

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix - Travail - Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

ECOLE NORMALE SUPERIEUR

D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

D'EBOLOWA

DEPARTEMENT DE D'INGENIERIE

DU BOIS



REPUBLIC OF CAMEROUN

Peace - Work - Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

HIGHER TECHNICAL TEACHER

TREINING COLLEGE OF

EBOLOWA

DEPARTMENT OF OF WOOD

ENGINEERING

**Filière
MÉTIERS BOIS**

**ANALYSE TECHNIQUE DES LAMES DE SCIES CIRCULAIRES
EN
FONCTION DU TRAVAIL A EXECUTER DANS LES ATELIERS
DE
MENUISERIE DE L'INFORMEL DU DEPARTEMENT DE LA
MVII.A.**

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Professeur d'Enseignement

Technique et

Professionnel de 2e grade (DIPET II)

Par : MEKONGO BOUNOUNGOU Baltazar

Sous la direction de

Pr-Dr NJANKOUO Jaques Michel

Maitre de Conférences à l'UY1

TADEFO Pierre

Chef Affûteurs de Lames

de Scies Industrielles, Atelier Tadefo

Ebolowa

Année Académique : 2019 - 2020



REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix-Travail-Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE 1

**Ecole Normale Supérieure d'Enseignement
Technique**

Département d'ingénierie du bois

B.P.886 Ebolowa

REPUBLIC OF CAMEROON

Peace-Work-Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE 1

Higher Technical Teachers' Training College

Department of Wood Engineering

P.O Box 886 Ebolowa

**ANALYSE TECHNIQUE DES LAMES DE SCIES CIRCULAIRES EN FONCTION
DU TRAVAIL A EXECUTER DANS LES ATELIERS DE MENUISERIE DE
L'INFORMEL DU DEPARTEMENT DE LA MVILA.**

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

OPTION : METIERS BOIS

Par

MEKONGO BOUNOUNGOU Baltazar

Soutenu le 11 Juillet 2020 à l'Amphi 1 de l'ENSET d'Ebolowa.

Composition du Jury

Président du Jury : Professeur BIKOMO MBONOMO René /MC

Rapporteur : Professeur NJANKOUO Jacques Michel / MC

Examineur : Docteur OUM LISSOUCK René / CC

FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU TRAVAIL

Je soussigné, **MEKONGO Bounoungou Baltazar** atteste que le présent mémoire de DIPET II en Métiers Bois est le fruit de mes propres travaux de recherche effectués dans le département de la Mvila auprès des ateliers du secteur informel sur le thème intitulé « **analyse technique des lames de scies circulaires en fonction du travail à exécuter dans les ateliers de menuiserie de l'informel du département de la Mvila** », sous la supervision académique du **Pr-Dr NJANKOUO Jaques Michel**, maître de conférences à l'université de Yaoundé.

Ce mémoire est authentique et n'a pas été antérieurement présenté pour l'acquisition de quelque grade universitaire que ce soit.

Date :

MEKONGO BOUNOUNGOU Baltazar

Visa du superviseur Académique

Pr-Dr NJANKOUO Jaques Michel,
Maître de conférences à l'UY1.

DEDICACE

A ma mère Assaba Agathe

REMERCIEMENTS

Le présent mémoire de DIPET II à l'ENSET D'Ebolowa est le fruit de la contribution de nombreuses personnes.

Je remercie tout d'abord le seigneur Dieu de m'avoir donné sagesse et intelligence pour parvenir à la finalité de ce long travail de recherche.

Je remercie Pr-Dr NJANKOUO Jaques Michel, Maître de Conférences à l'Université de Yaoundé 1, pour avoir accepté d'encadrer ce travail

Je remercie également le Pr NDJAKOMO ESSIANE SALOME, Directeur de l'ENSET d'Ebolowa, pour les conseils donnés en matière du respect d'éthique professionnelle de l'enseignant.

Je remercie tous les employés des ateliers de l'informel avec lesquels j'ai travaillé mais dont la liste est trop longue pour être citée, et M. TADEFO Pierre, chef affûteur de lames de scies industrielles pour tout leur soutien professionnel.

Je remercie Monsieur Bounoungou Joseph, mon père, ainsi qu'à tous mes frères et sœurs pour leur soutien.

TABLE DES MATIÈRES

FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITÉ DU TRAVAIL.....	ii
DÉDICACE.....	iii
REMERCIEMENTS.....	iv
TABLE DES MATIÈRES.....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
LISTE DES FIGURES.....	x
LISTE DES GRAPHIQUES.....	xi
LISTE DES PHOTOGRAPHIES.....	xii
LISTE DES CARTES.....	xiv
LISTE DES ACRONYMES.....	xv
RÉSUMÉ.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCTION.....	1
1.Contexte.....	1
2.PROBLÉMATIQUE.....	2
2.1. Question de recherche.....	3
3.OBJECTIF DE RECHERCHE.....	3
3.1. Objectif spécifique (pédagogique).....	3
3.2. Objectif général.....	3
4.HYPOTHÈSE DE RECHERCHE.....	4
5.IMPORTANCE DE L'ÉTUDE.....	4
6. RÉSULTATS ATTENDUS.....	4
7.PLAN DE RÉDACTION DU MÉMOIRE.....	5
CHAPITRE 1 : DEFINITION DES CONCEPTS ET REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	6
1.1. DEFINITION DES CONCEPTS.....	6
1.1.1. Outil monobloc.....	6
1.1.2. Outil à dent amovible.....	6

1.1.3. La vitesse de coupe.....	6
1.1.4. La vitesse de rotation.....	6
1.1.5. La vitesse d'aménage.....	6
1.1.6. Circuit d'usinage.....	7
1.1.7. Feuille de débit.....	7
1.1.8. L'analyse de fabrication.....	7
1.1.9. Le processus de fabrication.....	7
1.1.10. Gamme d'usinage.....	8
1.1.11. Le contrat de phase.....	8
1.2. REVUE DE LA LITTÉRATURE.....	8
1.2.1. La coupe du bois.....	8
1.2.1.1. Les types de coupes.....	8
1.2.1.1.1. La coupe orthogonale.....	8
1.2.1.1.2. La coupe périphérique.....	12
1.2.1.1.3. La coupe oblique.....	13
1.2.2. Efforts de coupe.....	13
1.2.2.1. Composantes de l'effort de coupe.....	13
1.2.2.2. La mesure des efforts de coupe.....	15
1.2.2.2. Facteurs affectants les efforts de coupe.....	16
1.2.3. Les angles de coupe.....	17
1.2.4. L'orientation de coupe.....	17
1.2.5. La profondeur de coupe.....	18
1.2.6. Critères de choix d'une lame de scies circulaires.....	19
1.2.7. Les différentes phases de vie d'un outil de coupe.....	20
1.2.8. Les différentes formes de lames de scies circulaire.....	21
CHAPITRE 2 : MATERIELS ET METHODES.....	22
2.1. Position géographique de la région du sud et du département de la Mvila.....	22
2.2. Documentation.....	23
2.3. Quelques essences régulièrement sciées aux ateliers du département de la Mvila et leurs densités	23

