

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
ECOLE NORMALE SUPERIEURE
DEPARTEMENT DE SCIENCES
BIOLOGIQUES



REPUBLIC OF CAMEROUN

Peace – Work – Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I
HIGHER TEACHER TRAINING COLLEGE
DEPARTMENT OF BIOLOGICAL SCIENCE

EVALUATION DES CONDITIONS DE STOCKAGE DU BOIS DANS QUELQUES MARCHES DE BOIS DE YAOUNDE

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme de Professeur de l'Enseignement
Secondaire deuxième grade
Mémoire de D.I.P.E.S II

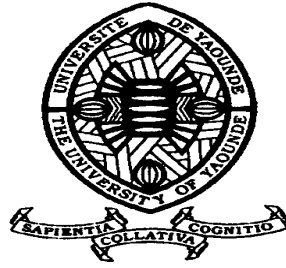
Par :

BILOA OHANDJA ARSENE DIDIER
Licencié ès Sciences Biologie des Organismes végétaux

Sous la direction
Dr GUEDJE Nicole Marie
Chargé de cours



Année Académique
2015-2016



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire de Yaoundé I. Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : biblio.centrale.uyi@gmail.com

WARNING

This document is the fruit of an intense hard work defended and accepted before a jury and made available to the entire University of Yaounde I community. All intellectual property rights are reserved to the author. This implies proper citation and referencing when using this document.

On the other hand, any unlawful act, plagiarism, unauthorized duplication will lead to Penal pursuits.

Contact: biblio.centrale.uyi@gmail.com

DEDICACE

A

mes parents

M. OHANDJA EYA BATHELEMY

Mme NNOMO BLANDINE Epse OHANDJA,

à

tous mes frères,

ma petite sœur,

ma grande sœur de regretté mémoire,

je dédie ce travail.

REMERCIEMENTS

Un mémoire ne saurait être le fruit des efforts d'une seule personne. Son édifice est la résultante des efforts combinés de diverses personnes aimables et affectives. Je tiens à exprimer ma reconnaissance et mes remerciements à ces personnes pour leurs soutiens.

Dr GUEDJE NICOLE MARIE, vous avez su guider avec minutie, mes premiers pas dans la recherche. Votre sérieux dans le travail, votre disponibilité et vos critiques m'ont marqué. Vos encouragements affectifs et vos conseils aimables ont suscité en moi un sentiment de confiance. Recevez ici l'expression de ma profonde gratitude et mes sincères remerciements.

Pr SONKE BONAVENTURE, vous avez eu la perspicacité de me diriger auprès du Dr Nicole. En qualité de chef de département, vous avez été un papa socioprofessionnel. Je vous adresse toute ma reconnaissance.

Pr TAMESSE LEBEL, vous avez bien voulu m'aider à identifier les insectes récoltés sur le terrain. Je tiens à vous remercier.

M. ZOKKO, de l'ancien Laboratoire de Zoologie de la faculté des sciences de l'université de Yaoundé 1, pour l'identification des familles taxonomiques des insectes de terrain, je vous suis très reconnaissant, recevez ici mes sincères remerciements.

C'est également l'occasion pour moi d'adresser ma reconnaissance et mes sincères remerciements à l'ensemble de tous les enseignants du Département des Sciences Biologiques de l'école normale supérieure de Yaoundé, pour leurs enseignements dont le soutien est fondamental.

Enseignants au Département des Sciences de l'Education de l'école normale supérieure de Yaoundé, pour le soutien pédagogique sans lequel notre formation ne saurait être complète, je vous exprime ma profonde gratitude et mes sincères remerciements.

M. NZONGANG JOSEPH et Mme ABAGA BARBARA, mes encadreurs au lycée de Tsinga et de la Cité verte durant mes stages pratiques respectifs 2015-2016 (DIPES II) et 2013-2014 (DIPES I). Votre ingéniosité sur le terrain a été pour moi d'un apport capital dans ma profession d'enseignant. Je tiens à vous exprimer toute ma reconnaissance et mes remerciements distingués.

Famille **ESSOMBA JEAN** de regretté mémoire, pour toute la confiance que vous avez placée en moi. Recevez ici l'expression de ma profonde gratitude et mes sincères remerciements.

M. MEKONGO RENE, pour le précieux soutien à m'y apporter dans les moments critiques et surtout l'optimisme à mon égard. Recevez ma profonde gratitude.

M. ONANA ERNEST & Mme ONANA CLEMENTINE, votre soutien affectif est incommensurable m'honore. Je vous suis très reconnaissant et vous prie de trouver dans ce mémoire, l'expression de mes sincères remerciements.

Oncles **MEYONGO ROBERT, NDZANA FRANCOIS, NDZANA NDZANA** ; tantes **ASSEGUENA PAULINE, BILOA GERTRUDE, MBALLA PERPETUE, NGAH ADELAIDE, NGAH N. THERESE** ; cousins **EBENA M. EMILLE, ENAMA THOMAS, MENGUE M. LOUISE, ONANA DESIRE**. Votre soutien a été d'un grand apport. Recevez ici mes sincères remerciements.

J'adresse mes vifs remerciements à **BILOA MARIE L., KINGHAM DONALD, MANGOUNG THEODORE, MESSOLO MARTIAL, ONANA M. ERNEST**. Ceux là qui ont toujours su être des vrais amis. Votre chaleur amicale a été d'un grand apport dans la réalisation de ce travail. Je vous témoigne ici ma sincère amitié.

Je tiens à remercier mes compagnons de route, **TOUNA ERIC & YEMELI PICARD**, pour votre assistance.

M. BIKOE J. PAUL & Mme BIKOE LOUISE, pour l'encadrement social que vous m'avez offert.

J'espère pour vous tous, que les résultats obtenus durant ces cinq années de formation ont été digne de vos inlassables efforts, et que cette fin de formation ne constitue qu'un début de collaboration. Une fois de plus « grand merci ».

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
TABLE DES MATIERES.....	iv
ABSTRACT	vii
LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES.....	viii
LISTE DES FIGURES.....	ix
LISTE DES TABLEAUX	x
INTRODUCTION.....	1
Chapitre I : REVUE DE LA LITTERATURE.....	3
I.1 MATERIAU BOIS	4
I.1.1 Structure.....	4
I.1.2 Constituants du bois	5
I.1.2.1 Cellulose.....	5
I.1.2.2 Hémicelluloses.....	6
I.1.2.3. Lignine	7
I.1.3 Extractibles et Cendres.....	8
I.2 HYGROMETRIE DU BOIS.....	8
I.2.1 Formes d'eau dans le bois.....	8
I.2.2 Humidité relative.....	9
I.3 SECHAGE ET STOCKAGE DU BOIS	9
I.3.1 Séchage	9
I.3. 2 Stockage.....	9
I.4 TYPOLOGIE ET USAGES DU BOIS	11
I.5 MARCHÉ DOMESTIQUE DU BOIS.....	11
I.5.1 Législation.....	11
I.5.2 Essor du marché domestique du bois.....	11

I.5.3 Essences bois.....	12
I.6 ALTERATIONS BIOLOGIQUES DU BOIS.....	13
I.6.1 Bactéries.....	13
I.6.2 Champignons	13
I.6.2.1 Morphologie générale	13
I.6.2.2 Fructifications	14
I.6.2.3 Conditions générales de développement.....	14
I.6.2.4 Champignons lignicoles dits de discoloration.....	14
I.6.2.4.1 Discoloration superficielle	15
I.6.2.4.2 Bleuissement	15
I.6.2.5 Champignons lignivores dits de pourriture	15
I.6.2.5.1 Echauffures	16
I.6.2.5.2 Pourriture cubique brune.....	16
I.6.2.5.3 Pourriture fibreuse blanche	16
I.6.2.5.4 Pourriture molle	16
I.6.3 Insectes du bois	17
I.6.3.1 Caractères généraux	17
I.6.3.2 Insectes xylophages.....	18
I.6.3.2.1 Insectes dont le développement se poursuit dans le bois après séchage	18
I.6.3.2.2 Insectes dont les attaques sont directement liées à la fraîcheur du bois.....	19
I.6.3.2 Facteurs déterminant les attaques.....	19
I.6.3.3 Facteurs réglant la rapidité et l'intensité des attaques.....	19
I.6.3.4 Insectes sociaux xylophages : les termites	20
I.6.3.5 Insectes xylophiles	20
Chapitre II : MATERIELS ET METHODES	21
II.1 SITES D'ETUDES.....	22
II.1.1 Situation géographique, géologique et administrative.....	22
II.1.2 Situation climatique	23

II.1.4 Cadre d'étude.....	24
II.1.5 Motif de l'étude	24
II.2 MATERIELS.....	24
II.3 METHODES.....	26
II.3.1 Méthodologie de la recherche.....	26
II.3.2 Phase préparatoire de l'enquête	26
II.3.3 Phase opératoire de l'enquête	26
II.3.4 Analyse des données à l'issus de l'enquête	29
II.3.5 Limites de l'étude	30
II.3.6 Difficultés rencontrés.....	30
Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION	31
III.1 RESULTATS	32
III.1.1 Essences bois commercialisées	32
III.1.2 Provenance des débités.....	33
III.1.3 Durées de séjour du bois dans les dépôts	33
III.1.4 Couverture des dépôts	34
III.1.5 Humidité ambiante des dépôts de bois	35
III.1.6 Aérations des piles des débités	36
III.1.7 Attaques biologiques du bois stocké	36
III.1.8 Natures des altérations biologiques	37
III.1.9 Insectes agents d'altérations biologiques	39
III.1.10 Mesures préventives chimiques négligeables contre les altérations du bois	39
III.2 DISCUSSION	40
Chapitre IV : IMPLICATION SUR LE SYSTEME EDUCATIF DU SUJET	42
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	50
BIBLIOGRAPHIE	53
ANNEXES	58

ABSTRACT

Wood is one of the most coveted natural resources by the population. It is used in carpentry work, woodwork and decor. Moreover it also remains the envy of many biological deterioration agents. The present work evaluates the effects of storage conditions on the risk of occurrence of biological alterations of the wood. The method of descriptive observation survey was used to make a diagnosis of wood stored in 30 timber depots distributed in three domestic markets of the quoted capital of Cameroon during the months of August, September and October the year 2015. It is clear from this work that *Entandrophragma* sp., *Milicia excelsa*, *Sterculia oblonga*, *superba*, *Triplochiton scleroxylon*, poses a serious risk of harm. This risk is strongly linked to the freshness of the wood remains under the influence of ambient humidity raging on wood in deposits on the one hand, and the other under the influence of the exhibition wood weatherproof, the storage system, woodpiles, and duration of storage of wood in deposits.

Keywords: wood fuel; lumber yard; storage condition; biological alteration; humidity.

LISTE DES ABREVIATIONS ET SYMBOLES

M : Molaire

DFNP : Domaine forestier non permanent

pH : Potentiel d'hydrogène

μ : micro

F/ Famille

H>> Humidité élevée

H Humidité



Augmentation



Diminution

\geq

Supérieure ou égal

MINPME Ministère des Petites et Moyenne Entreprise

MINFOF Ministère des Forêts et de la Faune

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Structure du bois d'un feuillus.....	5
Figure 2. Formule chimique de la cellulose.	5
Figure 3. Structure chimique d'hémicellulose de conifère.....	6
Figure 4. Structure de la lignine.	7
Figure 5. Précurseurs de la biosynthèse de la lignine.....	7
Figure 6. Composition typique de la biomasse lignocellulosique.....	8
Figure 7. Empilage des bois sciés.	10
Figure 8. Principaux types d'écosystèmes exploités pour le sciage artisanal.	12
Figure 9. Fraké bleuit..	15
Figure 10. Localisation des marchés de bois.....	22
Figure 12. Humidité relative de la localité de Yaoundé.....	24
Figure 11. Diagramme ombrothermique de Yaoundé selon la méthode de Walter & Lieth en 1964.	23
Figure 13 Expositions des dépôts face aux intempéries.....	28
Figure 14 Provenance des débits de bois dans les marchés locaux de Yaoundé.....	33
Figure 15. Pourcentages des dépôts par type d'expositions aux intempéries en fonction des marchés.....	35
Figure 16. Humidité ambiante des dépôts en fonctions des marchés.....	35
Figure 17. Aération des piles des débités.	36
Figure 18. Pourcentages des débités altérés par les champignons par essence et par marché.	37
Figure 19. Pourcentages des débités altérés par les insectes par essence et par marché.....	37
Figure 21 Altérations fongiques du bois.	38
Figure.22: conservation du bois dans de bonnes conditions de stockage	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Taux d'humidité du bois : masse d'eau renfermée dans le bois, exprimée en % de sa masse anhydre.....	10
Tableau 2. Typologie des usages et utilisations des bois.	11
Tableau 3. Marchés et dépôts (2008 et 2010).	12
Tableau 4. Principaux organismes vivants susceptibles d'attaquer le bois.	13
Tableau 5. Récapitulatif dégradation micro-organismes.....	17
Tableau 6. Principales familles des insectes xylophages.	18
Tableau 7: Noms et dimensions des pièces de bois	25
Tableau 8. Echelle des durées de stockage des débités.....	29
Tableau 9. Echelle de gradation en fonction des pourcentages des pièces attaquées	29
Tableau 10. Codification des offres des essences bois.....	29
Tableau 11. Essences bois commercialisées dans les marchés de bois.....	32
Tableau 12. Durée de stockage des débités.....	34
Tableau 13: Liste des familles d'insectes retrouvés sur le bois dans les dépôts d'étude	39
Tableau 14 : Liste des informateurs.	61
Tableau 15: Liste des 52 principales espèces d'essences bois africains commercialisées au Cameroun	61
Tableau 16. Précipitations et températures de la localité de Yaoundé.....	63

INTRODUCTION

Le bois, substance fibreuse et compacte de l'arbre est une précieuse ressource naturelle. Ses nombreux emplois dans divers secteurs de la vie courante font du bois un matériau très convoité. Sa demande importante aux besoins domestiques justifie l'accroissement des dépôts de bois dans nos marchés. Lescuyer & Cerutti en 2011 avaient fait état de l'accroissement du nombre de dépôts de bois dans les marchés du Cameroun. De 2008 à 2010, le nombre de dépôts a accru de 32 %. Cet accroissement reste considérable au regard des travaux de Koffi en 2005. En effet, de 2004 à nos jours, les dépôts ont accru d'environ 52 % à Noka et de 17 % au marché Awaé (ex marché Nkomo). Plusieurs secteurs de la vie au quotidien font usage du bois sont la menuiserie, l'ébénisterie, la charpenterie, l'agencement et décoration...etc. Lorsqu'on aborde la problématique de l'usage du bois, il se dégage le problème de qualité du matériau. Autant un matériau altéré constituera un danger environnemental que celui en bon état sera mieux valorisé ; la préservation du bois est une nécessité économique et environnementale.

D'après Le petit Larousse (2010), préserver c'est « garantir d'un mal ; mettre à l'abri ; protéger ». En effet en tant que tissu végétal, le bois renferme des substances d'intérêt biologique qui le rendent susceptible aux attaques biologiques des organismes parasites et saprophytes. D'après les travaux de Guinier 1925, Fougerousse 1957 et 1958, Farshid 2005 Pasiecznik *et al.* 2007, ces attaques nécessitent des conditions de développement optimales pour se produire. A cet effet, nous nous proposons de visiter quelques marchés de bois de Yaoundé au Cameroun, pour y déterminer les facteurs de développement des attaques d'insectes et des champignons sur les débités de bois les dépôts de bois.

Comme objectifs spécifiques, nous allons :

- Identifier les essences bois commercialisées dans les différents marchés
- Caractériser l'environnement physique des dépôts de bois et l'entreposage des débités
- Caractériser les altérations biologiques des débités

Outre que l'introduction, conclusion et perspectives, bibliographie et annexes, notre travail comporte 4 chapitres mentionnés :

- chapitre I revue de la littérature
- chapitre II matériels et méthodes
- chapitre III résultats et discussion
- chapitre IV implications sur le système éducatif du sujet

Chapitre I : REVUE DE LA LITTERATURE

I.1 MATERIAU BOIS

I.1.1 Structure

La coupe transversale d'un tronc d'arbre montre différentes couches circulaires :

L'écorce composée principalement de cellules mortes, joue un rôle de barrière de protection limitant les dégâts provenant des attaques externes et empêche la dessiccation. Elle présente une forte présence en polyphénols (dont font partie les flavonoïdes et les tannins) et en subérine, un plus faible pourcentage d'hydrate de carbone et une grande quantité d'extractibles (Fengel & Wegener 1984).

