<b>38,88888889</b>	<b>11,11111111</b>	<b>1,25</b>	<b>1</b>

Il ressort du tableau 6 qu'après équilibrage, les échantillons du duramen subissent toujours un retrait très accentué dans le sens tangentiel, suivi du sens radial et enfin dans le sens longitudinal malgré les petites variations observées. Un échantillon du duramen (Bubinga) a subi le gonflement dans le sens de la longueur.

### 3.3.4 Coefficient de rétractabilité volumique d'aubier et de duramen à l'état sec

Le tableau 7 montre les coefficients de rétractabilité volumique des échantillons étudiés

**Tableau 7 : Coefficients de rétractabilité volumique des échantillons étudiés**

Essences testées	Somme de Coefficient de rétractabilité des échantillons d'aubier en %	Somme de Coefficient de rétractabilité des échantillons du duramen en %
Ayous		0
Azobé		0,07407407407
Bibolo		0,1851851852
Bilinga	0,2279475309	0,1930555556
Bubinga	0,3925925926	0,3053395062
Doussié	0,0083333333	0,3703703704
Iroko		0
Movingui		0,2901234568
Padouk	0,0452777778	0,4362139918
Sapelli		0
<b>Total général</b>	<b>0,54812346</b>	<b>1,85436214</b>

Le tableau 7 indique que le coefficient de rétractabilité volumique est plus élevé chez les échantillons du duramen du Padouk, suivi du Doussié. En dehors de l'Azobé qui possède le coefficient de rétractabilité faible, le Bubinga, le Movingui, le Bibolo et le Bilinga possèdent un coefficient de rétractabilité moyen ( $<0,35\%$ ) et sont donc qualifiés de bois « peu nerveux ». Le Padouk et le Doussié sont à cet effet qualifiés de bois « nerveux ». Ce qui pourrait justifier le fait que le Padouk a subi un fendillement après séchage. Ce coefficient nous a permis aussi de déterminer l'intensité du retrait du bois. Cette indication est utile pour déterminer la stabilité du bois en œuvre. En effet, si le bois présente un coefficient de rétractabilité volumétrique élevé, une faible variation des conditions de mise en œuvre peut induire des retraits pouvant mettre en péril la stabilité de l'ouvrage. Le Padouk et le Doussié semblent à priori sensible aux variations alors d'autres essences qui ont une valeur ( $\alpha < 0,35\%$ ) ne le serait que moyennement. L'Azobé ne sera presque pas. Le sappelé, L'ayous et l'Iroko ne subiront pas de variation.

## **Stabilité en service**

La compilation des propriétés discutées ci-haut permet de donner une estimation de la stabilité des essences une fois mise en service. Que ce soit en extérieur ou en intérieur, les conditions de mise œuvre varient en induisant des variations d'humidité du bois. Le padouk, le Doussié, qualifiés de bois nerveux dans cette étude, va fortement réagir à ces variations et changer de volume. L'anisotropie du padouk étant élevé ( $>2$ ), les pièces sont plus enclines à se déformer comparé au Doussié et autres essences étudiées. Le Bubinga, le Mouvingui, le Bibolo et le Bilinga étant peu nerveux réagiront moins aux variations des conditions ambiantes et les pièces ne se déformeront pas car leur anisotropie est normal et donc  $< 2$ . Le Bubinga, le Mouvingui, le Bibolo et le Bilinga suivi de l'Azobé ayant une nervosité moyenne et faible semble mieux convenir que le padouk et le Doussié à des emplois demandant une stabilité. Pour les emplois demandant une bonne stabilité, le Sapelli, l'Ayous et l'Iroko sont conseillés à l'issue de cette étude. Le padouk et le Doussié à cause de leurs nervosités ne sont donc pas adaptés aux emplois suivants : les bardages et revêtements extérieurs, les panneaux brises vent et pergolas, les fenêtres et portes, les brises soleil, le lambris et l'ébénisterie.