2.4. Matériels techniques.....	23
2.5. Structure d'un atelier de menuiserie du secteur informel dans la Mvila.....	24
3. Méthodes.....	25
3.1. Phase préparatoire.....	25
3.2. Phases de collecte des données.....	25
3.3. Phase de consultation des documents.....	25
3.4. Visites de terrain et entretiens avec les menuisiers et les affûteurs de lames de scies circulaires.....	26
CHAPITRE 3 : RESULTATS, DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	27
3.1. RESULTATS.....	27
3.1.1. Graphe de variation des densités des essences régulièrement sciées aux ateliers de menuiseries de la Mvila.....	27
3.1.2. Classement des densités d'essences régulièrement sciées dans la Mvila par états de dureté.....	28
3.1.3. Les principaux facteurs déterminants du sciage des bois tropicaux en Atelier.....	28
3.1.4. Les alliages sans fer résistants au sciage des bois tropicaux en Atelier.....	29
3.1.5. La résistance du bois à la coupe.....	30
3.1.6. L'analyse technique des lames pour le sciage en atelier.....	31
3.1.7. L'importance du choix des lames de scies circulaires en fonction du travail à exécuter.....	34
3.1.7. La connaissance des lames de scies circulaires selon les matériaux et les tâches à exécuter.....	35
3.1.8. Affûtage des lames et propriétés du matériau de coupe.....	36
3-2. DISCUSSIONS.....	
3.2.1. Concernant l'écart de différence entre la densité d'une même essence et son abrasivité aux outils de coupe.....	37
3.2.2. Concernant les facteurs déterminants du sciage des bois en ateliers.....	38
3.2.3. Concernant les modes de coupes employés en sciage informel.....	29
3.2.3. Concernant la connaissance des lames de scies circulaires selon les matériaux et les tâches à exécuter.....	40
3.2.4. Concernant l'affûtage des arêtes tranchantes et les propriétés du matériau.....	41
3-2-4-1. L'affûtage des arêtes tranchantes au carbure.....	42

3-2-4-2. Les caractéristiques générales des meules d'affutage.....	43
3.2.4.3.L'affûtage des arêtes tranchantes au stellite.....	43
3.2.4-4. Les différentes propriétés d'un matériau de coupe.....	45
3-3. RECOMMANDATIONS.....	46
CONCLUSION.....	47
BIBLIOGRAPHIE.....	48
ANNEXES.....	50

LISTE DES TABLEAUX.

Tableau 2-1 : Essences régulièrement sciées aux ateliers du département de la Mvila et leur densités naturelles respectives **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 3-1 : écart de différence entre la densité d'une même essence et son abrasivité face aux outils de coupe**Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 3-2 : Essences, qualification et nature de l'arête tranchante respective à leur coupe à l'état sec et humide 35

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Mode de coupes selon Mckenzie.....	9
Figure 1-2 : Coupe 90°-0°.....	9
Figure1-3 : Coupe 90°-90°.....	9
Figure1-4 : Coupe 0°-90.....	9
Figure 1-5 : Copeau de type I.....	10
Figure 1-6 : Copeau de type II.....	11
Figure 1-7 : Copeau de type III.....	11
Figure 1-8 : Transition du copeau de type B vers un copeau de type A.....	12
Figure 1-9 : Géométrie de la coupe orthogonale et des composantes de la force de coupe résultante.....	15
Figure 1-10 : Critères déterminant le choix d'une lame de scies circulaires.....	20
Figure 1-11 : Phases de la vie d'un outil de coupe.....	21
Figure1-12 : Denture couchée	21
Figure1-13 : Denture crochet	21
Figure1-14 : Denture gencive	21
Figure 1-15 : Denture perroquet	21
Figure 1-16 : Denture à copeaux projetés	21

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique 3-1 : variation des densités selon les essences régulièrement scier dans la Mvila.....	27
Graphique 3-2 : classement des essences régulièrement scier à la Mvila par état de dureté.....	28

LISTE DES PHOTOGRAPHIES

Photo 2-1. Atelier de menuiserie du secteur informel, sis au quartier Ebolowa si2.....	24
Photo 2-2. Formes de lames rencontrées dans l’informel.....	25
Photo.3-1, Annexe 1.....	50
Photo.3-2. Annexe 3.....	51
Photo.3-3. Annexe 4.....	51
Photo.3-4. Denture au carbure.....	29
Photo.3-5. Denture au stellite.....	29
Photo.3-6. Sciage d’un madrier de Bilinga à la Scie circulaire à déligner.....	30
Photo.3-7. Description d’une lame de scie circulaire.....	31
Photo.3-8. La denture bec de perroquet au carbure.....	31
Photo.3-9. Denture crochet au stellite.....	32
Photo.3-10. Denture couchée au carbure.....	32
Photo.3-11. Denture couchée carbure.....	32
Photo.3-12. Denture perroquet au carbure.....	33
Photo 3-13. Denture couchée au carbure (Multi-tâche et multi-matériaux)	35
Photo :3-14. Denture bec de perroquet au carbure (uni-matériau).....	35
Photo : 3-15. Meule diamantée.....	36
Photo :3-16. Meule émeri.....	36
Photo.3-17. Soude caustique.....	41
Photo.3-18. Soude caustique versée dans un récipient contenant de l’eau propre	41
Photo.3-19. Entretien par enlèvement de la résine de bois sur le corps de la lame.....	41
Photo.3-20. Une meule diamantée.....	42
Photo.3-21 Arête tranchante au carbure.....	42

Photo.3-22 une meule émeri.....43

Photo.3-23 Arêtes tranchantes au stellite.....43

LISTE DES CARTES

Carte 2-1. Carte du Cameroun.....	22
Carte 2-2. Carte géographique de la région du sud.....	22

LISTE DES ACRONYMES.