La zone cambiale qui se traduit par une mince couche de cellules vivantes délimitées de part et d'autre par l'écorce et l'aubier. À ce niveau, la cellule végétale se constitue d'une seule paroi primaire remplie de protoplasme et d'un noyau cellulaire. La composition chimique de la paroi cellulaire des cellules du cambium comprend seulement la cellulose et d'hémicellulose. Au fur et à mesure que l'on se rapproche de l'aubier, la lignification s'amorce et les parois secondaires sont constituées (Fengel & Wegener 1984).

Le bois xylème secondaire lignifié, composé de cerne comprend deux zones l'aubier et le duramen. Le duramen constitué par les cerne les plus anciens forme le "bois parfait". Il est composé de cellules mortes, lignifiées et imprégnées de tanin ou de colorants selon les essences. Il se distingue en général de l'aubier par une couleur plus foncée et ou de couleur différente et constitue la masse principale du tronc. L'aubier quant à lui est composé des cerne plus récents de cellules non encore lignifiées formant un bois encore "imparfait", il y circule les matières nutritives. Ces cerne se transforment en duramen après une période de 4 à 20 ans (Hazard et al. 1996).

La moelle est un ensemble de tissus spongieux qui évoluent en vieillissant. Elle se retrouve au centre de l'arbre et constitue le reste du xylème primaire (Hazard et al. 1996).

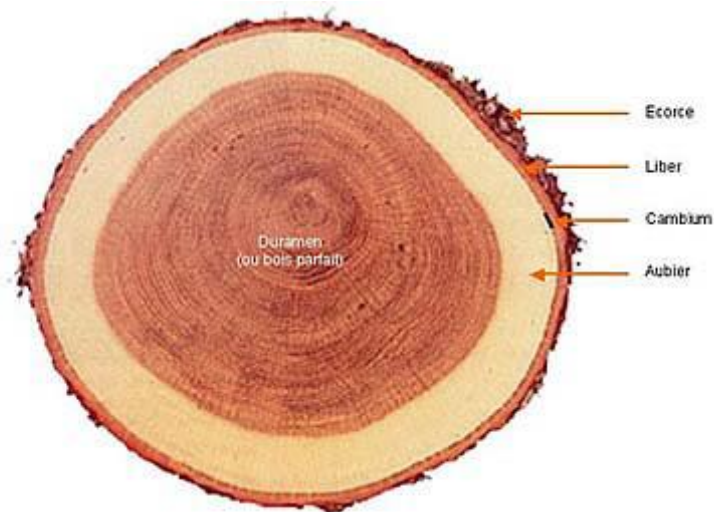


Figure 1. Structure du bois d'un feuillus.

I.1.2 Constituants du bois

Le bois est constitué principalement de cellulose, hémicelluloses et lignine. À ces trois constituants, viennent s'ajouter des substances extractibles de nature organique et des substances minérales (cendres) (Jebrane 2009)

I.1.2.1 Cellulose

La cellulose est le constituant structural principal des parois cellulaires végétales. C'est un homopolymère, dont l'unité de base est le glucose, ou plus exactement un dimère du glucose, le cellobiose. Le degré de polymérisation (en glucose) peut atteindre 15000.

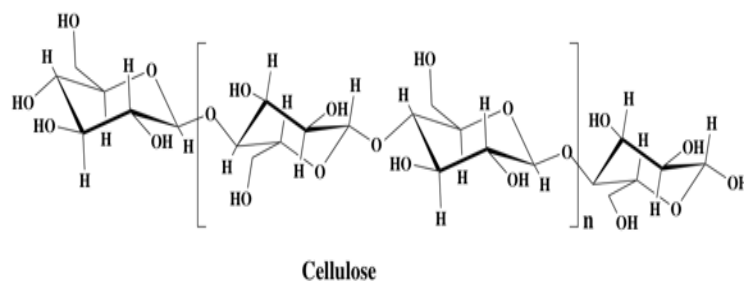


Figure 2. Formule chimique de la cellulose. (Source : Wertz 2010)

Dans le bois, les chaînes moléculaires de la cellulose s'associent entre elles par liaisons hydrogène intra et intermoléculaires, et forment des faisceaux appelés microfibrilles. Ces microfibrilles présentent des zones cristallines et des zones amorphes. Le degré de cristallinité de la cellulose du bois est de l'ordre de 60 à 70 %.

I.1.2.2 Hémicelluloses

Dans le bois, les hémicelluloses sont intimement liées à la cellulose. Les hémicelluloses sont des polyoses, dont les unités sont des pentoses, hexoses, acides hexauroniques et désoxyoses. On distingue différents types d'hémicelluloses : les xylanes, les mannanes, les glucanes, les galactanes et les pectines (Jebrane 2009).

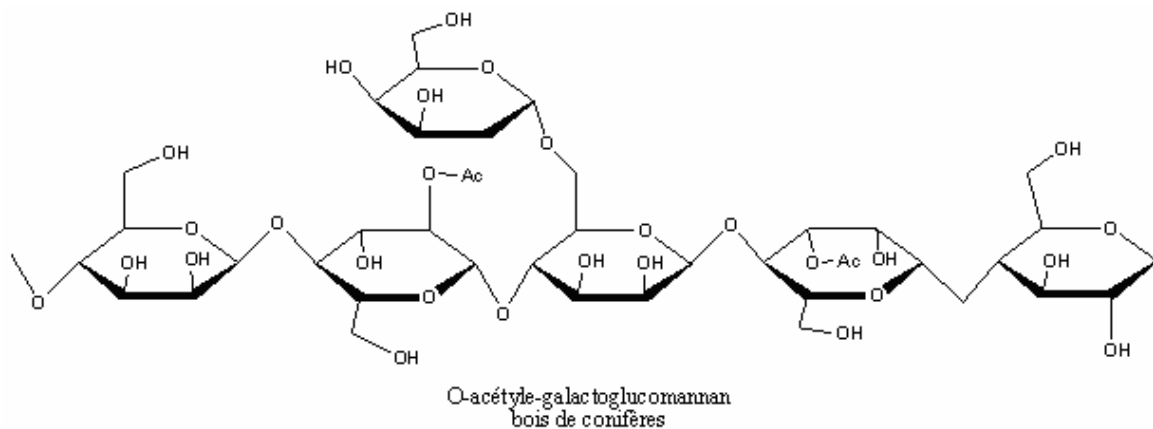


Figure 3. Structure chimique d'hémicellulose de conifère. (Source : theses.ulaval.ca).

Les hémicelluloses représentent 20-40 % de la biomasse en poids. Elles constituent un groupe de polysaccharides complexes qui se caractérisent par leur solubilité dans des solutions alcalines (par exemple KOH 1M) et leur insolubilité dans l'eau (Complex Carbohydrate Research Center 2007). La similarité structurale entre la cellulose et les hémicelluloses favorise une forte association non-covalente entre les microfibrilles de cellulose et les hémicelluloses (Wertz 2011). Les hémicellulases sont un groupe varié d'enzymes qui hydrolysent les hémicelluloses (Jeffries & Ratledge 1994, Shallom 2003). La dégradation de la cellulose et des hémicelluloses est réalisée par des microorganismes que l'on rencontre soit à l'état libre dans la nature, soit dans l'appareil digestif des animaux supérieurs (Wertz 2011).

I.1.2.3. Lignine

Elle constitue le seul groupe de polymères biosynthétisés à squelette aromatique.

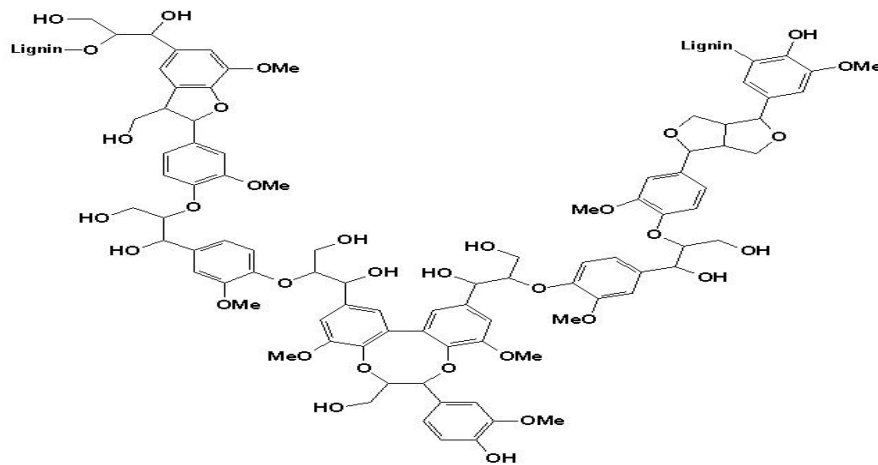


Figure 4. Structure de la lignine. (Source : Wertz 2010).

La complexité des lignines provient de l'association des trois monolignols par différentes liaisons chimiques sans caractère ordonné ni répétitif pour former un polymère amorphe et hydrophobe

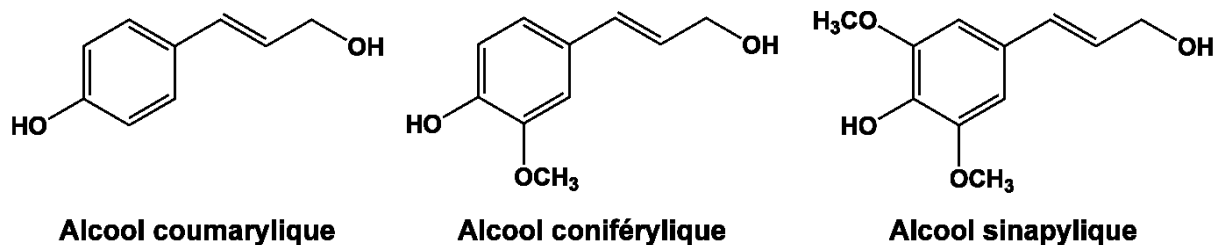


Figure 5. Précurseurs de la biosynthèse de la lignine. (Source : www.societechimiquedefrance.fr).

La lignine protège les polysaccharides de la paroi cellulaire de la dégradation microbienne en leur conférant une résistance à la pourriture (Wertz 2010). Elle est extrêmement résistante à la dégradation. En effet, en formant des liaisons à la fois avec la cellulose et les hémicelluloses, elle crée une barrière à toutes les solutions ou enzymes, et empêche la pénétration des enzymes lignocellulosiques au sein de la structure lignocellulosique. Bien que la lignine résiste à l'attaque de la plupart des microorganismes, certains champignons basidiomycètes de la pourriture blanche sont capables de dégrader la lignine efficacement en employant une combinaison d'enzymes ligninolytiques

extracellulaires, des acides organiques, des médiateurs et des enzymes accessoires (Wertz 2010).

I.1.3 Extractibles et Cendres

Les extractibles sont des molécules qui peuvent être extraites du bois par des solvants polaires (acétone, eau, éthanol) ou apolaires (toluène, cyclohexane, dichlorométhane). La résistance aux agents de dégradation biologique, dépend également de ces extraits (Jebrane 2009).

Les cendres sont les résidus minéraux obtenus après combustion du bois à haute température. Ils représentent généralement plus de 1 % de la masse sèche du bois en zone tropicale.

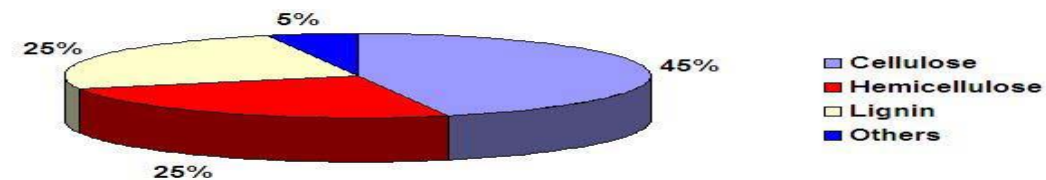


Figure 6. Composition typique de la biomasse lignocellulosique. (Source : Wertz 2010).

I.2 HYGROMETRIE DU BOIS

I.2.1 Formes d'eau dans le bois

Dans le bois, l'eau est présente sous deux formes : l'eau libre et l'eau liée. L'eau libre est contenue dans les lumens cellulaires, elle est liée à la pression capillaire. L'eau liée est localisée au sein des parois cellulaires.

Le bois sur pied contient, suivant l'essence et la saison, de 40 à 50 % de son poids d'eau. Dans le bois en grume, cette teneur en eau s'abaisse progressivement jusque vers 25 ou 30 %. Quand le bois est débité, la dessiccation continue plus ou moins rapidement, la teneur en eau s'abaisse jusqu'aux environs de 15%. à mesure que le bois se dessèche (Guinier 1925)

I.2.2 Humidité relative

Bois vocabulaire définit humidité « quantité d'eau renfermée dans le bois, exprimée en pourcentage de sa masse anhydre ». C'est l'une des caractéristiques du bois les plus importantes. 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 un rôle dans la conservation, les bois humides peuvent être attaqués par les champignons ou les insectes des bois frais. La grandeur utilisée pour quantifier la quantité d'eau contenue dans le bois, la teneur en eau (X), est la masse d'eau qu'il contient ramenée à la masse anhydre. C'est une grandeur sans dimension souvent exprimée en pourcentage (Perré & Badel 2006).

$$X = \frac{\text{Masse totale} - \text{Masse anhydre}}{\text{Masse anhydre}} \times 100$$

Le bois est un matériau hygroscopique, il cherche toujours à « s'équilibrer avec son milieu ». Le stockage du bois nécessite un environnement moins humide à l'abri des intempéries (Morot 2010)

I.3 SECHAGE ET STOCKAGE DU BOIS

I.3.1 Séchage

Le séchage est l'opération consistant à enlever une certaine quantité d'eau contenue dans le bois. Il impacte sur la durabilité du bois, sur sa stabilité dimensionnelle structurelle et sur sa résistance aux attaques fongiques et aux insectes. Ainsi, en dessous de 20 % d'humidité le risque de développement fongique est moindre (www.moboa.fr/). Le processus de séchage peut être naturel : stockage sous abri ventilé, artificiel en cellule de séchage. Notre étude sera focalisée sur le séchage naturel qui nous intéresse

I.3.2 Stockage

Le séchage naturel est l'évaporation de l'humidité par l'exposition des bois à l'air libre. Il est lent, car on admet généralement une année par centimètre d'épaisseur ; ainsi, pour une planche de 4 centimètres le séchage demanderait 4 ans. Le taux d'humidité d'un bois sec séché

naturellement, dit SEC À L'AIR, varie de 13 à 17 % (Rombauts 2012). Le tableau 1 présente les taux d'humidité dans le bois.

Tableau 1. Taux d'humidité du bois : masse d'eau renfermée dans le bois, exprimée en % de sa masse anhydre. (Source : www.moboa.fr).

Taux d'humidité	État du bois
> 30 %	Bois vert ou ressuyé
< 30 %	Bois pré séché
< 20 %	Bois protégé contre les attaques fongiques
< 18 %	Bois séché

Le séchage naturel (figure 7) fait référence à l'empilage, qui consiste à disposer en pile à l'air libre les bois à sécher ; le bois demeure en piles jusqu'à ce qu'il soit devenu sec à l'air, jusqu'à ce qu'il ne risque plus de s'endommager bois sur bois. Il est indispensable de réserver sous la pile un intervalle important (40 à 50 centimètres) permettant l'évacuation de l'air humide qui se rassemble dans la pile. Les piles doivent être suffisamment espacées (pas moins de 0,50 m entre deux piles, et plus si la hauteur des piles est assez forte). On établira une pile sur un sol sain, perméable, bien drainé, bien résistant et parfaitement nettoyé pour éviter les attaques biologiques (Pasicznik *et al.* 2007)

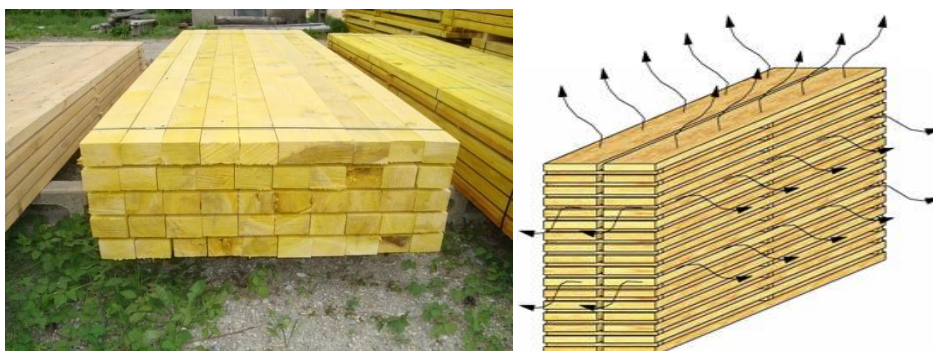


Figure 7. Empilage des bois sciés. (Sources : scierie-courrent.fr et www.boisencolle.info).