## **CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS**

### **1. Conclusion générale**

Au terme de la présente étude portant sur l'étude de la stabilité dimensionnelle des bois après séchage pour l'amélioration de la qualité des mobiliers des menuiseries artisanales dans la région du littoral au Cameroun, il ressort que les essences les plus rencontrées dans les menuiseries artisanales pour la fabrication des ouvrages étaient l'Iroko, Mouvingui et Bilinga etc. Les bois faiblement utilisées dans ces menuiseries pour la fabrication des mobiliers sont notamment le Beté, Fraké, Kosipo, Moabi, Wengué et le Macoré. Les essences moins couteuses sur le marché des deux arrondissements étudiés sont notamment l'Ayous suivi du Mouvingui et celle la plus couteuse est le Wengue. Un total de 97% de menuisiers ne fait pas le séchage de bois avant usage pour la raison principale de manque de moyen financier. Pour ce faire, ces menuisiers font le choix des essences utilisées en se focalisant sur le prix de vente des essences, la sollicitation/choix des clients et la disponibilité de ces dernières dans les dépôts de bois. La conduite du séchage a subi plusieurs étapes qui sont entre autres le classement des échantillons de façon longitudinale et intercalé dans le séchoir, le préchauffage, le séchage proprement dit et enfin l'équilibrage. A la fin de ce procédé de séchage, certains échantillons ont subi de fendillement. Les données collectées et analysées ont montré que les essences qui gardent leurs stabilités après séchage sont notamment l'Ayous, Iroko et le Sapelli et leurs intensités de retrait est nulles. Il convient de noter que le Padouk a un coefficient de rétractabilité le plus élevé et l'Azobé possède le coefficient de rétractabilité le plus faible. Notons aussi que pour les échantillons à dimensions variables, le retrait est plus prononcé dans le sens tangentiel, suivi du sens radial et du sens longitudinal.

Au vue de ce qui précède, quelques recommandations ont été formulées pour permettre de sensibiliser et de recycler des menuisiers du secteur artisanal et d'autres acteurs concernés.

### **2. Recommandations**

#### **A L'endroit des menuisiers**

De prévoir une aire de séchage à l'air libre ; d'utiliser les essences telles que le Sapelli, l'Iroko et l'Ayous qui s'adaptent le mieux aux variations dimensionnelles ; de s'organiser en petit groupe pour mettre les fonds qui les permettront d'entrer en possession d'un séchoir artificiel et supporter d'autres charges ; d'éviter d'utiliser les bois sans connaissance au niveau des classes d'emploi ; de se documenter afin d'en savoir plus sur les classes d'emploi des essences utilisées

en menuiserie ; de supprimer les parties des planches possédant encore l'aubier avant usage car étant riche en substances nutritives, est plus sujette aux attaques biologiques ; de faire une bonne planification du travail afin de respecter les délais de livraison pour limiter la pression des clients et enfin de donner conseil au client qui choisit les essences pour ouvrage sans maîtrise des classes d'emploi de ces dernières.

#### **A l'endroit des entreprises industrielles**

De diminuer les prix alloués pour sécher les bois afin d'encourager le secteur artisanal au séchage du bois avant usage

#### **A l'endroit des clients**

De cesser de faire le choix des types de bois pour leurs ouvrages sans notion sur les classes d'emploi car cela pourra impacter sur la qualité de l'ouvrage et sur sa longévité dans la mesure où le choix est mal fait.