ENSET : Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique

MINESEC : Ministère des enseignements secondaires **MINFOF** :
Ministère des Forêts et de la faune.

C2D : Contrat Désendettement et Développement.

CD : Classe de Durabilité.

CE : Classe d'Emploi.

BM : Bois Amélioré.

BMR : Bois Massif Reconstitué.

BLC : Bois Lamellé-Coller.

BC : Bois de Construction.

BC : Bois de Charpente. **TB**
: Transformation du Bois

NC : Norme Camerounaise.

SCT : Scie Circulaire à Tronçonner.

SCD : Scie Circulaire à Déligner.

SR : Scie à Ruban.

DE : Dégauchisseuse.

RA : Raboteuse.

TE : Tenonneuse.

MOC : Mortaiseuse à Chaine.

MOM : Mortaiseuse à Mèche.

TOV : Toupie à Arbre Vertical.

POB : Ponceuse à Bande.

POL : Ponceuse à Bande Large.

SR1 : Surface de référence n°1.

SR2 : Surface de référence n°2.

PH : Phase.

SPH : Sous Phase.

MU : Montage d'Usinage.

PCFC : Programme de Compétitivité des Filières de Croissance.

ATIBT : Association Technique Internationale des Bois Tropicaux.

ANOR : Agence des Normes et de la Qualité.

DFP : Domaine Forestier Permanent.

UFA : Unité Forestière d'Aménagement.

UFE : Unité Forestière d'Exploitation.

CETIBA : Centre Technique de l'Industrie du Bois et de l'Ameublement.

OIBT : Organisation Internationale des Bois Tropicaux.

MINEPDED : Ministère de l'Environnement de la Protection de la Nature et du Développement Durable.

OIBT : Organisation International des Bois Tropicaux

OLB : Origine Légal du Bois

ONADEF : Office National de Développement des Forêts.

RESUME

Le présent mémoire de DIPET II en Métiers Bois vise à faire une analyse technique des lames de scies circulaires en fonction du travail à exécuter dans les ateliers de menuiserie de l'informel du département de la Mvila. L'étude nous montre qu'il existe deux modes de coupe du bois à la scie circulaire lors des sciages des pièces de bois en atelier notamment le délignage ou coupe 90°-90°, le tronçonnage ou coupe 0°-90° et le sciage des joues de tenons ou coupe 0°-90°.

Concernant les résultats, il apparaît que le choix de lames de scie circulaire ne repose pas seulement sur la propriété mécanique qu'est la dureté mais aussi sur deux autres points essentiels à savoir le degré hygrométrique et la densité de la pièce à scier. La nature de l'arête tranchante reste primordiale dans le choix d'un travail. En outre la forme de la denture est faite par rapport aux types de travail à exécuter soit un travail de précision ou brut, en d'autres termes, il n'existe pas de lame de scies circulaires multifonction mais il existe de lames multi matériaux.

Mots clés : Lames de scie circulaire, arête tranchante, mode de coupe du bois, types de dentures, densité et dureté des essences.

ABSTRACT

This thesis of DIPET II in wood trades aims to make a technical analysis of analysis of circular saw blades according to the work to be performed in the informal carpentry workshops of the department of Mvila. The study shows us modes of cutting wood with a circular saw when sawing parts in the workshop notably edging or cutting $90^{\circ}90^{\circ}$, parting off or cutting $0^{\circ}-90$, and sawing of the cheeks of tenons or cutting $0^{\circ}-90^{\circ}$.

Concerning the results, it appears that the choice of circular saw blades is not only based on the mechanical property that is the hardness but also on two other essential points namely the degree of humidity and the density of the workpiece. The nature of the cutting edge remains essential in choosing a job to do. In addition the shape of the teeth is made in relation to the types of work to be performed, either precision or rough work, in other words, there is no multi-functional circular saw blade but there are multi-material blades

Key words : circular saw blades, cutting edge, wood cutting mode, types of teeth, density and hardness of species.

INTRODUCTION GENERALE

Le sciage demeure un procédé de découpe de matériaux bois à l'aide d'un outil appelé lame par la combinaison de deux mouvements, celui de coupe et celui d'aménage. Cet outil est pourvu de dents dont les formes sont censées répondre aux besoins de l'opération en termes de qualité d'exécution et d'intérêt économique. La denture est très souvent renforcée par des concrétions, dépôts de grains de haute dureté à l'instar du stellite et de la pastille de carbure dont le rôle est de faire office d'arête tranchante.

Dans le contexte des pays du Bassin du Congo, la transformation plus poussée du bois notamment la troisième transformation du bois, regroupe les activités utilisant des produits intermédiaires, issus de la première et deuxième transformation du bois, pour fabriquer des produits finis ou semi-finis. L'on parle de « produits finis » s'ils peuvent être vendus tels quels au consommateur final. Ce sont des « produits semi-finis » s'ils doivent subir un autre stade de transformation, ou tout au moins s'ils seront assemblés à d'autres éléments (en bois ou autres matériaux) pour former le produit final. La troisième transformation comprend différents types d'activités :

- L'ameublement qui utilise des sciages, des placages, des panneaux ;
- Les charpentes, construction en bois, parqueterie, caisserie, ébénisterie et la menuiserie pour le bâtiment et les travaux publics (Forum international sur le développement durable de la filière bois dans les pays du bassin du Congo, Octobre 2013).

Au Cameroun, le secteur informel demeure le ravitailleur majoritaire du marché local d'ouvrages en bois qui, correspond principalement à la vente de mobiliers, d'ouvertures (portes, fenêtres, volets, placards), planchers, lambris, ce marché est ravitaillé en grande partie aujourd'hui par de petites structures artisanales, appelées **menuiseries du secteur informel**. Quelques rares unités sont bien agencées et outillées, tandis que la plupart travaillent dans le secteur informel (Fomete *et al.*, 2000).

Les menuiseries du secteur informel sont classées parmi les structures opérant dans la transformation plus poussée du bois dans les pays du bassin du Congo (OIBT, 2017) qui, demandent par conséquent un bon suivi et une bonne orientation des techniciens dans un but professionnel normalisé selon les critères technologiques internationaux afin de limiter une continuité exacerbée du professionnalisme précaire.