Un séchage bien mené doit permettre au bois de sécher assez vite, sans se déformer et sans altérations. Il est indispensable également de ne faire sécher dans une même pile que des bois de même essence.

I.4 TYPOLOGIE ET USAGES DU BOIS

Le bois d'œuvre est la partie du tronc, ou de branches, comprise entre la section de base (souche) et la découpe dite « marchande ». A l'issue du sciage, les débités ou pièces obtenus font usages à divers emplois présentés dans le tableau 2 (Gérald et al.)

Tableau 2. Typologie des usages et utilisations des bois. (D'après Gérard *et al.* (1998))

Bois d'œuvre	Bois sciés	Structure : Ossature, charpentes, Maison Ossature Bois, lamellé-collé, Habitation Légère de Loisir	
		Utilisations extérieures	Menuiseries extérieures, dont revêtement extérieur et couverture
			Aménagements extérieurs : clôtures, barrières, portails, terrasses, vérandas, pergolas
			Menuiserie intérieure, dont escaliers
		Utilisations intérieures	Produits d'agencement et décoration intérieur, dont lambris, parquet, moulures panneaux décoratifs
			Ameublement
Ebénisterie, marqueterie, broserie, coutellerie, instruments de musique, sculpture, tournage			

I.5 MARCHE DOMESTIQUE DU BOIS

I.5.1 Législation

Le secteur domestique du bois d'œuvre repose largement sur des pratiques informelles, allant de l'abattage de l'arbre à la vente des sciages aux consommateurs finaux (Lescuyer & Cerutti 2011)

I.5.2 Essor du marché domestique du bois

Le volume de bois scié a fortement progressé depuis les années 1990. 340 nouveaux dépôts ont été établis dans les marchés existants et nouveaux en 2010.

Tableau 3. Marchés et dépôts (2008 et 2010). (D'après Lescuyer & Cerutti 2011).

Ville	Nombre total de :		
	Marchés	Dépôts 2008	Dépôts 2010
Yaoundé	24	607	896
Douala	22	228	241
Total	48	882	1219

Le bois d'œuvre vendu sur le marché provient en majeure partie des opérations de sciage effectuées dans les forêts dans le domaine forestier non permanent (DFNP), seulement 14% proviennent des scieries industrielles (ONF-International *et al.* 2002, Plouvier *et al.* 2002).

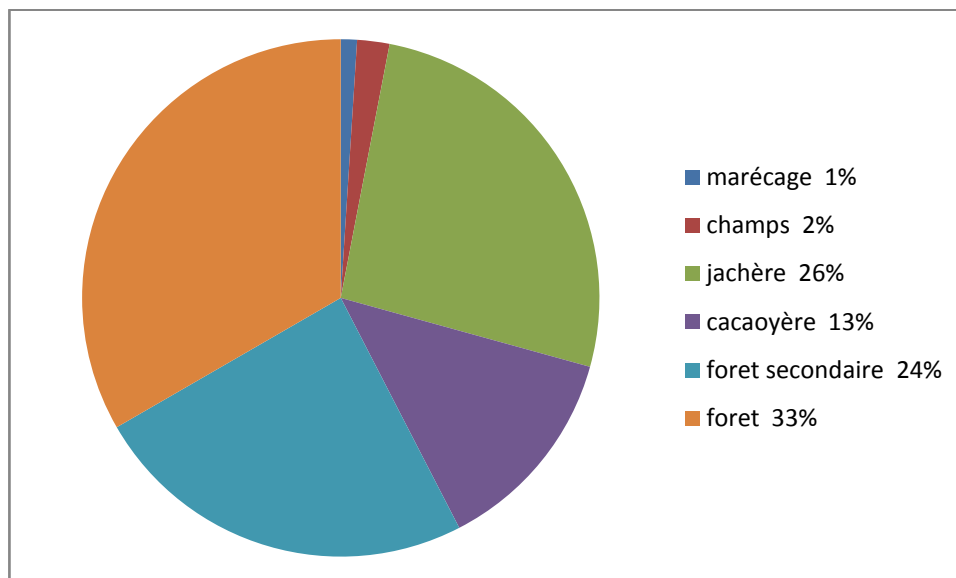


Figure 8. Principaux types d'écosystèmes exploités pour le sciage artisanal. (D'après Lescuyer & Cerutti 2011).

I.5.3 Essences bois

Plus de 90 % des ventes sont faites sur des produits utilisés pour des travaux de construction comme des planches, du coffrage ou des chevrons. Les 5 essences les plus vendues représentent environ 70 % des ventes totales. L'ayous (*Triplochiton scleroxylon*) est l'essence la plus demandée (35 % des ventes), suivi par le movingui (*Distemonanthus benthamianus*), l'iroko (*Milicia excelsa*), le sapelli (*Entandrophragma cylindricum*) et le bilinga (*Nauclea diderrichii*). Alors que la plus grande partie d'ayous et bilinga est coupée en forêts à la tronçonneuse, environ 50 % des autres essences provient des déchets industriels (Lescuyer & Cerutti 2011)

I.6 ALTERATIONS BIOLOGIQUES DU BOIS

« Une altération du bois consiste en un changement dans ses propriétés chimiques, en une destruction partielle de sa substance. » (Guinier 1925). Les causes d'altération peuvent être multiples. Les altérations les plus importantes sont d'origine biologique. Elles sont dues à des êtres vivants qui se nourrissent au détriment du bois et le transforment.

Tableau 4. Principaux organismes vivants susceptibles d'attaquer le bois. (D'après Colling 2002)

Micro-organismes	Champignons	Insectes	Mollusques et crustacés marins
Bactéries	Bleuissement Echauffures Pourritures	Termites Coléoptères hyménoptères	Pholades et tarets

I.6.1 Bactéries

Les bactéries anaérobies se trouvent souvent dans les bois saturés en eau. Leurs attaques sont très lente comparée à celle des champignons. Les bactéries creusent de véritables tunnels dans la paroi secondaire (Colling 2002).

I.6.2 Champignons

I.6.2.1 Morphologie générale

Ce sont des organismes végétaux dépourvus de chlorophylle. Ils se reproduisent par des corpuscules appelés spores qui en s'émançant, donnant naissance à un filament minuscule (0,5 à 0,7 μm de diamètre), l'hyphe. L'hyphe se ramifie et les filaments ténus s'infiltrant dans le bois sur lequel les hyphes croissent. L'ensemble des hyphes constitue le mycélium. Les hyphes sont constituées de cellules incolores, cylindriques, placées les unes à la suite des autres. Les hyphes se développent dans les lumens des cellules ligneuses : trachéides, fibres, vaisseaux, et se ramifient dans tout le plan ligneux (Farshid 2005).

I.6.2.2 Fructifications

Quand les conditions sont favorables, à un stade déjà avancé de l'attaque, le champignon se manifeste à l'extérieur du bois par les sporanges reproducteurs ; ce sont les carpophores qui portent l'hyménium, tissu capable de donner naissance aux cellules reproductrices appelées spores. Quand les spores sont mûres, elles sont libérées dans l'atmosphère, emportées par les mouvements de l'air, par l'eau et par les insectes (spores des agents de bleuissement emportées par des Scolytides de l'écorce comme les Bostryches). Le champignon se propage aussi par le mycélium : le repiquage peut se produire, une pièce de bois attaquée peut en contaminer une autre quand les conditions ambiantes sont favorables à humidité supérieure à 30% (Farshid 2005)

I.6.2.3 Conditions générales de développement

Outre les aliments nécessaires à sa nutrition, le développement des champignons dépend de divers facteurs (Farshid 2005)

◆ Facteurs physiques

- L'humidité. C'est le facteur primordial. L'humidité du bois est liée à celle de l'air car le bois se met en équilibre hygroscopique avec l'atmosphère qui l'entoure. On peut cependant empêcher toute attaque fongique si l'on maintient les bois en atmosphère ventilée.
- La température optimale pour les champignons lignivores se situe entre 25 et 35 °C.
- La lumière. Bien que n'utilisant pas l'énergie lumineuse pour leur croissance d'autant plus que les rayons UV auraient un effet létal sur les formations végétatives, leurs fructifications par contre ne peuvent se produire normalement qu'à la lumière et très peu d'espèces forment des carpophores normaux à l'obscurité (formes abortives).

◆ Facteurs chimiques

- L'oxygène. Les champignons sont des organismes aérobies. L'absence d'oxygène dans les cellules ligneuses rend le matériau bois inattaquable par ces champignons.
- L'acidité du milieu. Ils s'accommodent bien des milieux légèrement acides (pH 4,5 à 5,5). Le développement en milieu alcalin est très difficile.

I.6.2.4 Champignons lignicoles dits de discoloration

Ce sont des champignons parasites qui tirent du bois les substances carbonées dont ils ont besoin. Ce sont des substances nutritives ou de réserve, comme l'amidon, contenues dans

le tissu parenchymateux. Ils attaquent les arbres sur pied ou les bois fraîchement abattus (Fougerousse 1958, Colling 2002, Farshid 2005)

I.6.2.4.1 Discoloration superficielle

Elles sont désignées sous le terme de Moisissures. Elles se développent en formation duveteuses superficielles de différentes couleurs : blanches, roses, vertes, noires. Elles attaquent le bois fraîchement scié, mais aussi le bois séché dans des constructions nouvelles mal aérées et souvent chauffées et causent un préjudice moins important au bois attaqué.

I.6.2.4.2 Bleuissement

On parle de bleuissement du bois quand celui-ci présente des colorations bleues à bleu noir ou gris ardoise, plus ou moins foncée, provoquées par des champignons décolorant le bois sans toute fois le détruire. Le bleuissement apparait sur les palettes mal empilées ou mal séchées (Fougerousse 1958, Colling 2002)



Figure 9. Fraké bleuit. (Bilola 2015).

I.6.2.5 Champignons lignivores dits de pourriture

Ce sont des champignons saprophytes assurant leur nutrition aux dépens des tissus mortes (bois abattus mais pas frais ou mis en œuvre) capables de fabriquer des enzymes spécifiques (exoenzymes hydrolysantes) qui catalysent des réactions dont le résultat est de transformer en composés assimilables par le champignon, les principaux constituants insolubles du bois, qui ne pourraient être eux-mêmes digérés sans l'action d'endoenzymes oxydantes. (Farshid 2005). Ils atteignent l'intégrité du bois en agissant au niveau structurel (Hale & Eaton 1993)

I.6.2.5.1 Echauffures

L'échauffure du bois est provoquée par une attaque enzymatique du bois. C'est d'abord la lignine et ensuite la cellulose qui sont dégradées. Cette pourriture initiale se présente sous forme de taches plus ou moins petites blanchâtres, jaunâtres, rougeâtres ou brunâtres suivant la nature du bois ou l'espèce du champignon (Colling 2002).

I.6.2.5.2 Pourriture cubique brune

Dans le cas d'une pourriture brune, non discernable extérieurement pendant les premiers stades de l'attaque se traduit par une coloration foncée du bois et l'apparition de fentes longitudinales puis transversales délimitant des structures plus ou moins cubiques. Un bois très altéré deviendra extrêmement friable et se réduira en une poudre très fine sous la pression du doigt. En Revange, dans le cas de pourriture cubique brune, le bois dégradé est cassant, anormalement foncé et découpé en cubes selon les trois sens d'orientation du plan ligneux, rappelant l'aspect du bois calciné. C'est la cellulose qui disparaît et il ne subsiste que la trame de lignine. Elle attaque particulièrement les bois résineux, mais également les bois feuillus.

I.6.2.5.3 Pourriture fibreuse blanche

Le bois attaqué est ramolli, blanchâtre et se décompose en fibrilles qui se détachent facilement à l'ongle. Cette pourriture attaque plus particulièrement les bois feuillus. Certains agents de pourriture blanche sont capables de dégrader simultanément les polymères structuraux c'est-à dire, lignine, hémicelluloses et cellulose dans une proportion similaire (*simultaneous whiterot*) tandis que d'autres ont une préférence pour dégrader la lignine et les hémicelluloses avant d'attaquer la cellulose (*preferential white rot*) (Hale & Eaton 1993).

I.6.2.5.4 Pourriture molle

Les champignons de la pourriture molle attaquent le bois en contact avec la terre (Colling 2002). La pourriture molle est provoquée par l'action conjointe de plusieurs champignons microscopiques (Ascomycètes et Deutéromycètes) qui détruisent la cellulose comme la pourriture brune, les hémicelluloses et parfois partiellement la lignine (Colling 2002, Farshid 2005). Une attaque n'est décelable de l'extérieur que tardivement. Le bois devient noirâtre et mou et provoque une pourriture cubique superficielle (Colling 2002)

Tableau 5. Récapitulatif dégradation micro-organismes. (D'après Beauchene 2010)

Types	Noms	Constituant dégradé majoritairement	Effets majeurs sur les propriétés	Conditions de croissance (eau, O ₂ , T°)
Champignons lignivores	de pourriture brune (ou cubique)	Cellulose	↓ de la résistance mécanique	risque max à H=35-40% O ₂ =20% T°=20-36°C
	de pourriture blanche (ou fibreuse)	lignine		
	de pourriture molle	carbohydrates (+ lignine)		
Champignons discoloration	bleuissement	contenu cellules de parenchyme (aubier)	↓ la valeur esthétique	H >>
Moisissures				
Bactéries		/	↑ de la perméabilité	

I.6.3 Insectes du bois

I.6.3.1 Caractères généraux

Selon Ramel (1999), les Insectes sont des Invertébrés, Arthropodes, Antennates, Mandibulates, Trachéates, Opisthognéates, Hexapodes à corps segmenté en 3 parties :

Invertébrés : Absence de squelette interne et Système nerveux ventral

Arthropodes : pattes articulées sur le corps et présence d'un squelette externe chitineux

Antennates : présence d'antennes (1 paire chez les Insectes correspondant aux antennules des Crustacés)

Mandibulates : présence d'une paire de mandibules

Trachéates : respiration par un système trachéen dont les orifices sont les stigmates

Opisthognéates : orifices génitaux à l'extrémité de l'abdomen

Hexapodes : présence de 6 pattes (3 paires thoraciques)

Segmentation : Tête, Thorax et Abdomen d'avant en arrière

Tableau 6. Principales familles des insectes xylophages. (D'après Ramel 1999)

de bois	O/ Isoptères	O/ Coléoptères	O/ Hyménoptères	O/ Lépidoptères
Bois sec	F/ Termitidae	F/ Lyctidae F/ Anobiidae F/ Scolytidae F/ Cerambycidae	-	-
Bois frais ou mort récent	-	F/Bostrychidae F/Scolytidae F/ Buprestidae F/ Cerambycidae F/ Oedemeridae F/ Cucurlionidae	F/ Formicidae F/ Siricidae F/ Apidae	F/ Cossidae F/ Sesiidae

Les Anobiides, Scolytides et Bostrychides sont des insectes adultes très petits (1 à 8 mm); les Bostryches sont les plus petits d'entre eux (1 à 3 mm)

I.6.3.2 Insectes xylophages

La femelle pond dans le bois. La larve vit dans le bois et s'y nourrit en creusant des galeries. Le trou d'envol visible de l'adulte n'apparaît qu'en fin de cycle larvaire. Le cycle larvaire peut durer plusieurs années. On distingue les insectes dont le développement est entièrement dépendant de la fraîcheur du bois à évolution rapide ; les insectes dont le développement, prenant naissance dans le bois frais, peut se poursuivre dans le bois après séchage (par exemple les Hyménoptères Siricides des résineux) et qui correspondent aux insectes à évolution plus lente (Fougerousse 1957)

I.6.3.2.1 Insectes dont le développement se poursuit dans le bois après séchage

Ces insectes s'attaquent aux bois séchés ou en cours de séchage auxquels ils peuvent parfois (chez un nombre d'essences toutefois limité) provoquer des dommages assez graves. Ce sont des xylophages vrais, tant à l'état adulte qu'à l'état larvaire. Leurs attaques se limitent aux aubiers sauf chez les essences à aubier indifférencié et causent les piqûres blanches dont les galeries ne sont pas colorées. Elles sont remplies d'une sciure assez fine. Si les attaques de

ces insectes cessaient lorsque le bois atteint une certaine siccité, elles ne seraient jamais bien graves ; malheureusement les larves poursuivent très activement leur travail dans le bois sec, et certains bois (en particulier ceux qui sont riches en amidon) peuvent subir de graves dommages du fait de ces insectes. Les Lyctidae sont les xylophages les plus à craindre pour le bois sec (Fougerousse 1957)

I.6.3.2 Insectes dont les attaques sont directement liées à la fraîcheur du bois

Ces insectes causent des piqûres piqûres noires entourées de cernes noirs totalement vides de sciure. Il ne semble pas d'après les travaux de nombreux auteurs, que le bois soit l'aliment des adultes ou des larves, mais ceux-ci se nourrissent de champignons particuliersensemencés par la femelle sur les parois des galeries. Ce sont les filaments de ces champignons qui, en envahissant tissus périphériques aux galeries pour tirer subsistance des contenus cellulaires, donnent la couleur généralement noire de l'auréole qui cerne les galeries.