#### **A l'endroit des scientifiques/chercheurs**

D'accentuer les recherches sur les essences qui ne subissent pas les variations dimensionnelles après séchage ; de réaliser une étude en saison sèche dans les mêmes arrondissements étudiés pour comparer les résultats obtenus en saison de pluie ; d'étendre les recherches sur les mêmes essences étudiées dans d'autres villes pour plus de comparaisons et également pour une conclusion plus globale; d'étudier également les propriétés mécaniques de ces essences étudiées dans les arrondissements où les études ont porté pour mieux apprécier les résultats obtenus en se focalisant sur les propriétés physiques; de continuer à effectuer les recherches sur la stabilité dimensionnelle des autres essences utilisées en menuiserie; d'approfondir les recherches dans d'autres arrondissements du Wouri où les études n'ont pas eu lieu ; d'étudier l'effet des classes d'emploi sur la qualité des ouvrages faits en menuiserie; de sensibiliser les menuisiers sur l'importance de sécher le bois et sur la classe d'emploi des essences; de mener une étude sur le temps de réaction aux conditions ambiantes de ces essences pour pouvoir bien conclure sur la stabilité de ces dernières. Car une essence qui réagit lentement sera nécessairement plus stable qu'un bois qui y réagit vite et enfin de sensibiliser les menuisiers sur les essences qui gardent leurs stabilités ou subissent moins de retrait après séchage et qui sont pour ce faire conseiller pour la fabrication des ouvrages de qualité.

#### **A l'endroit du gouvernement**

De subventionner les jeunes entrepreneurs du domaine de la menuiserie qui veulent vraiment s'auto employer.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Leandro Passarini**, (2015). Etude du comportement physique des bois au-dessus et au-dessous du point de saturation des fibres, 193p

**Martin Vernay**, (2020) *Guide d'utilisation des bois africains éco-certifiés*, Tome 1.100p

**J. Gérard, A. Edi Kouassi, C. Daigremont et al.**, (1998). *Synthèse sur les caractéristiques Technologiques de référence des principaux bois commerciaux africains*, 189p

**Navi et Girardet** (2000). Effets of thermo-hydro-mechanical treatment on the structure and properties of wood, 115p

**Doucet Robin**, (2018). *Etude des propriétés physiques, technologiques et de durabilité naturelle du bois de PACHYELASMA TESSMANII (HARMS) HARMS et de PENTACLETHRA MACROPHYLLA BENTH*, 81p

**Centre national d'informations techniques sur le bois**. Haut bois info, (2020). 5p

**SIMO TAGNE**, (2012). Caractérisation des propriétés thermo physiques et cinétiques des Bois tropicaux : étude des influences de la température et de la teneur en eau au vue d'optimiser la qualité du bois. 102p

**Damay**, (2014). Développement de nouveaux traitements du bois basés sur le procédé d'imprégnation axiale 252p

**E. Nitidem**, (2019). Fiche technique de conduite du séchage de bois à Mazanho bois, 6p

**Centre de conservation du Québec**, (2011) *Bois et ses dérivés*, 15p

**Thouraya SALEM**, (2016) *Séchage intermittent du bois d'œuvre : Etude expérimentale et numérique*, 185p

**Carmen Mariella**, (2012). Utilisation de conduites de séchage oscillantes pour réduire les contraintes liées au retrait du bois, 242p

**Remond R.**, (2004) Approche déterministe du séchage des avivés de résineux de fortes épaisseurs pour proposer des conduites industrielles adaptées, 220p

**J.P Talla**, (2020) *Anatomie et propriété du bois IB076*. L'Enset d'Ebolowa, Université de Yaoundé 1. 42p

**Dictionnaire des villages du Wouri**, (1970) Centre ORSTOM de Yaoundé, 28p

**Thierry Paradis, Roger Deloison F. et al.**, (2004) *Le bois dans toutes ses facettes*, 2ème édition, 94p

ANOR, programme national d'élaboration des normes au Cameroun, édition de septembre 2017

**Association forestière du sud au Québec**, (2019). *Avantage du bois*, 20p

**Bakouma, J. & Sève, J.** (2012). La gestion forestière par l'entreprise communautaire. Secteur privé et Développement, 13p.

**Canessa, A.** (2000), Industrie de la transformation du bois. Direction du développement de l'industrie des produits forestiers, Service des études économique commerciales, 90p

**Cerrutti, P.O. & Lescuyer, G.** (2011). Le marché domestique du sciage artisanal au Cameroun, états des lieux, opportunités et défis, Document Occasionnel, CIFOR, Bogor, Indonésie, 56 p.