Les menuiseries produisant dans le secteur informel sont en rapide évolution ces dernières années dans toutes les dix régions du Cameroun, notamment dans la région du sud précisément dans le département de la Mvila où l'on constate la présence de plusieurs petits ateliers de menuiseries destinés au sciage de reprise pour l'obtention des lattes, des chevrons et de bastings et de fabrications de mobiliers, d'ouvertures, de lambris et autres ouvrages en bois. Dans ce département, Le volume de bois scié mensuellement ou annuellement dans chaque petite menuiserie demeure difficile à connaître, d'où sa méconnaissance risque de conduire à surestimer ou encore à sous-estimer la quantité effective.

1-/PROBLEMATIQUE

Les menuisiers du secteur informel du département de la Mvila nécessitent une sensibilisation sur la prise de conscience de l'importance du choix des lames de scies circulaires cadrant avec le travail à faire, afin que ces derniers puissent à leur tour mieux pratiquer avec les élèves pendant leur période de stage dans leurs structures avec des lames appropriées. Ces menuisiers de l'informel sont devenus des maîtres de stage depuis l'année scolaire 2017/2018 préparant le CAP « Certificat d'Aptitude Professionnel » suite l'application de l'approche par les compétences dans les collèges et lycées d'enseignement techniques et professionnel du Cameroun.

En effet l'on constaterait ces mêmes menuisiers de l'informel vont devenir des maîtres de stage pour les élèves devant préparer le Probatoire de BT, le Brevet Professionnel et Brevet de Technicien en ameublement ébénisterie. Certains menuisiers de l'informel sont bien équipés sauf que l'on constate quelque fois des manquements liés au choix des lames de scies circulaires lors des opérations spécifiques de découpe et de sciage qui ne cadrent pas parfois avec la tâche à exécuter encore moins avec les méthodes technologiques enseignées à des apprenants dans nos collèges et lycées techniques professionnels. Chez ces derniers le choix des lames de scies circulaires en ateliers est parfois déterminé par un professionnalisme approximatif lors d'un travail à exécuter, ce qui impacte sur la qualité du travail, sur le coût de la production et de la productivité de leurs ateliers générateurs de revenus.

1-1/ Questions de recherche

Les questions de recherche identifiées sont les suivantes :

Quels sont les critères de choix d'une lame de scie circulaire en fonction du travail à faire ?

Quelles sont les différentes formes de dentures de lames de scies circulaires ?

Quels sont les différents modes de coupe du bois en atelier ?

Quelle est l'importance du choix d'une lame de scie circulaire en fonction du travail à exécuter dans une menuiserie du secteur informel ?

2-/OBJECTIF DE RECHERCHE

2-1/ Objectif Général

Sensibiliser les principaux acteurs des PME du département de la Mvila et leur faire prendre conscience de l'importance du choix des lames de scies circulaires cadrant avec le travail à faire, afin que ces derniers puissent à leur tour mieux pratiquer avec les élèves pendant leur période de stage dans leurs structures avec des lames appropriées.

2-2/ Objectifs Spécifiques.

- 1- Démontrer que le premier critère de choix d'une lame de scie circulaire d'atelier repose sur la forme de ses dentures ;
- 2- Présenter la fiche technique nécessaire à un menuisier du secteur informel lors de l'achat des lames de scies circulaire.
- 3- Démontrer l'influence d'un mauvais choix d'outils de coupe d'une part sur la qualité du travail à exécuter et d'autre part sur le volume de bois scié en un temps précis.
- 4- Démontrer que le choix entre l'arête tranchante au stellite et celle au carbure n'est pas seulement fonction de la dureté du bois à scier mais elle est aussi fonction de son état hygrométrique.

3-/ HYPOTHESE DE RECHERCHE

- Le sciage des pièces humides augmente le taux d'émoussage des arêtes tranchantes en carbure.
- La dureté du bois et la nature du travail à faire influencent sur le choix de la lame de scie circulaire.
- Les lames de scies circulaires au stellite sont plus sollicitées pour le sciage des pièces de bois à l'Etat humides.
- Les efforts de coupes sont dus à la qualité de surface du bois à scier.

4-/ IMPORTANCE OU INTERET DE L'ETUDE.

Cette étude pourrait permettre :

- **Sur le plan scientifique** : donner les principales spécificités d'une lame dédiée à l'exécution d'un travail en atelier ;
- **Sur le plan professionnel** : produire des sciages de qualité avec un mètre linéaire de bois déterminé tout en respectant les délais d'exécution à la satisfaction des clients ;
- **Sur le plan pédagogique** : sensibiliser le menuisier de l'informel à être apte sur le choix des lames lors de l'exécution d'un travail.

5-/ RESULTATS ATTENDUS

Au terme de cette étude, les résultats suivants sont attendus.

- L'importance du choix d'une lame de scie circulaire en fonction du travail à exécuter sur la qualité et la quantité de bois à scier en atelier ;
- Proposition de la fiche d'éléments caractéristiques d'une lame de scie circulaire lors de la commande ;
- Les formes de lames de scies circulaires et la nature de leurs arêtes tranchantes spécifiques pour le sciage des bois en atelier informel.

6-/ PLAN DE RÉDACTION DU MÉMOIRE

Ce mémoire s'articule autour de cinq grands chapitres à savoir :

- 1-** Une introduction générale qui retrace le contexte de l'étude, présente sa problématique, énumère les questions de recherche, les objectifs de recherche, les hypothèses de recherche, et l'importance de l'étude ;
- 2-** Le premier chapitre qui présente la définition des concepts et la revue de la littérature ;
- 3-** Le deuxième chapitre qui présente la zone d'étude, les matériels et les méthodes ;
- 4-** Le troisième chapitre qui présente les résultats, la discussion, et les recommandations de cette étude
- 5-** Une conclusion générale.

CHAPITRE 1 :

DEFINITION DES CONCEPTS ET REVUE DE LA LITTERATURE.

Pour mieux appréhender les contours de cette étude, il a semblé important de clarifier un certain nombre de concepts utilisés dans le domaine de la menuiserie, de la gestion de production d'une menuiserie, du sciage du bois et de l'affûtage des lames de scies circulaires.