Les rapports existant entre les insectes des bois frais et les champignons qui leurs sont associés sont encore mal connus ; on pense qu'ils sont principalement d'ordre nutritif même si en réalité elles restent plus complexes (Fougerousse 1957)

I.6.3.2 Facteurs déterminant les attaques

Ces facteurs sont internes au bois ; on a :

- l'humidité du bois : on estime en général que le taux d'humidité minimum autorisant les attaques est de l'ordre de 50 % ; cette humidité permet d'une part à l'attraction envers les insectes de se reproduire, d'autre part aux champignons associés de se développer,
- le degré de fraîcheur du bois : les attaques se produisent après une certaine période de latence, selon une allure qui est maximum en général dès le départ, et qui diminue en même temps que diminue la fraîcheur du bois, c'est-à-dire qu'augmente sa siccité (Fougerousse 1958).

I.6.3.3 Facteurs réglant la rapidité et l'intensité des attaques.

La dureté du bois intervient aussi pour limiter la profondeur des dégâts, mais elle n'est pas un facteur d'immunité.

- Influence de la saison. Les indications sur le Fraké au Cameroun montrent que les grumes fraîches sont attaquées en saison des pluies beaucoup plus vite et plus intensément qu'en saison sèche (Fougerousse 1957)
- Influence de l'ombre et de l'ensoleillement. Les grumes se piquent plus rapidement au soleil en forêt et les attaques sont plus nombreuses (Fougerousse 1957).

I.6.3.4 Insectes sociaux xylophages : les termites

Les termites sont des insectes sociaux. Leurs capacités à dégrader les bois et les matériaux contenant de la cellulose en font à juste titre les insectes les plus redoutés parmi les ennemis du bois. Ils creusent le bois de l'intérieur et affaiblissent sa structure (Colling 2000)

I.6.3.5 Insectes xylophiles

De la famille des Hyménoptères Bourdon violet (Vonvon), fourmis et abeilles charpentières. Ils se logent dans le bois en creusant des galeries. Ils ne sont pas xylophages

Chapitre II : MATERIELS ET METHODES

II.1 SITES D'ETUDES

Les sites de notre étude ont été les marchés Awaé escalier et Ekié dans l'arrondissement de Yaoundé IV, le marché Montée du Parc Noka dans l'arrondissement de Yaoundé VI.

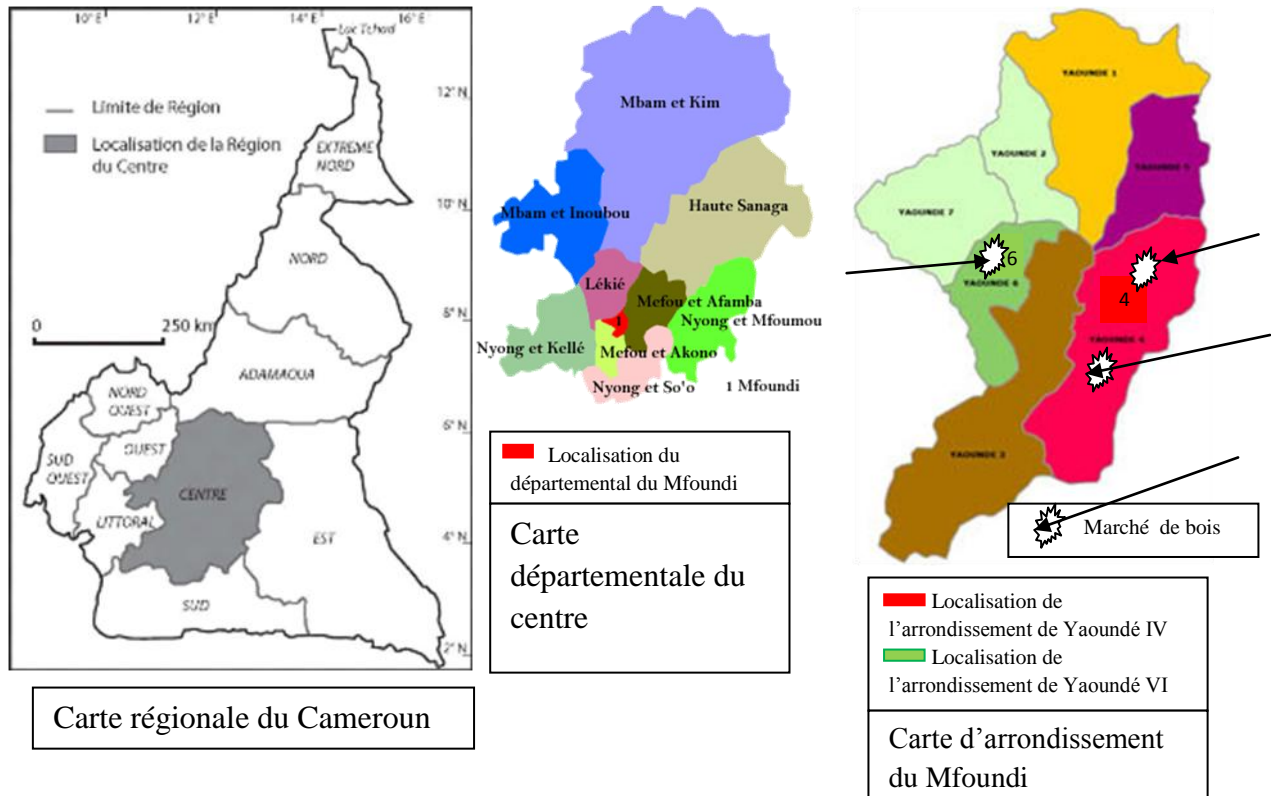


Figure 10. Localisation des marchés de bois (cvuc.cm251 × 274)
www.memoireonline.com231 × 331)

II.1.1 Situation géographique, géologique et administrative

A altitude environ 700 mètre, la localité de Yaoundé est située sous $3^{\circ} 52'$ de latitude nord et sous $11^{\circ} 32'$ de longitude est. Le relief local est très accidenté et la ville elle même s'étend sur plusieurs collines hautes de 20 à 50 mètres (Bachelier 1959). Le sol de Yaoundé est un sol ferrallitique riche en éléments trace métalliques mais très pauvre en alcalins et alcalino-terreux. L'ensemble du sol est acide pH égal à 4,9 (bachelier 1959).

Le marché Awaé escalier se trouve en terrain marécageux surélevé. Il est sous l'autorité d'un chef de marché et compte environ 120 dépôts de bois (d'après sa majesté EFA Antoine chef dudit marché, 2015). De même, le marché Ekié à environ 64 dépôts de bois (d'après un commerçant audit marché, 2015) implanté sur terrain latéritique plat est placé sous la conduite d'un chef de marché. Quant au marché Noka, il est situé sur une colline, compte environ 210

dépôts de bois (d'après ONANA Degen commerçant audit marché), et comprend deux secteurs dirigés par le chef du marché.

II.1.2 Situation climatique

Le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérise l'état moyen de l'atmosphère en un lieu donné et son évolution. Il dépend de température, des précipitations et de l'humidité.

La localité de Yaoundé est soumise au régime climatique équatorial, du domaine guinéen classique et de type continental avec un total de pluies environ 1580 mm et la moyenne annuelle de température de 23,5 °C. La figure 11 présente le diagramme ombrothermique de Yaoundé.

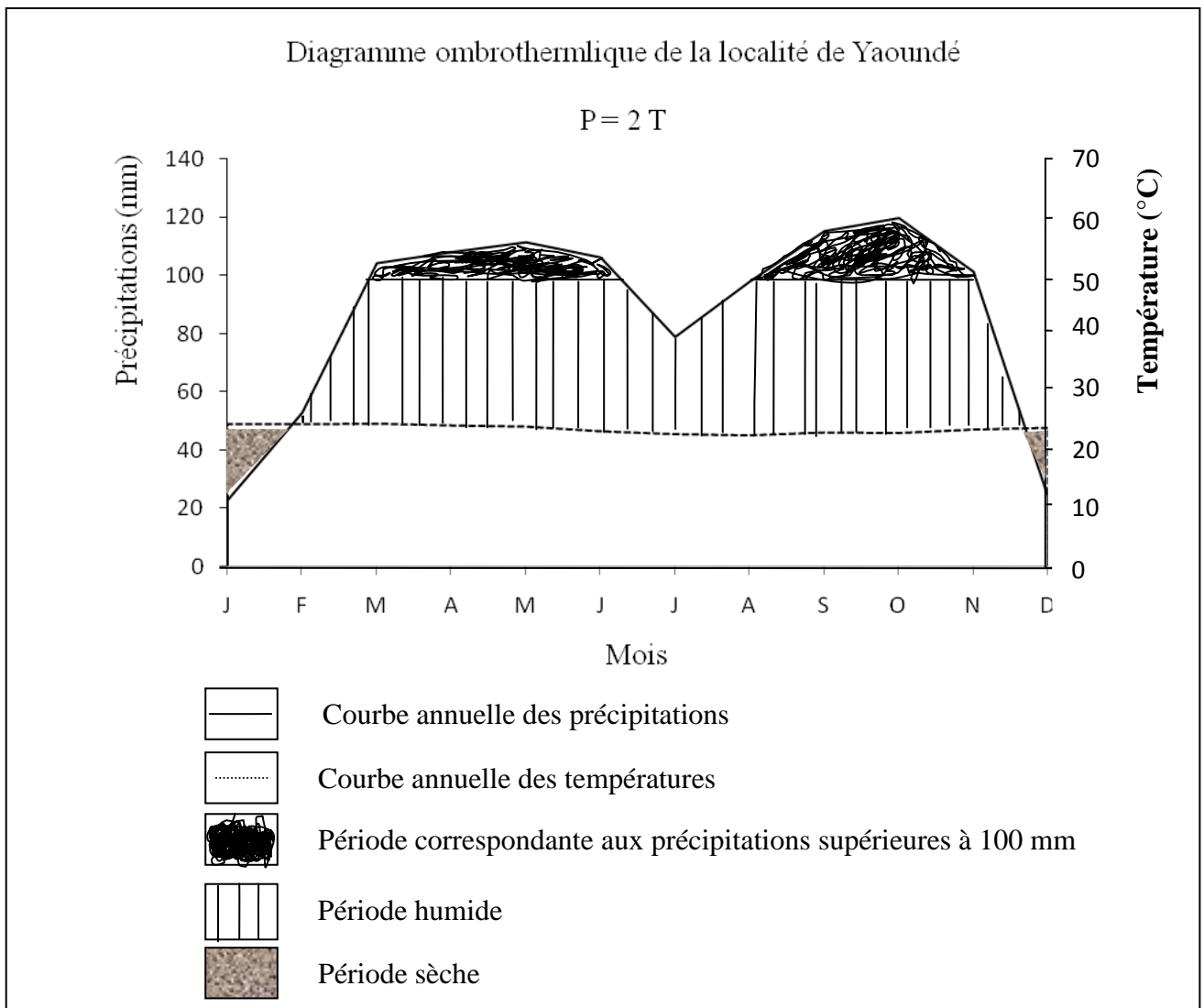


Figure 11. Diagramme ombrothermique de Yaoundé selon la méthode de Walter & Lieth en 1964. (Source des données: Climate – Data.org.htm, consulté le 28/06/2016)

L'humidité relative dans la localité de Yaoundé est élevée durant toute l'année. Durant les mois de juillet, août septembre et octobre, la valeur de l'humidité relative reste assez élevée comme l'illustre la figure 12

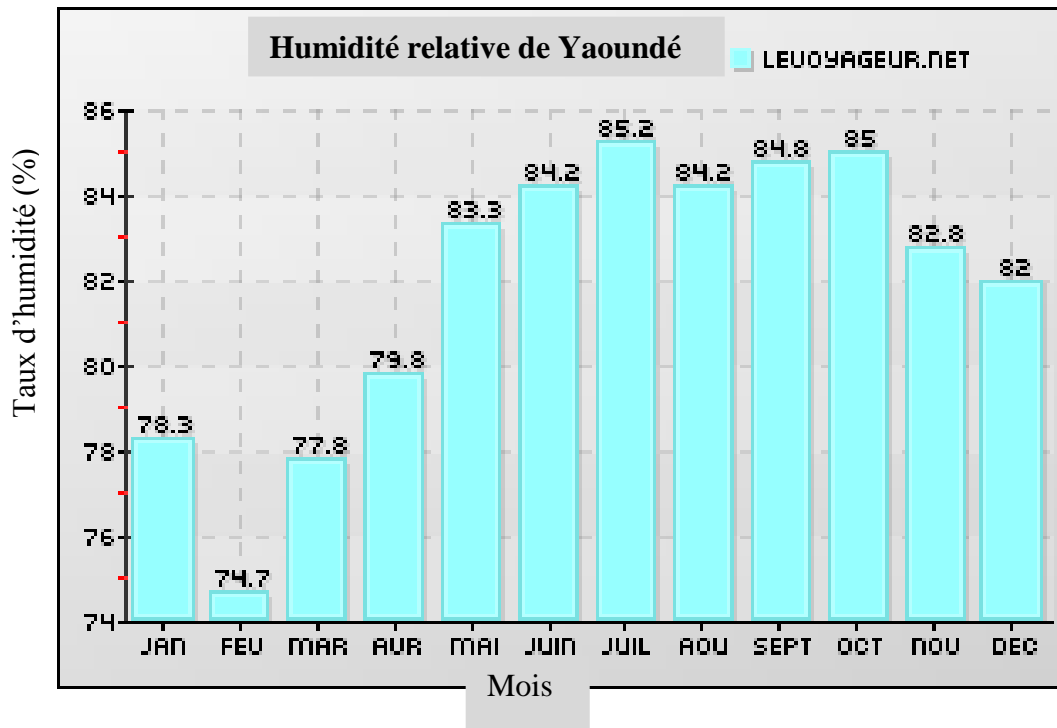


Figure 12. Humidité relative de la localité de Yaoundé. (D'après Climate – Data.org.htm, consulté le 28/06/2016)

II.1.4 Cadre d'étude

Nous avons ciblé comme cadre de notre étude les dépôts de bois. A cet effet, nous avons visité 15, 16 et 17 dépôts de bois respectivement dans les marchés spécialisés de bois d'Awaé escalier, Ekié et Montée du parc Noka. Un dépôt de bois est un hangar aménagé pour stockage et vente des débités.

II.1.5 Motif de l'étude

L'attention de notre étude est focalisée sur le matériau bois. Le tableau 7 donne les noms et dimensions des pièces de bois.