**N. KOMLA**, (2014). *Cours de conditionnement et classement du bois en context industriel LPBOET523*, FASA/FMBEE, 30p

**Daniel Masson, T. Triboulot** (2017), Matériaux dérivés du bois, 17p

**Doucet et Robin**, (2018) *Etude des propriétés physique, technologiques et de durabilité naturelle Du bois de PACHYEELASMA TESSMANII(HARMS) et de PENTACLETHR MACROPHYLLA BENTH*. Faculté Gembloux Agro-Bio 82p

**Jean-Bosco S. TCHINDA**, (2015) *Caractérisation et valorisation des substances extractibles De cinq essences camerounaises majeures de l'industrie du bois : Ayous, Moabi, Movingui, Padouk et Tali*.161p

**Kollman** (1968), Principles of wood science and technology. 96p

**Guitard** (1987), Modélisation du séchage sous vide discontinue du bois de chêne : intégration d'un critère de qualité mécanique. 120p

**Joly et More chevalier**, (1980). Pratique et économie du séchage des bois. Edition H.Vial, 1980

**Eric Pougoué**, (2010).Analyse socio-économique de la filière igname dans la zone périurbaine de douala au Cameroun. Université de Dschang Cameroun. 80p

**MINHDU**, (2016) Etude d'impact environnemental et social détaillées des travaux d'aménagement de certaines voiries et drains structurants dans les arrondissements de Douala 5eme et 4eme.

**CIRAD**, (1998). Synthèse sur les caractéristiques technologiques de référence des principaux Bois commerciaux africains. 189p

Norme NF B 51004 : Bois – Détermination de l’humidité, édition de septembre (1985).

Norme NF B 51005 : Bois – Détermination de la masse volumique, édition de septembre (1985).

Norme NF B 51006 : Bois – Détermination du retrait, édition de septembre (1985).

**Nancy, (1996).** Sciences et Industries du bois, 461–468p.

**Feist W., Sell J., (1986)** Wood and Fiber Science, 183–195p.

Houtvademecum, 8ème édition 2001. Bilinga 5p



## ANNEXES

### Annexe 1 : Fiche d'enquête à mener auprès des menuisiers du secteur artisanal

Fiche N° : ..... / Date de l'interview.....

Ville/arrondissement.....

#### I- 1 but du questionnaire

Cher correspondant,

Le présent questionnaire s'inscrit dans le cadre de la préparation de mon mémoire de fin d'année dont le thème porte sur : **Etude de la stabilité dimensionnelle des bois pour l'amélioration de la qualité des mobiliers des menuiseries artisanales dans la région du littoral au Cameroun.** Ce questionnaire a pour but **de vérifier les essences qui gardent ou maintiennent leurs stabilités dimensionnelles après séchage afin de conseiller les entreprises de menuiserie sur les essences à haute usage.** Les données collectées ne seront utilisées que dans le cadre de ce travail. Nous comptons sur votre disponibilité pour nous procurer des information et données exactes et précises. En retour, nous répondrons à toutes vos questions concernant ce questionnaire ou l'étude pour laquelle il servira.

Essences utilisées	Critères de choix de ces essences (cout, disponibilité...)	Quelle sont les Classes d'emploi de ces essences utilisées	Prix d'achat des avivés (220*40*5Cm) des différentes essences (par unité)	Quelles sont les parties du bois utilisées (aubier ou duramen)	Est-ce que vous séchez le bois avant usage ?	Si oui quelle sont les raisons pour lesquelles vous séchez ces avivés de bois	Si non pourquoi vous ne séchez pas vos avivés de bois avant usage

Les clients se plaignent souvent de la qualité des meubles après leurs mis en service ?