1.1. DEFINITION DES CONCEPTS.

1.1.1. Outil monobloc : C'est un outil dont le corps et ses parties tranchantes sont entièrement constitués dans une seule matière, ces outils sont utilisés avec un aménagement mécanique pour des raisons de sécurité. (Mémotech bois et matériaux associé. 2014).

1.1.2. Outil à dent amovible : c'est un outil dont les éléments de coupe ou mises rapportées sont brasés, soudés ou collés sur un corps-support généralement en acier non trempé. (Mémotech bois et matériaux associé. 2014).

1.1.3. La vitesse de coupe : c'est l'espace parcouru par le tranchant d'un outil de coupe (lame) en une seconde. Au travail du bois, plus la vitesse de coupe est grande plus le travail est net. La vitesse de coupe est généralement comprise entre 30 et 60m/s et ne doit pas dépasser 50m/s pour les outils à dents amovibles. Elle s'exprime en m/s et sa formule est la suivante : $V = \pi DN/60$. (Mémotech bois et matériaux associé. 2014).

1.1.4. La vitesse de rotation : c'est le nombre de tours qu'effectue l'outil de coupe en une minute. Elle varie suivant : la vitesse de coupe, le diamètre de l'outil, elle s'exprime en tr/min et sa formule est la suivante : $N = 60V/\pi D$. (Mémotech bois et matériaux associé. 2014).

1.1.5. La vitesse d'aménage : c'est celle déterminée par le pas d'usinage ou pas secondaire, la vitesse de rotation et le nombre de dents. Elle s'exprime en m/min et sa formule est la suivante $A = P_s NZ$. (Mémotech bois et matériaux associé. 2014).

1.1.6. Circuit d'usinage : Selon J. Heurtematte et P. Pouzeau, Usinage du Bois Edition Dunod.1979, le circuit d'usinage se définit comme l'ordre logique des usinages des pièces se déplaçant dans une seule direction en circuit ouvert ou fermé sans jamais ne se croiser ni revenir en arrière.

1.1.7. Feuille de débit : C'est un document technique qui renseigne sur un ensemble, Doit y apparaître les repères afin de visualiser rapidement une pièce sur un autre document. Le nombre de pièces, la désignation (montant, traverse haute, basse...) la longueur, la largeur,

l'épaisseur, la matière, et les observations (débit par deux pièces pour avoir une longueur de plus de 300mm. En général, on prévoit le débit avec un certain pourcentage en plus comme 5% afin de palier à des défauts du bois non vu ou faire des pièces d'essais...Les cotes d'une feuille de débit sont données finies car elles servent également au corroyage. On peut cependant trouver des feuilles de débit avec des surcotes mais dans ce cas c'est précisé. (Selon le guide des métiers du bâtiment, Edition Dunod 1982)

1.1.8. L'analyse de fabrication : C'est le document qui établit tout le mode de fabrication d'un sous ensemble. Depuis le débit jusqu'à la finition.

Chaque machine correspond à une phase, Chaque opération sur cette machine correspond à une sous phase, chaque action correspond à une opération. Le document doit être très clair il s'adresse à un professionnel connaissant le langage technique. Des dessins explicatifs propres et cotés, des croquis de machines représentant la pièce en position avec les points d'appuis, le sens d'aménage, le sens de rotation. (Selon J. Heurtematte et P. Pouzeau, Usinage du Bois Edition Dunod.1979)

1.1.9. Le processus de fabrication : C'est un tableau avec pour abscisse les différentes phases rencontrées pour la fabrication d'un ensemble, et pour ordonnée les différentes pièces composant l'ensemble. Chaque pièce est pointée devant une phase qu'elle doit avoir. On y représente aussi tous les collages en rejoignant les différentes pièces qui composent un sous ensemble. (Selon J. Heurtematte et P. Pouzeau, Usinage du Bois Edition

Dunod.1979)

1.1.10. Gamme d'usinage : C'est un document regroupant l'ensemble des phases, sous phases et opérations d'une pièce en tenant compte des facteurs d'antériorités. Un dessin de fabrication est présent sur le document, Chaque usinage machine est représenté par un dessin et coté avec les côtes utiles au réglage de la machine. Un catalogue d'outillage est nécessaire pour faire une gamme d'usinage. (Selon J. Heurtematte et P. Pouzeau, Usinage du Bois Edition Dunod.1979)

1.1-11. Le contrat de phase : c'est un document sur lequel figure tous les renseignements nécessaires à la réalisation d'une des phases du processus de fabrication d'un produit. Se fait avec un catalogue d'outillage. On y indique la description de la phase, et les schémas correspondants à chaque sous phase. Les schémas sont cotés avec les côtes d'usinages.

(Mémotech bois et matériaux associé. 2014).

1.2 REVUE DE LA LITTÉRATURE

1.2-1. La coupe du bois.

La coupe conventionnelle du bois résulte de l'action de l'arête tranchante d'un outil sur une pièce de bois. L'outil soumet le bois à une contrainte mécanique croissante jusqu'à sa rupture, ce qui provoque la formation de copeaux.

1.2.1-1. Le types de coupe

1.2.1.1-1. La coupe orthogonale

Cette coupe est définie comme la situation dans laquelle l'arête tranchante de l'outil est perpendiculaire à la direction du mouvement de la pièce de bois et où la surface obtenue est un plan parallèle à la surface originale (Koch 1964). La scie à ruban, la scie circulaire et la trancheuse sont des exemples de machines qui travaillent sous cette forme de coupe McKenzie (1960) classe la coupe orthogonale en trois types, en employant deux chiffres, le premier indiquant l'angle entre l'arête tranchante et le fil du bois, et le second représentant l'angle entre la direction de coupe et le fil du bois.

Tableau 1 : Différents modes de coupes selon Mackenzie.