II.2 MATERIELS

Pour réaliser notre travail, il nous a nécessité diverses ressources qui ont été :

- La ressource humaine
 - les chefs des marchés,
 - les vendeurs de bois.
- La ressource cybernétique
 - l'internet fut utilisé pour la recherche documentaire de même que la bibliothèque du CRESA Bois de Nkolbisson à Yaoundé,
 - un logiciel de calcul Microsoft Excel pour traiter les données de terrain,
 - un appareil photos numérique.
- La ressource écologique
 - les débités de bois.

Les débités de bois sont des sections variables des essences bois commercialisées au sein des marchés de bois. A cet effet, le tableau 7 présente les différentes sections commercialisées.

Tableau 7: Noms et dimensions des pièces de bois

Noms	Sections (épaisseur x largeur) (mm x mm)	Longueur (mm)
Bastaing	50 x 150 ; 63 x 160 ; 63 x 175	5000
Chevron	50 x 50 ; 63 x 75 ; 75 x 75 ; 100 x 100 ; 115 x 115	5000 ; 2200
Coussin	20 x 40	700
Latte	50 x 80	5000
Madrier	75 x 175 ; 75 x 200 ; 75 x 225 ; 100 x 225	5000
Planche	50 x 400	2200

- la ressource financière
 - l'unité monétaire a été le franc CFA. Ainsi a-t-il suffi pour désintéresser les vendeurs moins coopératifs.
- Les outils de recherche à savoir :
 - des fiches d'enquête qui comportent un questionnaire auquel seront soumis les divers informateurs et une rubrique technique objet d'évaluation des paramètres à observer sur le terrain.
 - des Stylos pour relever les données de terrain

- des flacons pour contenir les insectes de bois fixés par l'alcool éthylique à 70 % qui s'y trouve dans lesdits flacons.

II.3 METHODES

II.3.1 Méthodologie de la recherche

La méthodologie de notre recherche est une enquête d'observation et descriptive. C'est une opération qui a consisté sur le terrain dans les marchés de bois, à recueillir des informations substantielles sur le mode de stockage et de conservation du bois. Ces informations ont fait l'objet d'une analyse qui, nous a permis de répondre à la problématique soulevée de notre étude.

II.3.2 Phase préparatoire de l'enquête

Cette phase s'est déroulée en trois étapes : la prospection des sites ou marchés d'étude, la recherche documentaire et l'élaboration d'une fiche d'enquête.

Nous avons prospecté cinq marchés de bois, en plus des trois qui ont retenu notre attention Awaé escalier, Ekié et Noka par leurs densifications, nous s'y sommes également rendus dans les marchés de Mimboman et de Mendong.

Nous avons mené une recherche documentaire via internet ainsi qu'au CRESA Bois de Nkolbisson. Cette recherche nous a permis d'inventorier un bon nombre de paramètres et de critères de recherche, également d'avoir des ressources efficaces pour pouvoir discuter nos résultats de terrain.

Nous avons enfin durant cette phase préparatoire, élaboré une fiche d'enquête regroupant les paramètres à évaluer ainsi que les différents critères confère annexe 1.

II.3.3 Phase opératoire de l'enquête

Cette phase comprend les entretiens, la caractérisation de l'environnement physique des dépôts et l'entreposage des débités, enfin la caractérisation des altérations biologiques des débités.

II.3.3.1 Entretiens

Au moyen des fiches d'enquête (cf. annexe 1), les entretiens menés avec les chefs des marchés ont porté sur la désignation des marchés de bois. Cependant avec les vendeurs de bois, nous nous sommes entretenus premièrement sur l'identification du vendeur et deuxièmement sur l'identification des essences bois qu'ils commercialisent sous les noms commerciaux ou vernaculaires. A cet effet nous avons distingué les essences permanentes, les essences rares et les essences non retrouvés comme le présente le tableau 10 (cf. analyse des données). Troisièmement sur l'identification des stocks des débités, leurs durées approximatives de stockage, ainsi que leurs provenances, une échelle des durées fut élaborée (cf. analyse des données); et quatrièmement sur les mesures préventives prises contre les altérations du bois. A l'issue de cet entretien nous procédâmes avec la permission du vendeur, pendant un bref moment, aux diverses caractérisations.

II.3.3.2 Caractérisation de l'environnement physique des dépôts et de l'entreposage des bois débités

Pour caractériser l'environnement physique du dépôt, nous avons pris en compte deux paramètres à savoir : la couverture du dépôt pour caractériser l'exposition ou non aux intempéries (figure 13) et la teneur en eau du sol pour caractériser l'humidité ambiante du dépôt. Ainsi, un dépôt ne présentant pas de toiture était dit à ciel ouvert, s'il est recouvert d'une toiture faite de tôle, il était dit protégé. Cependant, si on observait une quelconque toiture soit faite en planches, ou de bâche en plastique ou encore un dépôt sous couronne des arbres, le dépôt était dit exposé. Un dépôt était qualifié de très humide si son sol présentait des eaux stagnantes. Si néanmoins son sol était moue ou légèrement humidifié, le dépôt était dit humide. Par contre, si son sol est aride, le dépôt était dit sec ou moins humide. Nous utiliserons l'expression moins humide tout au long de notre travail car il a été difficile de rencontrer les dépôts complètement secs.



Figure 13a. Dépôt à « ciel ouvert » (Biloa 2015)



Figure 13b. Dépôt exposé aux intempéries (Biloa 2015)



Figure 13c. Dépôt protégé aux intempéries (Biloa 2015)

Figure 13 Expositions des dépôts face aux intempéries

La largeur d'une pile des débités, l'espacement entre deux piles voisines, la présence ou non des chantiers furent les paramètres de caractérisation de l'entreposage des débités. Ainsi la largeur de pile est inférieure à 1,5 mètre ou supérieure ou égale à 1,5 mètre, la pile fut respectivement dite non aérée ou aérée. Si l'espacement entre deux piles voisines était soit inférieure à 30 centimètres ou supérieure ou égale à 30 centimètres, la pile fut qualifiée non aérée ou aérée. En absence de chantiers, la pile était qualifiée de non aérée. Si par contre il y a présence de chantiers et que toute fois le premier de la pile est à moins de 20 centimètres du sol, la pile était dite moins aérée. En revanche, si le premier lit de pile est à hauteur supérieure ou égale à 20 centimètres du sol, la pile était dite aérée. Les chantiers sont les madriers de récupérations sur lesquels reposent les piles des débités.

II.3.3.3 Caractérisation des attaques biologiques

Nous évaluâmes distinctement les attaques d'insectes et celles des champignons par dénombrement les pièces attaquées par stock de bois observés exprimé en pourcentage. Le tableau 9 (cf. analyse des données) présentera l'échelle de gradation en fonction des pourcentages des pièces attaquées. Egalement pour caractériser les attaques biologiques, nous avons pris des photographies des altérations pour déterminer le type d'altération (fongique ou galerie) et la nature de l'altération. Dans le même ordre d'idées, nous avons également récolté les insectes présumés xylophages sur les débités. Tous les relevés ont été consignés dans la fiche d'enquête.

II.3.4 Analyse des données à l'issus de l'enquête

A l'issue de nos enquêtes de terrain, nous avons préliminairement constitué des échelles de durées de stockage et l'échelle de gradation en fonction des pourcentages des pièces attaquées telles que respectivement présentées dans les tableaux 8 et 9.

Tableau 8. Echelle des durées de stockage des débités

Durée de stockage	[0 – 2 [mois	[2 – 4 [mois	4 mois et plus (≥4 mois)
Echelle	1	2	3

Cette échelle fut élaborée en fonction des concentrations des durées de stockages recensés sur le terrain. L'intervalle 4 mois et plus ci présente se justifie par le fait que dans nos relevés, nous ayons enregistré des nombres figurants de dépôts (exemples 1 et 2) dispersés de 4 à plus de 12 mois.

Tableau 9. Echelle de gradation en fonction des pourcentages des pièces attaquées

Proportions des attaques	[0-10% [[10-30% [[30-50% [[50-70% [≥70%
Gradation	-	+	++	+++	++++

Le tableau ci dessous présente la codification des offres des essences bois dans les marchés de bois

Tableau 10. Codification des offres des essences bois

Offre	Permanente	Rare	Non retrouvé
Codification	*	/	

Une fois que cette phase préliminaire eut terminé, nous avons à partir de nos données de terrain consignées dans les fiches d'enquête, constitué une base des données dans le logiciel de calcul Microsoft Excel 2007 qui a servi de traiter ces données et de ressortir les résultats (graphes à analyser et à interpréter) qui seront discutés. L'identification des familles taxonomiques d'appartenance des insectes fut effectuée par M. ZOKKO au laboratoire de zoologie de la faculté des sciences de l'université de Yaoundé 1.

II.3.5 Limites de l'étude

- Notre travail s'est étendu sur 48 dépôts de bois soit 12 % de l'ensemble des dépôts que regorgent les différents marchés.
- La méconnaissance des fluctuations des essences bois dans les dépôts.
- L'enquête d'observation descriptive est soudaine et ne donne accès qu'aux appréciations approximatives des paramètres à étudier.
- La reconnaissance et l'identification des espèces fongiques.

II.3.6 Difficultés rencontrés

Dans la réalisation de notre travail nous avons rencontré les difficultés ci après :

- Le temps imparti pour l'exploration des débités dans les dépôts.
- Le contact pas toujours aisé avec les informateurs.
- La reconnaissance et l'identification des espèces fongiques.

Chapitre III : RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 RESULTATS

III.1.1 Essences bois commercialisées

Au total, 26 espèces d'essences bois sont commercialisées dans nos marchés respectifs comme présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11. Essences bois commercialisées dans les marchés de bois

Noms pilotes	Noms vernaculaires et commerciaux	Espèce botanique	Marché Awaé	Marché Ekié	Marché Noka
Acajou d'Afrique	Ngollon	<i>Khaya ivorensis</i>	*	*	*
Ayous	Ayos	<i>Triplochiton scleroxylon</i>	*	*	*
Bilinga	Akondoc	<i>Nauclea diderrichii</i>	*	*	*
Moabi	Adjap	<i>Baillonella toxisperma</i>	*	*	*
Movingui	Eyen	<i>Distemonanthus benthamianus</i>	*	*	*
Dabema	Atui	<i>Piptadeniastrum africanum</i>	*	*	*
Eyong	Bongo	<i>Sterculia oblonga</i>	*	*	*
Fraké, (Limba)	Akoam	<i>Terminalia superba</i>	*	*	*
Ilomba	Eteng	<i>Pycnanthus angolensis</i>	*	*	*
Kosipo, sapelli, sipo	Atomassié, Assié, Asseng-Assié	<i>Entandrophragma candollei</i> , <i>Entandrophragma cylindricum</i> , <i>Entandrophragma utile</i>	*	*	*
Iroko	Abang	<i>Milicia excelsa</i>	*	*	*
Zingana	Zingana	<i>Microberlinia bisulcata</i>	*	*	*
Fromager	Doum	<i>Ceiba pentandra</i>	*	*	*
Bossé	Edoucié	<i>Guarea cedrata</i>			*
Okan	Adoum	<i>Cylocodiscus gabonensis</i>	*	/	/
Padouk	M'bel	<i>Pterocarpus soyauxii</i>			*
Azobé	Bongossi	<i>Lophira alata</i>	/	/	/
Aiélé	Abel	<i>Canarium schweinfurthii</i>	/	/	
Bubinga	Essingang	<i>Guibourtia tessmanii</i>		/	
Landa	Landa	<i>Eeythroxylum mannii</i>	/		
Tali	Elone	<i>Erythrophleum ivorense</i>	/		
Kotibé	Kotibé	<i>Nesogordonia papaverifera</i>	/		
Doussié	Doussié	<i>Azelia bipindensis</i>	/		

III.1.2 Provenance des débités

La provenance industrielle du bois dans les marchés locaux varie de 19 à 43%. Les sciages artisanaux sont très concentrés à Awaé et à Noka ainsi présenté la figure ci-dessous.

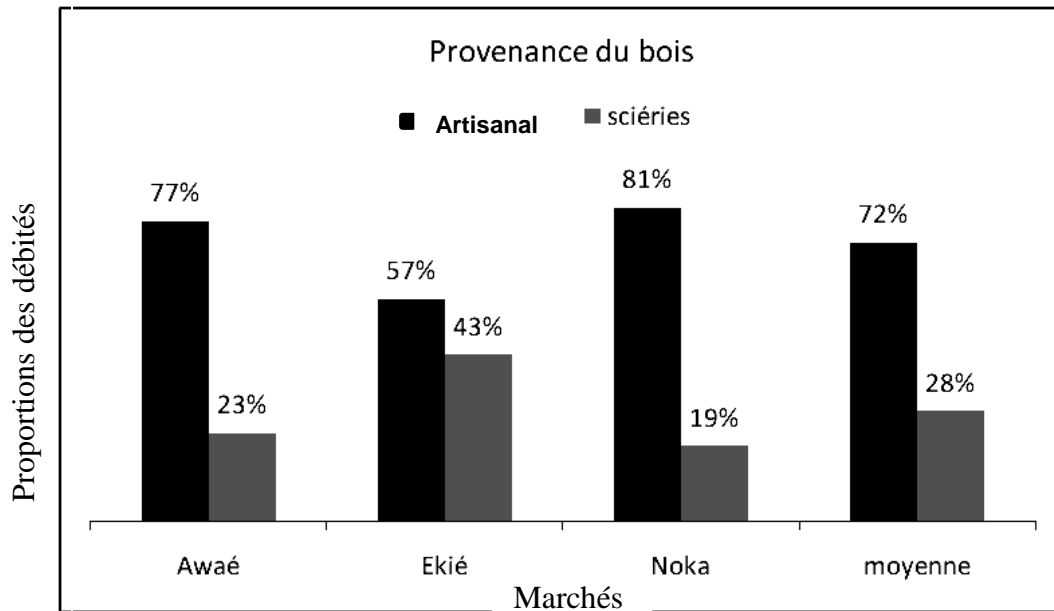


Figure 14 Provenance des débits de bois dans les marchés locaux de Yaoundé

Les marchés Awaé escalier et Noka sont potentiellement ravitaillés par les sciages artisanaux tandis que les rebuts de scieries sont vivement commercialisés à Ekié.

III.1.3 Durées de séjour du bois dans les dépôts

Les durées de séjour du bois dans les dépôts est variable et peuvent dépendre de l'essence ainsi que présente le tableau 12. *Terminalia superba*, *Entandrophragma sp.*, *Milicia excelsa*, *Pycnanthus angolensis*, *Triplochiton scleroxylon* ont des durées de séjour relativement longues.