**Annexe 2 : Fiche de collecte des données sur les paramètres qui sont à l'origine des variations dimensionnelle**

Essences	Classe d'emploi	Date de collecte	T° de chauffage	Temps de préchauffage	Heure de mesure	Taux d'H initiale des E(%)		Masse initiale des E(en Kg)		Dimensions initiale des E en Cm					
						Aubier	Duramen	Aubier	Duramen	Long initiale		Larg initiale		Ep initiale	
										Aubier	Duramen	Aubier	Duramen	Aubier	Duramen
<b>Bilinga</b>	2														
<b>Doussié</b>	4														
<b>Padouk</b>	4														
<b>Bubinga</b>	4														
<b>Iroko</b>	3														
<b>Bibolo</b>	4														
<b>Sapelli</b>	2														
<b>Azobé</b>	4														
<b>Movingui</b>	2														
<b>Ayous</b>	3														
Essences	Classe d'emploi	Date de collecte	Heure de mesure	Taux d'H des E (%) après 2jrs de préchauffage...		Masse des E (en Kg) après 2jrs de préchauffage...		Dimensions des E (en Cm) après 2jrs de préchauffage...							
				Aubier	Duramen	Aubier	Duramen	Long après 2jrs...		Larg après 2jrs...		Ep après 2jrs...			
								Aubier	Duramen	Aubier	Duramen	Aubier	Duramen	Aubier	Duramen
<b>Bilinga</b>	2														
<b>Doussié</b>	4														
<b>Padouk</b>	4														
<b>Bubinga</b>	4														
<b>Iroko</b>	3														
<b>Bibolo</b>	4														
<b>Sapelli</b>	2														
<b>Azobé</b>	4														
<b>Movingui</b>	2														
<b>Ayous</b>	3														

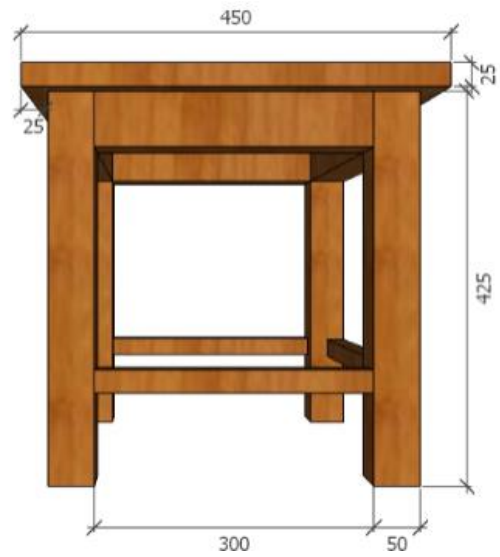
Source : Auteur

### Annexe 3 : Projet d'accompagnement de la présente étude

#### PROJET : TABLE POUR ENFANT

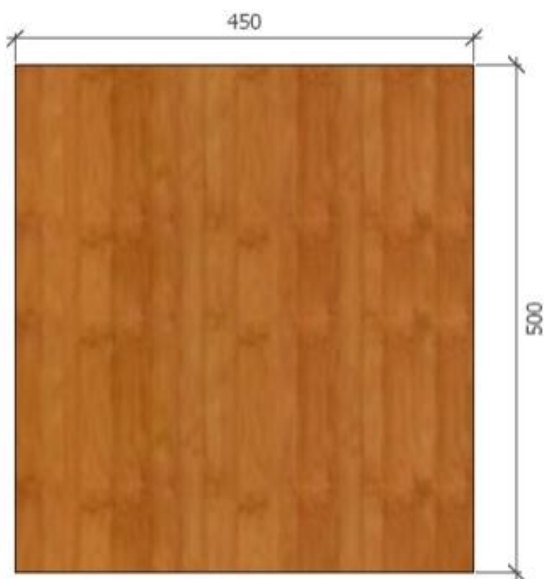
#### SPECIFS :

- ECHELLE : 1/10<sup>ème</sup>
- DIMENSION : Millimètre
- ESSENCE : Iroko, à cela nous ajouterons le Sappeli et l'Ayous



#### VUE ISOMETRIQUE

#### VUE DE FACE



#### VUE DE DESSUS

#### VUE DE GAUCHE