Orientation	Exemples d'opérations d'usinage	Coupe	
1	90-90	Sciage à ruban (<i>déclignage</i>)	A
2	90-0	Corroyage	B
3	0-90	Tenonnage par dérouleur (<i>petite passe</i>)	C
4	0-90	Tronçonnage	C
5	90-0	Toupillage avec faible passe	B
6	90-90	Fraisage en bout	A

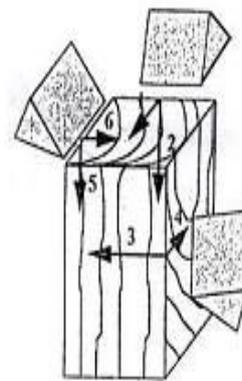
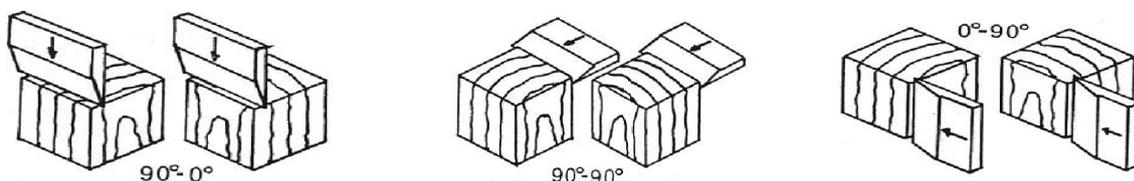


Figure 1-1. Modes de coupes à la scie

1.2.1.1.1-1. Coupe en direction 90°-0°

Cette coupe est associée à l'usinage du bois en direction parallèle au fil (figure 1-2). Le tranchage longitudinal et le rabotage manuel sont réalisés selon cette direction de coupe. D'après Franz (1958), en coupe orthogonale 90°-0°, on génère trois types de copeaux, soit les types I, II et III.

Le copeau de type I (figure 1.4) est formé lorsque le bois se fissure en avant du couteau. À mesure que l'outil de coupe avance, le copeau se déforme tel une poutre encastrée en porte-à-faux pour être détaché aussitôt que la contrainte de flexion excède celle de rupture du bois. Le fendage, qui suit la direction du fil, peut se propager au-dessous du plan de coupe, en générant une surface qui montrera du fil arraché. La formation de ce type de copeau est favorisée par l'utilisation d'un angle d'attaque élevé (plus de 25°), ainsi que par une profondeur de coupe (épaisseur de copeau) assez grande et une teneur en humidité du bois près du point de saturation des fibres.



(Fig.1-2)

(Fig.1-3)

(Fig.1-4)

Types de coupe orthogonale (selon Hoadley 2000).

Le copeau de type II (figure 1-6) se forme lorsque le mouvement de l'outil de coupe déforme le bois en avant de l'arête tranchante en compression parallèle au fil et cause des contraintes de cisaillement diagonales. Ainsi, la rupture du bois se produit le long d'une ligne qui s'étend à partir de l'arête tranchante de l'outil en provoquant la formation d'un copeau en continu. Parmi les facteurs qui favorisent la formation du copeau de type II, on remarque des angles d'attaque moyens (entre 10° et 25°), des faibles profondeurs de coupe, ainsi que des teneurs en humidité intermédiaires. La formation de ce type de copeau permet de générer une bonne qualité de surface.

Le copeau de type III (figure 1.7) tend à se former de façon cyclique, suite à des ruptures provoquées par compression et cisaillement parallèles au fil, devant de l'arête tranchante du couteau. Le copeau formé, qui n'a pas une forme précise, est généralement attrapé par la face d'attaque et compacté contre celle-ci. Les conditions facilitant la formation de ce copeau sont l'emploi des angles d'attaque petits ou négatifs, du bois ayant une teneur en humidité très faible ou bien très élevée et l'utilisation de couteaux émoussés. Les défauts associés au copeau de type III sont le grain pelucheux et le fil soulevé.

1.2.1.1.1-2. Coupe en direction 90° - 90°

La coupe 90° - 90° se présente lorsque l'arête tranchante du couteau et la direction de coupe sont orientées perpendiculairement au fil du bois (figure 1.3). Les copeaux sont formés par le cisaillement transversal et par la flexion des fibres produits par le passage de l'outil de coupe (Axelsson 1994). Les travaux liés à ce type de coupe sont ceux qui sont faits avec les scies à ruban, les scies circulaires et les outils à coupe longitudinale.

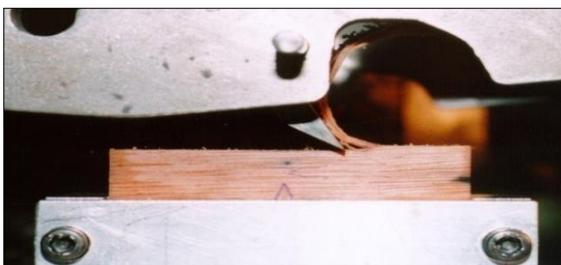


Figure 1-5. Copeau de type I, obtenu en direction 90° - 0° , à un angle d'attaque de 30° et à 1,52mm de profondeur de coupe (d'après Hernández 2009).

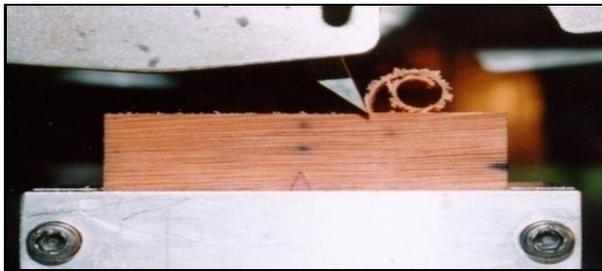


Figure 1-6. Copeau de type II, obtenu en direction $90^{\circ}-0^{\circ}$, à un angle d'attaque de 20° et à 0,38mm de profondeur de coupe (d'après Hernández 2009).

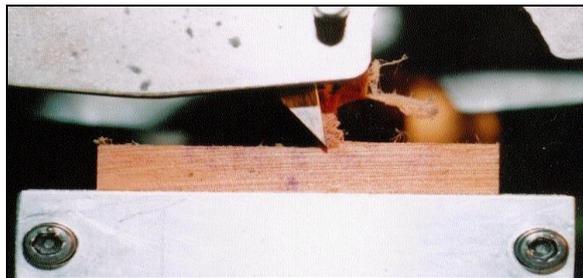


Figure 1-7. Copeau de type III, obtenu en direction $90^{\circ}-0^{\circ}$, à un angle d'attaque de 10° et à 1,52mm de profondeur de coupe (d'après Hernández 2009).

1.2.1.1.1-3. Coupe en direction $0^{\circ}-90^{\circ}$

Cette coupe, réalisée en direction perpendiculaire au fil, est employée surtout pour l'activité de déroulage traditionnel de billes ainsi que pour le tranchage (figure 1-4). Ce mode permet d'usiner le bois avec un minimum d'effort, les forces de coupe sont ainsi plus faibles qu'en coupe $90^{\circ}-0^{\circ}$.