Tableau 12. Durée de stockage des débités

Espèce botanique	Marché Awaé	Marché Ekié	Marché Noka
<i>Cylocodiscus gabonensis</i> Harms	1		
<i>Distemonanthus benthamianus</i>	1		1
<i>Piptadeniastrum africanum</i>	1 2		1
<i>Terminalia superba</i>	1 2 3	2	1 2
<i>Baillonella toxisperma</i>		3	2
<i>Entandrophragma</i> sp.	2 3	1 3	1 2
<i>Khaya ivorensis</i>	2		2
<i>Milicia excelsa</i>	2	2 3	1 2 3
<i>Pycnanthus angolensis</i>	2 3		
<i>Triplochiton scleroxylon</i>	2	1 2 3	1 2
<i>Eeythroxyllum mannii</i>		3	
<i>Sterculia oblonga</i>		2	1
<i>Guibourtia tessmanii</i>		1	
<i>Nauclea diderrichii</i>		3	1
<i>Pterocarpus soyauxii</i>			1
<i>Guarea cedrata</i>			3

III.1.4 Couverture des dépôts

La figure 15 ci-dessous présente les proportions des dépôts par type d'exposition aux intempéries en fonction des marchés. A cet effet il en ressort que les dépôts à Awaé sont essentiellement à ciel ouvert, à Ekié, ils sont essentiellement exposés et à Noka, sont essentiellement protégés

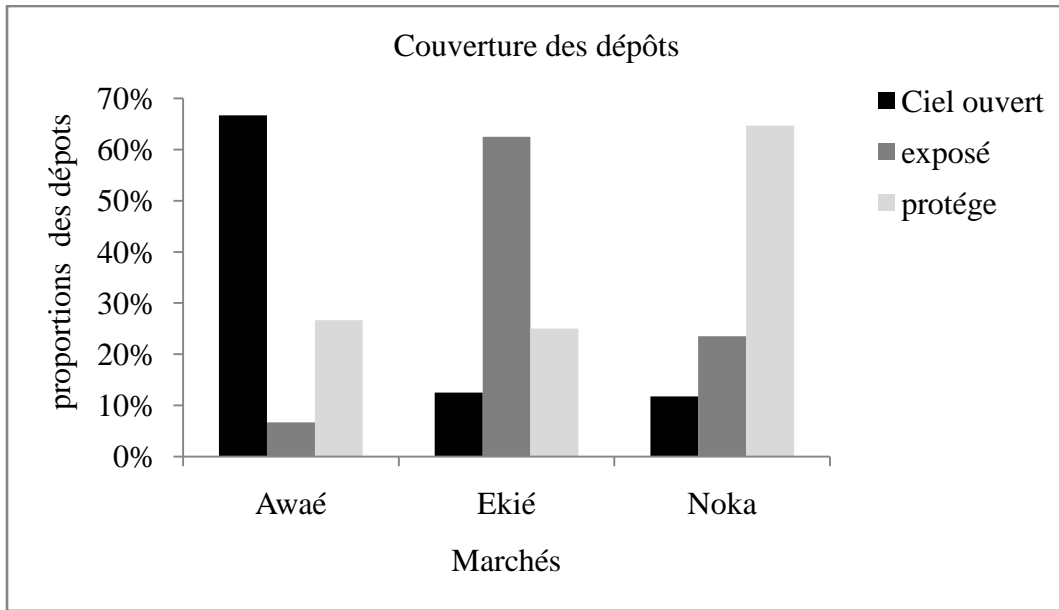


Figure 15. Pourcentages des dépôts par type d'expositions aux intempéries en fonction des marchés.

III.1.5 Humidité ambiante des dépôts de bois

La figure 16 présente les proportions des dépôts de bois en fonction du type d'humidité ambiante qui règne dans desdits dépôts. Il ressort que les dépôts à Awaé escalier sont permanemment humides ou très humides. Cependant à Noka, les dépôts son assez majoritairement moins humides.

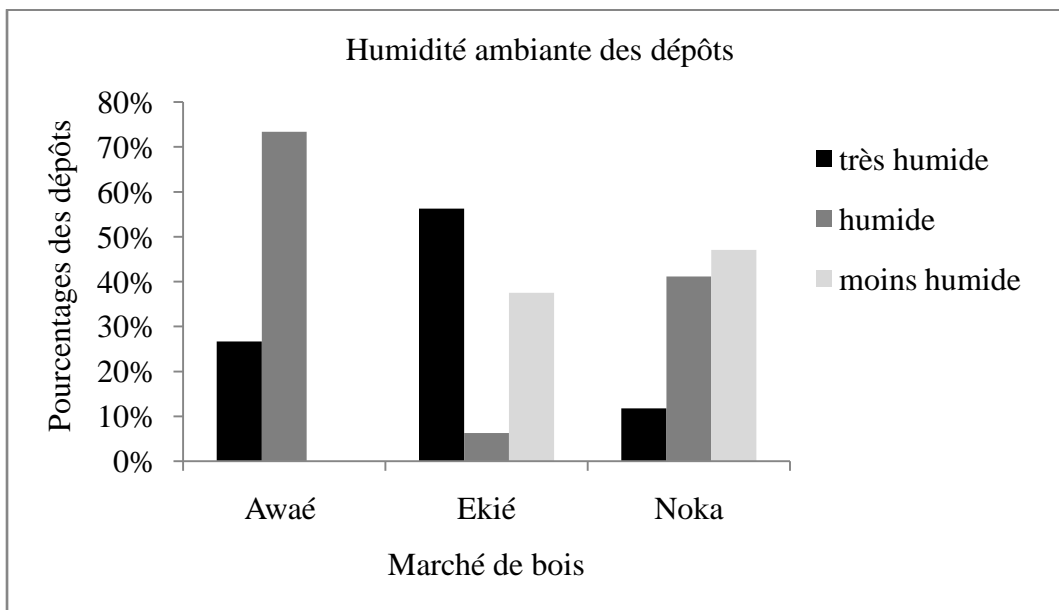


Figure 16. Humidité ambiante des dépôts en fonctions des marchés.

III.1.6 Aérations des piles des débités

La figure 17 présente les entreposages des piles de débités. Ces résultats montrent que les piles sont sous aérées d'une manière générale sur l'ensemble des trois marchés. Les dépôts à Noka sont à plus de 85 % moins aérés. On enregistre à Ekié un important nombre de dépôts non aérés tandis qu'Awaé, cet enregistrement est faible.

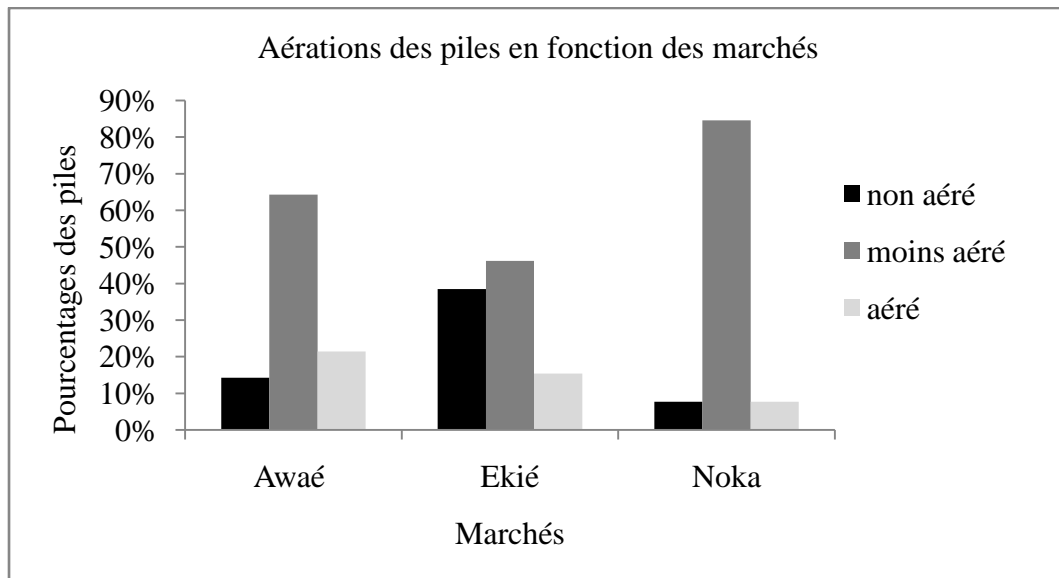


Figure 17. Aération des piles des débités.

III.1.7 Attaques biologiques du bois stocké

Les attaques biologiques sont de deux ordres. Les attaques fongiques d'une part et les attaques d'insectes d'autre part. la figure 18 et 19 ci-dessous présentent respectivement les attaques fongiques d'une et d'autre part les attaques d'insectes sur *Terminalia superba*, *Entandrophragma sp.*, *Milicia excelsa*, *Pycnanthus angolensis*, *Triplochiton scleroxylon* et *Sterculia oblonga*. Ces résultats montrent que sur chaque essence, les attaques fongiques sont plus importantes que celles d'insectes et que par ailleurs, le marché Noka est comparativement moins sensibles aux attaques biologiques par rapport aux autres marchés.

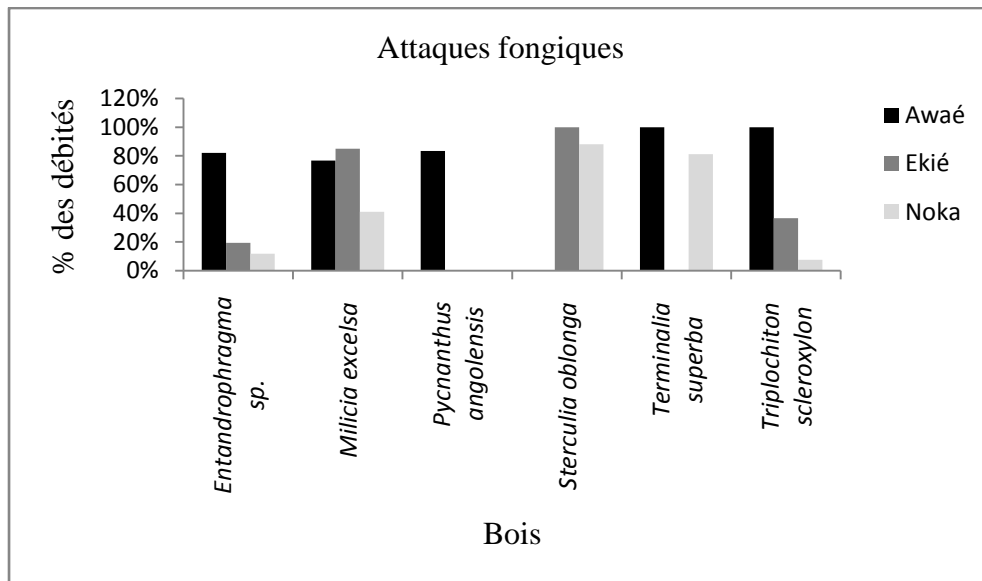


Figure 18. Pourcentages des débités altérés par les champignons par essence et par marché.

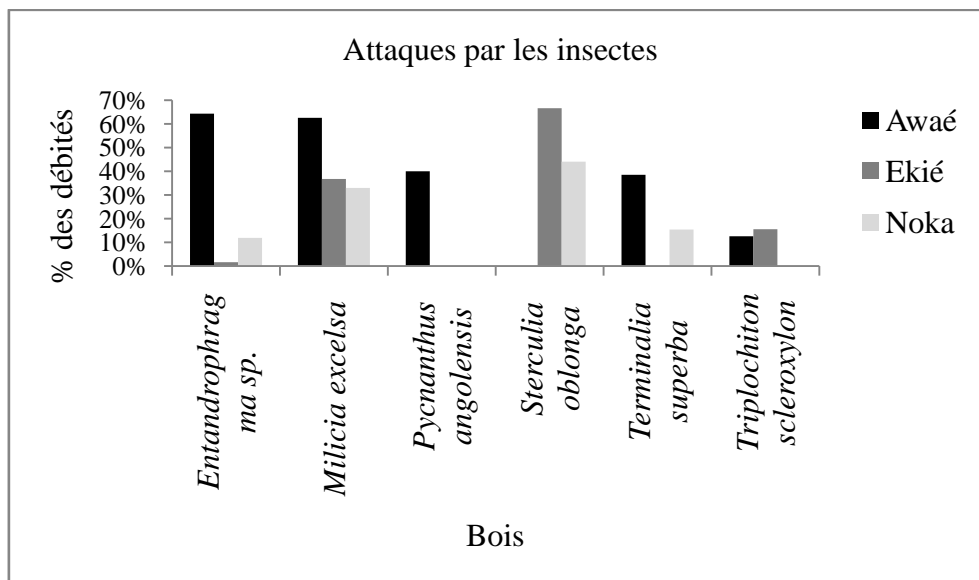


Figure 19. Pourcentages des débités altérés par les insectes par essence et par marché.

III.1.8 Natures des altérations biologiques

La nature des dommages est fonction de l'agent d'altération biologique qui peut causer divers dommages. Ainsi, les insectes creusent des galeries aux moyens des piqûres noires ou blanches, également par le biais du mulotage ou encore par rongement comme l'illustre la figure 20 ci-dessous.

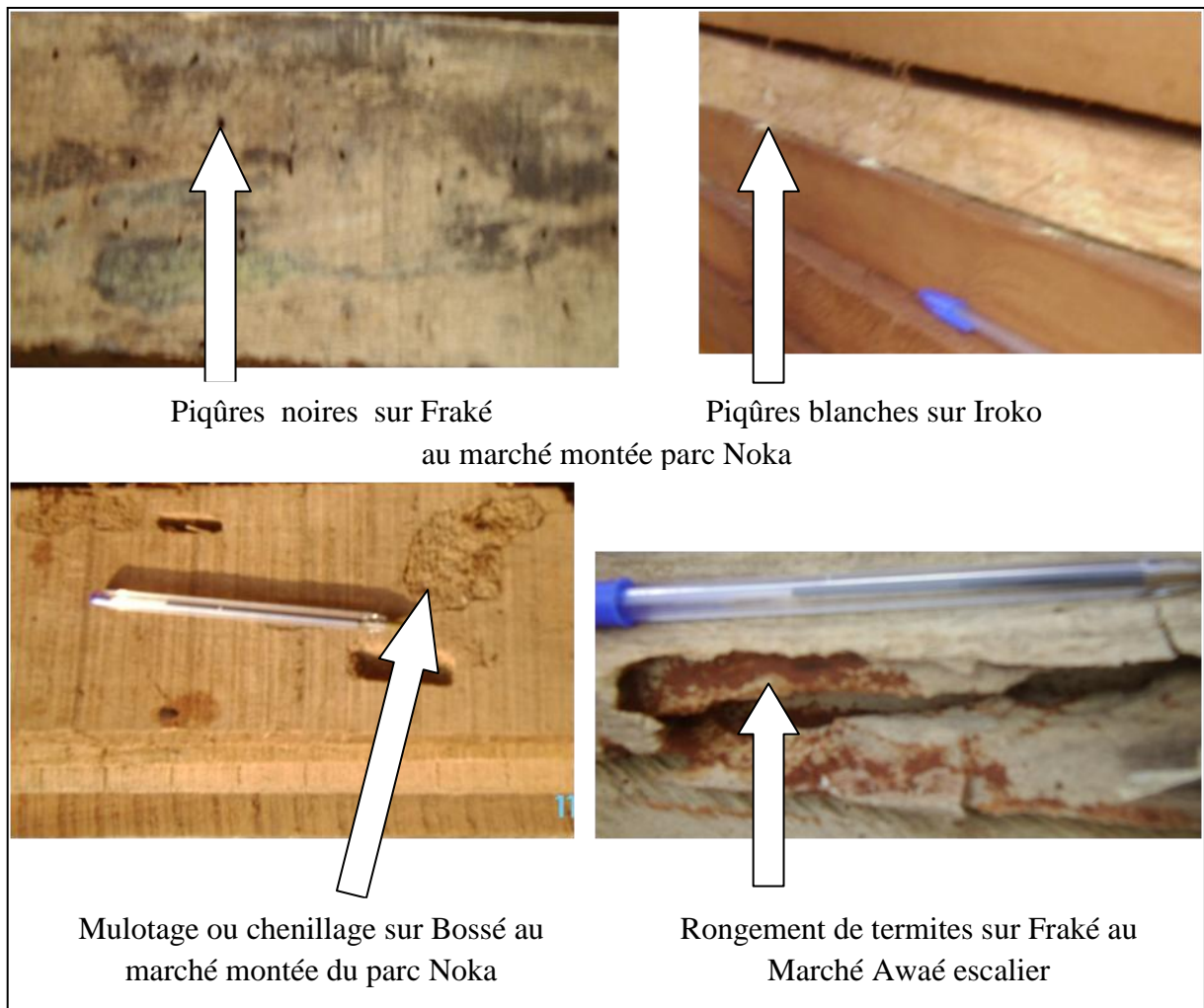


Figure 20. Altérations dues aux insectes du bois. (Photos Biloa 2015)

Les altérations biologiques sont également dues aux attaques fongiques qui causent le bleuissement, les échauffures ainsi que les pourritures du bois présentés dans la figure 21.