Stewart (1979) signale qu'avec ce type de coupe on obtient principalement deux types de copeaux. Le copeau type A, lequel ressemble au copeau type I de la coupe $90^{\circ}-0^{\circ}$, est caractérisé par la propagation de fissures qui se produisent devant l'outil de coupe et qui se casse comme une poutre encastrée en porte-à-faux. Le copeau de type B, lequel ressemble plutôt au copeau de type III en coupe $90^{\circ}-0^{\circ}$, se caractérise par la présence de ruptures par compression et cisaillement qui ont lieu devant l'outil de coupe. Il existe une transition graduelle du copeau de type B vers le type A lorsque l'épaisseur de coupe augmente à un angle d'attaque fixe (figure 1-8). Stewart (1979) a proposé l'utilisation d'un angle d'attaque élevé combiné à une faible épaisseur de coupe pour obtenir une surface de bonne qualité.

1.2.1.1-2. La coupe périphérique

La coupe périphérique est produite par des couteaux installés sur un porte-outil rotatif. Les copeaux sont formés de façon intermittente, car l'action de l'arête tranchante n'est pas continue comme dans le cas de la coupe orthogonale. La surface est formée par des traces de couteau

générées par l'engagement successif de chaque couteau. La coupe périphérique deviendrait orthogonale si le diamètre du porte-outil était égal à l'infini. Le rabotage et le dégauchissage sont des procédés utilisant ce type de coupe.

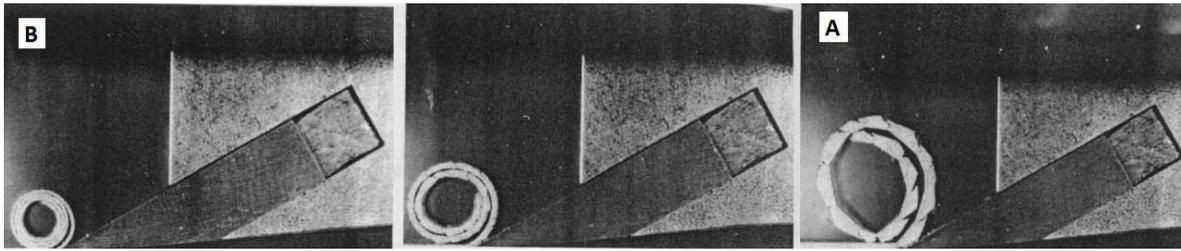


Figure 1-8. Transition du copeau de type B vers un copeau de type A.

Le copeau de type B a été obtenu à un angle d'attaque de 60° et à 0,25 mm de profondeur de coupe. Le copeau au centre a été obtenu à un angle d'attaque de 60° et à 0,5 mm de profondeur de coupe. Le copeau de type A fut obtenu à un angle d'attaque de 60° et à 1 mm de profondeur de coupe (adaptée de Stewart 1979).

Dans ce type de coupe, le mouvement combiné de la pièce du bois et de l'outil produit un copeau en forme de virgule à épaisseur croissante. Il y a deux types de coupe périphérique : la coupe en avalant et la coupe en opposition. La coupe en avalant est celle dans laquelle le déplacement de la pièce et la trajectoire de l'outil vont dans le même sens. Dans le cas de la coupe en opposition, le sens du déplacement de la pièce de bois est opposé à la trajectoire de l'outil de coupe. Cette coupe génère une bonne qualité de surface étant donné que l'on peut mieux contrôler la formation du copeau. En effet la coupe commence par la partie mince du copeau, puis le bois continuant à avancer et l'outil à tourner, cette épaisseur augmente et passe par un maximum peu de temps avant que le couteau sorte du bois. Par contre, elle consomme plus d'énergie que la coupe en avalant (Koch 1964 ; Hernández 2007).

1.2.1.1-3. La coupe oblique

La coupe oblique, contrairement à la coupe orthogonale, est faite avec un couteau ayant une arête tranchante orientée obliquement à la direction du mouvement, ce qui génère des changements dans la géométrie de l'outil de coupe, et en conséquence dans les efforts de coupe et la qualité de surface (de Moura et Hernández 2007).

L'angle d'inclinaison entre l'arête tranchante et la direction de coupe constitue l'angle oblique. Kivimaa (1950) signale que lorsqu'on coupe en direction parallèle au fil, la force parallèle et l'angle oblique ont une corrélation négative. Cependant, lorsqu'on coupe à travers le fil, la force parallèle reste stable ou augmente lorsque l'angle oblique augmente.

1.2-2. Efforts de coupe

L'usinage traditionnel est un processus qui implique le dépassement de la contrainte de rupture. La contrainte est imposée au bois par action humaine ou mécanique à l'aide d'un outil de coupe. La direction et l'orientation des efforts de coupe sont contrôlées par le type d'outil de coupe et par le type de travail conduit par l'opérateur ou la machine.

1.2.2-1. Composantes des efforts de coupe

La figure 1-9, montre la géométrie de la coupe orthogonale et les composantes de la force de coupe résultante.

Terminologie de la figure 1-9 :

α = Angle d'attaque.

Angle entre la face d'attaque de l'outil et un plan perpendiculaire à la direction du mouvement de l'outil. β = Angle du couteau. Angle entre la face d'attaque et la face de dépouille.

γ = Angle de dépouille. Angle entre la face de dépouille et la surface de travail derrière l'arête tranchante.

w = Largeur du copeau non déformé.

t = Épaisseur du copeau avant d'être détaché de la pièce de bois.

F_p = Force parallèle de l'outil.

F_n = Force normale de l'outil.

R = Résultante des composantes normale et parallèle.

ρ = Angle de la force résultante. Angle dont la tangente est égale à la force normale de l'outil divisée par la force parallèle de l'outil.

F = Force de friction. Force qui agit dans l'interface entre l'outil et le copeau.

N = Force normale de friction. Force normale à la face de l'outil.

λ = Angle entre la résultante (R) et la force normale de friction (N). Angle dont sa tangente est égale à la force de friction divisée par la force normale de friction.

Selon Kock (1964), deux types de forces de coupe interviennent en coupe orthogonale :

F_p = Force parallèle de l'outil, laquelle agit en direction parallèle au mouvement relatif de l'outil.