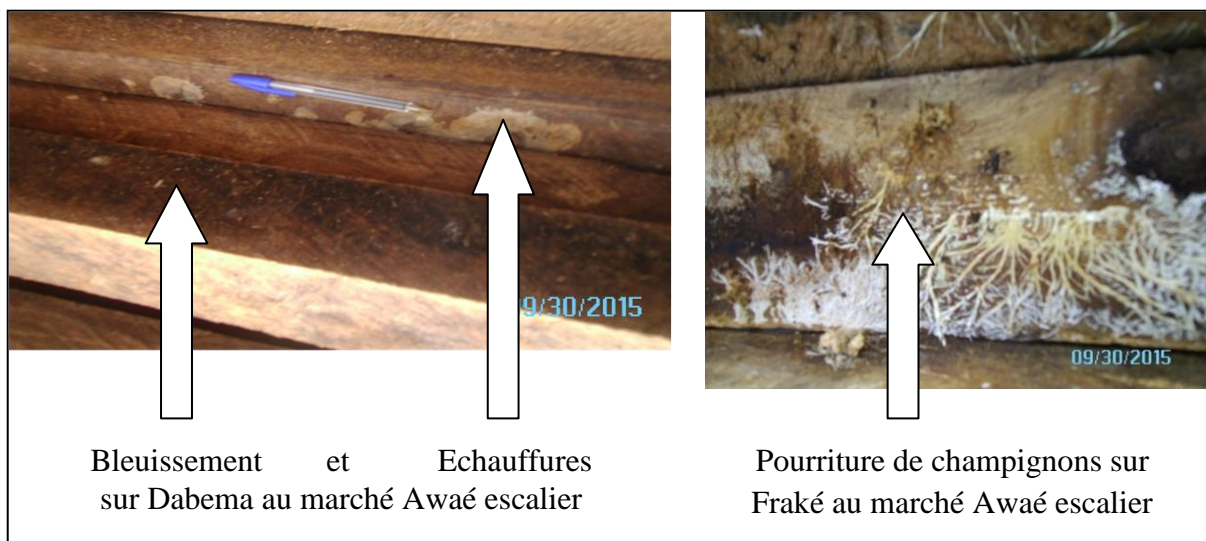


Figure 20 Altérations fongiques du bois. (Photos Biloa 2015)

III.1.9 Insectes agents d'altérations biologiques

Le tableau 14 présente les familles taxonomiques des insectes récolté sur le terrain. Ainsi, 11 familles ont été identifiées

Tableau 13: Liste des familles d'insectes retrouvés sur le bois dans les dépôts d'étude

Famille	Spécimens
Aldigidae	2
Anthocoridae	1
Chrysomelidae	2
Cicadidae	1
Curculiomidae	6
Forficulidae	2
Formicidae	3
Meloidae	1
Platipotidae	1
Scolydidae	3
Termitidae	n

III.1.10 Mesures préventives chimiques négligeables contre les altérations du bois

Il ressort de notre enquête que l'usage des insecticides et des fongicides est négligeable dans l'ensemble par les vendeurs (moins de 1%).

III.2 DISCUSSION

Les résultats présentés au tableau 11 présentent 26 essences bois commercialisées dans le marché local soit 50 % du potentiel national des données fournies par la Chambre d'Agriculture de l'Élevage et des forêts du Cameroun 1960 puis Gérard *et al.* 1998. Ce qui traduit un marché diversifié. Cette diversité s'explique par le fait que les écosystèmes exploités pour le sciage artisanal sont du Domaine Forestier Non Permanent (Lescruyer & Cerutti 2011). 19 % à 43 % des débités sont des rebuts des scieries industrielles (figure 14). Ce résultat est en accord avec les travaux de ONF-International *et al.* 2002, Plouvier *et al.* 2002 qui révèlent une provenance industrielle du bois d'œuvre pour le marché local estimée de 10 % à 40 %. Les résultats des durées de stockage exprimés au tableau 12 montrent que *Terminalia superba*, *Entandrophragma* sp., *Milicia excelsa*, *Triplochiton scleroxylon*, *Pycnanthus angolensis* sont permanentes sur le marché. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Koffi en 2005 sur l'ex marché Messa de même que Lescruyer & Cerutti en 2011 font mention de *Entandrophragma* sp., *Milicia excelsa*, *Triplochiton scleroxylon* comme faisant partie des 5 essences bois les plus vendues dans le marché intérieur du bois.

Les dépôts à Awaé escalier sont relativement très humides, cette constante d'humidité pourrait s'expliquer par leur mode d'exposition aux intempéries préférentiellement à ciel ouvert. Les travaux s'étant déroulés en pleine tombée des pluies. Également, à Ekié, les humidités extrêmes des dépôts se justifieraient par la porosité ou non des quelconques toitures. Cependant à Noka, la protection des leurs dépôts contraste avec l'humidité ambiante persistante dans lesdits dépôts. Les résultats de l'entreposage des débités (figure 17) montrent d'une manière générale une sous aération des piles. Plus de 85 % des piles à Noka sont moins aérées. Les travaux de Pasiecznik en 2007 révèlent qu'un défaut d'aération des piles ralentit le séchage des débités accroissant l'humidité ambiante, en accord avec l'humidité ambiante persistante des dépôts à Noka.

Les altérations biologiques sur certains débités sont comparativement plus accentuées à Awaé qu'à Ekié et moins accentuées à Noka (figure 18 et figure 19). Ces résultats s'expliquent par les variations de l'humidité ambiante dans leurs dépôts respectifs. Les travaux de Fougerousse en 1957 et en 1958, puis de Colling 2002 révèlent que les altérations biologiques sur le bois requièrent des conditions d'humidité favorable. L'humidité relative durant les mois août, septembre et octobre étant assez élevée. Les attaques fongiques sont

prépondérantes comparativement à celles des insectes. Cette différence s'explique par leurs modes de fructifications diversifiés. En effet les piqûres d'insectes s'effectuant assez lentement (Fougerousse 1957). Les travaux de Farshid 2005 corroborent ce résultat. L'accentuation des altérations biologiques serait aussi due à des mesures préventives négligeables.

Les altérations biologiques sont diversifiées comme présente les figures 20 et 21. Ceci suppose une diversité des organismes biologiques, en accord avec les travaux de Fougerousse en 1958 et Ramel 1999 qui, y distinguent les insectes fraîcheur bois dépendants et les insectes fraîcheur bois facultatifs. En effet d'après Fougerousse 1958, les piqûres noires ainsi que le mulotage sont dus par les insectes fraîcheur bois dépendants tandis que les piqûres blanches ainsi que le rongement par les termites sont sujet des insectes fraîcheur bois facultatifs. De même Colling 2002 distingue le bleuissement, les échauffures et les pourritures comme faisant partir des altérations fongiques. C'est ainsi que nous avons identifié 4 familles d'insectes des 16 familles que présente Ramel 1999. Insectes fraîcheur bois dépendants : Cucurlionidae et Formicidae ; insectes fraîcheur bois facultatifs : Scolytidae ; et insectes de bois sec : Termitidae.

Chapitre IV : IMPLICATION SUR LE SYSTEME EDUCATIF DU SUJET

L'évaluation des conditions de stockage du bois dans quelques marchés de bois de Yaoundé implique sur le plan éducatif la recherche sur les mécanismes d'altérations biologiques du bois, la recherche des moyens de lutte contre les attaques biologiques et la conservation des ressources naturelles et en particulier du matériau bois. Ainsi, la leçon portant sur les altérations du bois d'œuvre pourrait être enseignée en classe de 5^{ème} dans les établissements d'enseignement secondaire général et insérée dans le module de l'éducation à l'environnement et au développement durable.

FICHE PEDAGOGIQUE DE PREPARATION D'UNE LECON DE SVT SELON L'APC

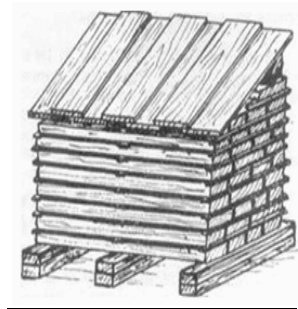
Texte : Situation problème contextualisée

Le père d'Abena en prévoyance d'aménager son plafond a fait scier *Terminalia superba* (Akom). En vue d'un séchage, il empila les débités les une sur les autres de manière non aérée dans un environnement humide. Quelques temps après, dans l'espoir que ses débités soit déjà secs pour l'utilisation, il constata, qu'ils ont été altérés par les piqûres d'insectes et les champignons

Questions :

- 1- Relever le problème soulevé dans le texte
- 2- Formuler une interrogation autour de ce problème
- 3- Proposer les solutions à la question formulée

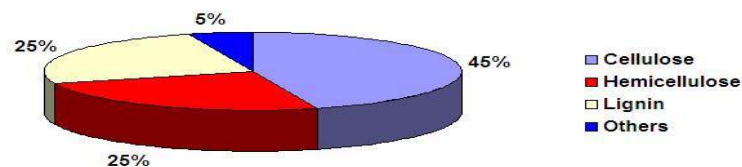
Planche 1 :



- 1- A votre avis, pourquoi les pièces débitées sont-ils empilés les une sur les autres ?
- 2- A votre avis, pourquoi la pile est-elle recouverte de toiture ?
- 3- A votre avis pourquoi la pile est-elle déposée sur les chantiers ?

Figure.21: conservation du bois dans de bonnes conditions de stockage

Planche 2 : Composition chimique du bois anhydride



Donner la composition chimique du bois anhydride

ETABLISSEMENT	Lycée de Tsinga	Nom et prénom du professeur : BILOA OHANDJA ARSENE DIDIER		
MODULE	L'éducation à l'environnement et au développement durable	Matricule : 11Y078 Niveau : Biologie V / ENS		
FAMILLE DE SITUATION	Gestion des ressources naturelles	Date		
EXEMPLE DE SITUATION	Altération du bois	Classe	5 ^{ème}	
PALIER DE COMPETENCE	Conservation de la nature	Effectif	F : G :	
CATEGORIE D' ACTIONS	Lutte contre les attaques biologiques	Durée	50 minutes	
LECON	Altérations du bois d'œuvre	Période		
Objectif(s) Pédagogique(s) Opérationnel(s)	A la fin de cette leçon, l'élève doit être capable de préserver le bois des attaques fongiques et des piqûres d'insectes			

E T A P E S	Actions à mener	Objectifs pédagogiques intermédiaires	Contenu	Matériels ou supports didactiques	Activités		Evaluation à l'atteinte des OPOI	D U R E E
					Professeur	Elèves		
I N T R O D U C T I O N		1-établir le contrat professeur-élèves	<u>Titre de la leçon</u> ALTERATIONS DU BOIS D'ŒUVRE	-livre programme Projet pédagogique	Communique et écrit le titre de la leçon Pose la situation problème contextualisée	Recopient le titre de la leçon S'approprient de la situation problème contextualisée		5 min
		2-vérifier les pré-requis		Vécu quotidien	Pose les questions de l'évaluation diagnostique	Donnent des propositions de réponses à l'évaluation diagnostique	Définir altération	
		3-motiver les apprenants	Confection des meubles, des ouvertures de maison, réalisation des charpentes et du plafond	Vécu quotidien, situation problème contextualisée.	Pose les questions amenant les apprenants à déterminer l'intérêt de la leçon	Brainstorming	Citer quelques applications du bois d'œuvre	

I N T O D U C T I O N D E V E L O P P E M E N T	Créer les conditions favorables à un stockage du bois sans risque d'altération	4-formuler le(s) problème(s) scientifique(s)	Pourquoi le bois a-t-il été attaqué ? Comment éviter les attaques sur le bois ?	Situation problème contextualisée	Pose les questions qui amènent les apprenants à poser le problème scientifiques et à émettre les hypothèses.	Analysent la situation problème contextualisée, identifient les problèmes et formulent le problème scientifique à résoudre, et émettent des hypothèses. Ressortent les actions à mener.	Relever le problème soulevé dans le texte Formuler une interrogation autour de ce problème Proposer les solutions à la question formulée	5 min
			<p>Introduction</p> <p>Le bois est la substance fibreuse et compacte de l'arbre. Il est utilisé pour les constructions et l'ameublement. Sa composition chimique lui rend susceptibles aux altérations biologiques.</p> <p>I - composition chimique du bois</p> <p>Le bois anhydride est constitué à 46% de cellulose ; à 26% hémicelluloses ; à 26% lignine ; 6% autres substances</p>	Projet pédagogique morceaux de bois	Dicte le cours	Prendent les notes		5 min
				Planche 2	Procède à l'évaluation diagnostique Dicte le cours	Observent la planche 2 et répondent à la question posée	Donner la composition chimique du bois	

<p style="text-align: center;">D E V E L O P P E M E N T</p>	<p>Créer les conditions favorables à un stockage du bois sans risque d'altération</p>	<p>Donner les constituants du bois</p> <p>Déterminer le mode vie des agents de détériorations biologiques</p> <p>Protéger le bois des agents de détériorations biologiques</p>	<p>carbonées.</p> <p>II- Agents biologiques des détériorations du bois</p> <p>Sont,</p> <p>1- les champignons : ce sont</p> <ul style="list-style-type: none"> ◊ Les champignons lignicoles qui parasitent le bois causent la moisissure et le bleuissement. Ces dommages sont d'ordre esthétique ◊ Les champignons lignivores qui décomposent le bois. Ils sont dits saprophytes. Ils altèrent la structure du bois et causent sa pourriture. <p>2 les insectes : on distingue,</p> <ul style="list-style-type: none"> ◊ Les insectes xylophages. Leurs larves parasitent le bois, creusent les galeries et altèrent la structure mécanique du bois. ◊ Les insectes xylophiles qui, creusent les galeries pour abri sans autant se nourrir du bois. Leurs dommages sont d'ordre esthétique. <p>III- Les facteurs des altérations : sont</p> <ul style="list-style-type: none"> ◊ Les intempéries ◊ L'aération défailante des piles ◊ L'humidité ambiante élevée 	<p>Projet pédagogique</p>	<p>Dicte le cours</p> <p>Procède à l'évaluation formative</p>	<p>Prendent les notes</p> <p>Prendent les notes</p> <p>Répondent aux questions de l'évaluation formative</p>	<p>Enumérer les agents biologiques des altérations du bois</p> <p>Citer les dommages causés par les agents biologiques des altérations du bois avec des exemples.</p> <p>Déterminer les facteurs des altérations biologiques du bois.</p>	<p>20 min</p>
--	---	--	---	---------------------------	---	--	---	---------------

	Protéger le bois des agents de détériorations biologiques	IV- Comment prévenir les altérations ? <> N'assembler sur une pile que des essences de même espèce à l'abri des pluies, de l'ensoleillement et de l'humidité. <> Former les pile d'au maximum 1,5 m de large sur des chantiers hauts de 20 cm du sol. <> Ranger la pile en tasseaux. Les tasseaux ainsi que chantiers doivent être espacés d'au maximum 35 à 45 cm	Planche 1 projet pédagogique	Amène les élèves à donner les propositions de réponses Dicte le cours	Donnent des propositions de réponses aux questions posées à la planche 1 Prennent les notes de cours.	Donner des propositions de réponses aux questions posées à la planche 1	10 min
Conclusion	Pour un stockage sans risques d'altération biologiques sur le bois, un certains nombre de mesures préventives sont à prendre.			Quels sont les mesures à prendre pour une bonne conservation des débités de bois ?			5 min

Bibliographie :

- **Farshid Faraji. (2005)** Study on the natural durability of mixed plywood panels composed the durable and non-durable veneers. Life Sciences. ENGREF (AgroParisTech), English. <pastel-00001664>
- **Pasiecznik N.M.; Brewer M.C.M. ; Fehr C. ; Samuel J.H. (2007)** De l'arbre au bois débité : un guide pour le sciage de long à la tronçonneuse : conçu spécialement pour le débit de bois de petit diamètre en région agroforesterie ou en zone sèche sous les tropiques. Coventry: Henry Doubleday Research Association. http://dbm-energie.fr/Joomla/images/PDF/bois/scieur_de_long_%28French_version%29.pdf
- **Wertz J. L. (2010)** La lignine. Rapport de synthèse, Document ValBiom-Gembloux AgroBio Tech

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION

Au terme de nos travaux qui porte sur l'évaluation des conditions de stockage du bois dans quelques marchés de bois de Yaoundé ayant comme objectif général de déterminer les facteurs qui influencent le développement des attaques d'insectes et fongiques sur les débités de bois dans les dépôts de bois, nous avons mené des investigations dans les marchés Awaé, Ekié et Noka. Il ressort de nos travaux que, l'exposition des dépôts aux intempéries (pluies), la mauvaise aération des stocks des débités, accroissent l'humidité ambiante des dépôts. Cette humidité reste le principal facteur catalyseur des altérations biologiques du bois. Les dommages causés par les agents biologiques sont diversifiés, ce qui pourrait traduire des écologies particulières. La connaissance des espèces des insectes et champignons qui attaquent le bois permettrait à cet effet de connaître leur écologie et de développer des stratégies de lutte.

PERSPECTIVES

En perspective, la connaissance des espèces des insectes et champignons qui attaquent le bois permettrait de connaître leur écologie et de développer des stratégies pour les contrer. Cependant, pour assurer la préservation des débités dans les dépôts de bois, nous recommandons :

- ❖ Aux vendeurs de bois,
 - de protéger leurs dépôts par des toitures en tôles ondulées ;
 - d'aérer les piles des débités propre à une essence donnée ;
 - d'envisager l'usage des insecticides et des fongicides contre les agents d'altérations biologiques du bois.

- ❖ Aux pouvoirs publics,
 - que le MINPME restructure le secteur informel du bois ;
 - que le MINFOF produise des textes relatifs à conservation du bois au sein des marchés locaux ;
 - que les communes veillent aux bonnes conditions de stockage du bois dans marchés et de s'investir à l'assainissement desdits marchés..

- ❖ A la communauté biologiste et écologiste,
 - qu'ils produisent davantage des articles scientifiques sur les techniques de préservation du bois ;
 - qu'ils œuvrent pour la sensibilisation des mécanismes des attaques biologiques sur le bois et sur les moyens de lutte contre les agents d'altération biologiques.

BIBLIOGRAPHIE

Bachelier G. (1959) Etude pédologique des sols de Yaoundé. Contribution à l'étude de la pédogénèse des sols ferrallitiques. Agron Trpo 14 (3) : 279-305.

Beauchene J. (2010) Agents de dégradation du matériau bois, CIRAD.

Chambre d'agriculture de l'élevage et des forêts du Cameroun (1960) Agence Havas-Afrique, rue Joffre à Douala (Cameroun), n°33.

Colling C. (2002) Les champignons du bois. <http://www.lyc-couffignal-strasbourg.ac-strasbourg.fr/bois/Documents/Champignons.pdf>.

Colling C. (2002) Les insectes du bois <http://www.avicea.fr/wp-content/uploads/2015/09/Listes-des-xylophages.pdf>.

Complex Carbohydrate Research Center (2007) The University of Georgia, Plant Cell Walls, Hemicelluloses. Dans: <http://www.ccrc.uga.edu/~mao/xyloglc/Xtext.htm>.

Farshid F. (2005) Study on the natural durability of mixed plywood panels composed the durable and non-durable veneers. Life Sciences. ENGREF (AgroParisTech),. English. <pastel-00001664>.

Fengel D., Wegener G. (1984) Wood, Chemistry, ultrastructure, reactions. Walter de Gruyter edition, Berlin-New-York, 613 p.

Fougerousse (1957) Les piqûres de coupe fraîche en Afrique Tropicale, B. F. T., n° 55.

Fougerousse (1958) Les altérations fongiques des bois frais en Afrique tropicale et plus particulièrement de l'Ilomba et du Limba, B. F. T., n° 60.

Gérard J., Kouassi A. E., Daigremont C., Détienne P., Fouquet D., Vernay M. (1998). Synthèse sur les caractéristiques technologiques de référence des principaux bois commerciaux africains. CIRAD-forêt.

Guinier Ph. (1925) Les altérations des Bois et leurs remèdes. In: Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale, 5^e année, bulletin n°49, pp. 684-696. http://www.persee.fr/doc/jatba_0370-3681_1925_num_5_49_4327.

Hale M.D.C., Eaton R.A. (1993) *Wood: Decay, Pests and Protection*. Chapman and Hall, London. 546p.

Jebrane M. (2009) Fonctionnalisation du bois par transestérification des esters d'énol. Thèse Ph. D, Université Bordeaux 1, Ecole doctorale des sciences chimiques, France.

Koffi Y.A. (2005) Sciage artisanal, transformation et commerce du bois d'œuvre du Cameroun à destination de l'arc Soudano-sahélien. Mémoire du diplôme d'ingénieur d'agronomie tropicale, Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement, Montpellier, France.

Lescuyer G., Cerutti P. O. (2011) Le marché domestique du sciage artisanal au Cameroun: état des lieux, opportunités et défis. CIFOR.

Morot-gaudry J.F. (2010) Les Lignines, Introduction, Académie d'Agriculture de France, dans <http://www.academie-agriculture.fr/mediatheque/seances/2010/20100217introduction.pdf>.

ONF-International., ERE-Développement., CERNA (2002) Étude en vue de la définition d'une politique sectorielle de transformation et de valorisation du bois au Cameroun. Ministère de l'Environnement et des Forêts, Yaoundé, Cameroun.

Pasiecznik N.M., Brewer M.C.M., Fehr C., Samuel J.H. (2007) De l'arbre au bois débité : un guide pour le sciage de long à la tronçonneuse : conçu spécialement pour le débit de bois de petit diamètre en région agroforesterie ou en zone sèche sous les tropiques. Totnes, Royaume Uni, Henry Doubleday Research Association, 44p http://dbm-energie.fr/Joomla/images/PDF/bois/scieur_de_long_%28French_version%29.pdf

Perré P., Badel E. (2006) De l'eau dans l'arbre à l'eau dans le matériau bois: Une introduction. *Revue forestière française*, 58(4), 305-315.

Plouvier D., Eba'a A. R., Fouda T., Oyono R., Djeukam R. (2002) Étude du sous-secteur sciage artisanal au Cameroun. Ministère de l'Environnement et des Forêts, Yaoundé, Cameroun.

Shallom D., Shoham Y. (2003) Curr. Opin. Microbiol. in http://biotech.technion.ac.il/Media/Uploads/Documents/Yuval/Publications/Yuval_67.pdf.

Ramel A. (1999) Petit cours illustré d'entomologie.

Rombauts R. (2012) Le séchage du bois, Chapitre 12, p8 Hébergé par www.lescopeaux.asso.fr.

Tecsult International Ltée. (2007) Étude sur la traçabilité des bois exploités au Cameroun et des produits « bois » exportés à partir du Cameroun : État des lieux et identification des besoins.

Wertz J. L. (2010) La lignine. Rapport de synthèse, Document ValBiom-Gembloux AgroBio Tech.

Wertz J. L. (2011) Les hémicelluloses. Rapport de synthèse, Document ValBiom-Gembloux AgroBioTech.

Adresse URL et sites internet

- Climate-Data.org.htm.
- <http://www.ongola.com/yaounde%206.htm>.
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Yaound%C3%A9#Climat>.
- <https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/none/path/s1084e755aa436055/image/i41dfe0ee1b01a10a/version/1441107107/image.jpg>.
- www.lescopeaux.asso.fr/Rombauts/PDF/Rombauts_12.pdf.
- www.memoire-cameroun.com 180 × 279 le centre (cvuc.cm251 × 274).

- www.memoireonline.com 231 × 331 carte régionale du Cameroun
- www.moboa.fr/taux-humidite-bois-de-structure.htm

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche d'enquête parasitaire relatif a la présence des insectes et champignons du bois d'œuvre dans les parcs de Yaoundé.

A- Désignation du parc

1. Nom :
2. Prénom :
3. Adresse :
4. Lieudit :
5. Arrondissement :
6. Nombre total des dépôts:
7. Population (nombre de personnes environ dans le dépôt) :
8. Nombre de vendeurs :
9. Nombre de dépôts :

B- Désignation du propriétaire du dépôt

1. Nom et Prénom :
2. Sexe : Masculin Féminin
3. Age :
4. Ethnie
5. Niveau d'étude : non scolarisé primaire secondaire supérieure
6. Formation professionnelle : scieur menuiserie foresterie autre :
7. Date d'acquisition du dépôt
8. Activité principale : oui non autre :
9. Mode d'approvisionnement : personnel fournisseurs
Autre
10. Ecosystème exploité : forêt plantation marécage jachère
Autre :
11. Localité d'exploitation :
12. Origine du bois : Sciage artisanal sciage professionnel déchets de scieries
13. Traitement d'administration : insecticides fongicides aucun
14. Produits de traitement :
15. Nature de la clientèle : chantiers menuiserie inconnu
Autre :

C- Inventaire des essences bois du dépôt (à la base des principaux bois du Cameroun (1960)

1.

Durée de stockage	Moins d'un mois	1 à 2 mois	Plusieurs mois	1 à plusieurs années
Indice	+	++	+++	++++

Essences bois déjà élaborées	Sciage artisanal (NOKA) prix en FCFA					Outillage		
	Planche	Chevron	Bastaing	Latte	Cadre	Perche	Coffrage	Ouvrage

2. Justificatif de la durée de stockage :

.....

3.

Essences les plus vendues par les clients	Type	
	Aubier différencié	Aubier indifférencié

4.

Essences les plus demandées par les clients	Type	
	Aubier différencié	Aubier indifférencié

D- Description du cadre physique environnemental

1. Accessibilité : difficile aisée
 2. Atmosphère : close (toxique) ouvert (aérée)
 3. Situation pédologique : sol plat pente roche sable marécage
Autre :
 4. Exposition aux intempéries : ciel ouvert partiellement recouvert
Totalemnt recouvert sous feuillage
autre :
 5. Mode de stockage : empilement en pile morte Empilement séquentiel
 6. Empilement
Sans tasseaux Avec tasseaux
 7. positionné sur:
Le sol L'eau Les chantiers
 8. Espacement entre les tasseaux
.....
 9. Si sur les chantiers, hauteur des chantiers
H ≤ 20 cm H > 20 cm
- E- Examen : Etablissement de l'état d'altération du bois stocké.

Noms-pilotes et vernaculaires	Déterminants des insectes						Déterminants des champignons		
	Présence des galeries et nombre de pièces touchées sur le nombre de pièces observées.			Récolte des organismes			Bleuissement	Echauffure	Pourriture
	Piqûres noire	Piqûre blanche	Autres	œufs	Larves	Adultes	Photos N°		

Fait à Yaoundé, le
Par : BILOA OHANDJA ARSENE DIDIER et

Signature :

Sous la supervision du Dr GUEDJE NICOLE

Annexe 2 : Liste des informateurs

Durant nos travaux sur le terrain, au total, 11 vendeurs (ou informateurs) ont déclinés leurs identifications. C'est ainsi que le tableau 15 présente la liste desdits informateurs.

Tableau 14 : Liste des informateurs.

Noms des informateurs	Sexe	Age	activité principale	Contact	Localité	Ethnie
Balikbo Nako Pierre Celestin	masculin	51	oui		Awaé	Banen
Bankeng	masculin	26	non	675 337 562	Noka	Banen
Bassomben Gabriel	masculin			678 617 648	Noka	Banen
Katiken Josept	masculin	44	oui		Awaé	Banen
Mama Bela	féminin	50	non	694 416 067	Noka	yambassa
Ongtoboka	masculin	41	non		Noka	Banen
Roger	masculin	46	oui		Awaé	bassa
Sa Majesté Effa Antoine	masculin		non	677 910 030	Awaé	Ewondo
Tsanga Pierre	masculin	40	oui	674 647 355	Awaé	Eton
Yannick	masculin		oui		Awaé	Ewondo

Annexe 3 : Liste des principales espèces d'essences bois africains commercialisées au Cameroun (d'après Chambre d'Agriculture de l'Élevage et des forêts du Cameroun 1960, Gérard et al. 1998)

52 essences bois sont commercialisées dans le territoire national. Ces essences sont aussi bien destinées à l'exportation qu'à la consommation interne. Le tableau 16 ci-dessous présente ces différentes essences bois regroupées par familles taxonomiques.

Tableau 15: Liste des 52 principales espèces d'essences bois africains commercialisées au Cameroun. (Source : Chambre d'Agriculture de l'Élevage et des forêts du Cameroun 1960, Gérard et al. 1998).

Famille botanique	Espèce botanique	Nom pilote
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra Gaertn</i>	Fromager
	<i>Rhodognaphalon brevicuspe</i>	Kondroti
	<i>Roberty</i>	
Burseraceae	<i>Canarium schweinfurthii Engl.</i>	Aiélé
	<i>Dacryodes buettneri H.J. Lam.</i>	Ozigo
Caesalpinaceae	<i>Azelia bipindensis Harms</i>	Doussié
	<i>Amphimas ferrugineus Pierre</i>	Lati
	<i>Berlinia bracteosa Benth.</i>	Ebiara
	<i>Brachystegia cynometroides Harms</i>	Naga
	<i>Cylocodiscus gabonensis Harms</i>	Okan
	<i>Daniellia klainei Pierre</i>	Faro

	<i>Didelotia africana</i> Baill	Gombé
	<i>Distemonanthus benthamianus</i> Benth.	Movingui
	<i>Erythrophleum ivorense</i> A. Chev.	Tali
	<i>Gilbertiodendron dewevrei</i> J. Léonard	Limbali
	<i>Guibourtia tessmanii</i> J. Léonard	Bubinga
	<i>Microberlinia bisulcata</i> A, Chev	Zingana
	<i>Monopetalanthus coriaceus</i> Morel	Andoung
	<i>Tetraberlinia bifoliolata</i> Haum	Ekaba
Combretaceae	<i>Terminalia ivorensis</i> A. Chev	Framiré
	<i>Terminalia superba</i> Engl. & Diels	Fraké
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum mannii</i> Oliv.	Landa
Fabaceae	<i>Pericopsis elata</i> Van Meeuw.	Afromosia
	<i>Pterocarpus soyauxii</i> Taub.	Padouk
Guittifereae	<i>Mammmea africana</i> Don	Oboto
Lauraceae	<i>Beilschmiedia</i> sp.	Kanda
Meliaceae	<i>Entandrophragma candollei</i> Harms	Kosipo
	<i>Entandrophragma cylindricum</i> Sprague	Sapelli
	<i>Entandrophragma utile</i> Sprague	Sipo
	<i>Guarea cedrata</i> Pellegr	Bossé
	<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.	Acajou d'Afrique
	<i>Lovoa trichilioides</i> Harms	Dibétou
Mimosaceae	<i>Albizia ferruginea</i> Benth.	Iatandza
	<i>Piptadeniastrum africanum</i> Brenan	Dabema
Moraceae	<i>Milicia excelsa</i> C. C. Berg	Iroko
Myristicaceae	<i>Pycnanthus angolensis</i> Warb.	Ilomba
	<i>Staudtia kamerunensis</i> Warb.	Niové
Ochnaceae	<i>Lophira alata</i> Banks ex Gaertn. f.	Azobé
	<i>Testulea gabonensis</i> Pellegr.	Izombé
Rhizophoraceae	<i>Poga olessa</i> Pierre	Ovoga
Rubiaceae	<i>Hallea ciliata</i> Leroy,	Abura
	<i>Nauclea diderrichii</i> Merril	Bilinga
Rutaceae	<i>Fagara heitzii</i> Aubrev. & Pellegr.	Olon
Sapotaceae	<i>Austranella congolensis</i> A. Chev.	Mukulungu
	<i>Baillonella toxisperma</i> Pierre	Moabi
	<i>Gambeya africana</i> Pierre	Longhi
	<i>Tieghemella africana</i> A. Chev.	Makoré
Sterculiaceae	<i>Mansonia altissima</i> A. Chev.	Bete
	<i>Nesogordonia papaverifera</i> R.	Kotibé
	<i>Sterculiara rhinopetala</i> K, Schum.	Wawabima
	<i>Tarrietia utilis</i> Sprague	Niangon
	<i>Triplochilon scleroxylon</i> K. Schum	Ayous
Ulmaceae	<i>Celtis mildbraedii</i> Engl.	Celtis (Ohia)

Annexe 4 : Données précipitations et température de la localité de Yaoundé

Le tableau 16 présente les précipitations et les températures mensuelles de la localité de Yaoundé.

Tableau 16. Précipitations et températures de la localité de Yaoundé. (Source : Climate – Data.org.htm, consulté le 28/06/2016).

Mois	Janvier (J)	Février (F)	Mars (M)	Avril (A)	Mai (M)	Juin (J)	Juillet (J)	Août (A)	Septembre (S)	Octobre (O)	Novembre (N)	Décembre (D)	Annuelle
Précipitations (mm)	22	53	143	181	215	163	79	98	253	298	114	24	1643
Température (°C)	24,5	24,5	24,6	24,3	24,1	23,3	22,8	22,6	23,1	23	23,6	23,9	23,7