F_n =Force normale de l'outil, laquelle est perpendiculaire à la force parallèle et perpendiculaire à la surface générée.

Pour séparer un copeau d'une pièce de bois, l'outil de coupe doit appliquer une certaine force sur la pièce afin de vaincre la résistance de celle-ci. Cette force, appelée force résultante peut être divisée en deux composantes, soit une force parallèle à la direction du mouvement de l'outil de coupe et une force normale à celle-ci. La force parallèle détermine principalement la consommation d'énergie et la force normale donne de l'information sur la pression que le couteau exerce sur la pièce du bois, ou inversement.

Dépendamment de la direction de la force résultante, la force normale peut être dirigée du couteau vers la surface ou de la pièce de bois vers le couteau. Si le couteau exerce de la pression sur la pièce de bois, la force normale sera positive. En revanche, si c'est le copeau qui tire sur la pièce de bois la force normale sera négative (Kivimaa 1950). Les forces normales positives sont reliées à la présence de fil arraché tandis que les forces normales négatives sont reliées plutôt à la production du fil pelucheux ou laineux (Palmqvist 2003).

En usinage, on remarque souvent une troisième force appelée force latérale. Cette dernière est générée par certains facteurs tels que des singularités dans la structure du bois, comme les changements de l'orientation du fil, la présence de nœuds et les variations de la masse volumique du bois, de même que par l'usure de l'outil de coupe (Axelsson 1994).

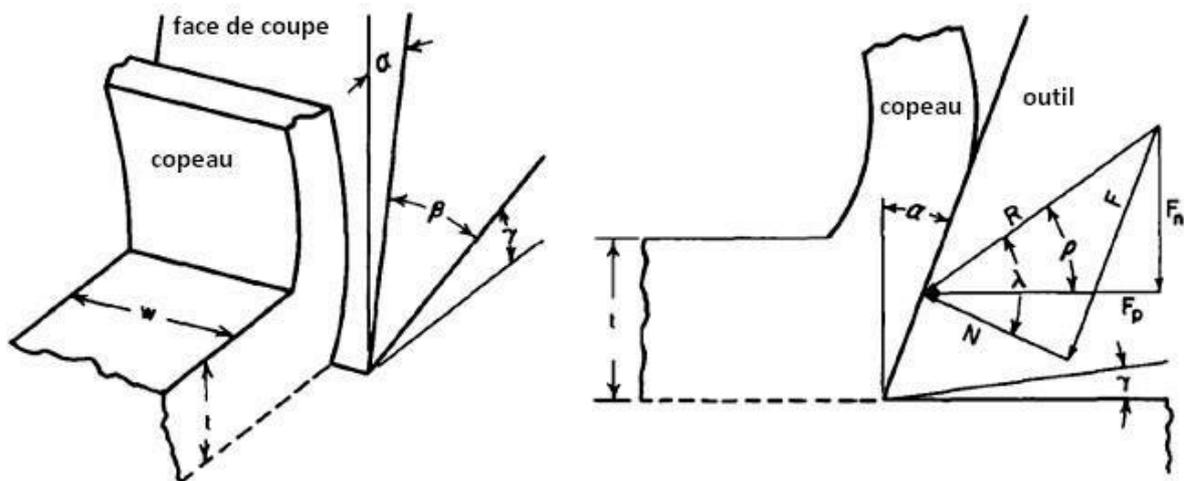


Figure 1-9. Géométrie de la coupe orthogonale et des composantes de la force de coupe résultante (selon Woodson et Koch 1970).

1.2.2-2. Mesure des efforts de coupe

Selon Marchal *et al.* (2009), les efforts de coupe peuvent être mesurés par des mesures directes et indirectes. Les mesures directes sont en général faites par des détecteurs placés sur l'outil ou

sur la machine, selon le type de capteur. Ces détecteurs peuvent être des capteurs de pression, des capteurs à jauges de résistance ou des capteurs piézoélectriques.

Les deux premiers sont plus économiques mais moins efficaces alors que le dernier est plus cher et plus rigide. Ces capteurs sont utilisés dans la fabrication de dynamomètres, qui sont des dispositifs conçus pour la mesure des efforts de coupe. De leur côté, les mesures indirectes impliquent que les capteurs ne sont pas en contact avec la machine. Les efforts dans ce cas peuvent être calculés par courant de Foucault.

Lors de l'analyse du procédé de coupe, les efforts de coupe sont choisis fréquemment comme les principaux facteurs utilisés pour la description physique du procédé. La mesure des efforts de coupe permet l'élaboration de modèles physico-mécaniques pour mieux comprendre le phénomène observé pendant la coupe. En même temps, ces modèles permettent de designer et d'optimiser les procédés, les machines, les outils et la préparation du bois à usiner. L'analyse des efforts de coupe sert à optimiser la géométrie de l'outil, dont l'angle d'attaque, l'angle de dépouille, l'angle du couteau, la direction de l'arête tranchante de l'outil et le design de la tête porte outil (Marchal *et al.* 2009).

1.2.2-3. Facteurs affectant les efforts de coupe

Koch (1964) mentionne que la force exercée par l'outil, en coupe orthogonale est influencée par une série de facteurs, tels que les facteurs liés à l'alimentation (profondeur de coupe, largeur de coupe, vitesse d'aménagé, orientation du fil par rapport à la coupe), les facteurs liés à l'outil de coupe (angle d'attaque, angle de dépouille, angle du couteau, affûtage) et les facteurs liés à la pièce de bois (espèce, teneur en humidité, température).

La masse volumique est un des facteurs liés à la pièce du bois qui affecte les efforts de coupe. Woodson (1979) signale que les efforts de coupe sont proportionnels à la masse volumique du bois. Ainsi, la coupe du bois de tulipier de Virginie (*Liriodendron tulipifera* L.), ayant une masse volumique de $0,376 \text{ g/cm}^3$, génère des efforts de coupe plus faibles que la coupe du bois de chêne rouge (*Quercus falcata* Michx.), ayant une masse volumique de $0,618 \text{ g/cm}^3$.

1.2-3. Les angles de coupe

L'angle du couteau est fonction de l'angle d'attaque et de l'angle de dépouille, il diminue à mesure que les angles d'attaque et de dépouille augmentent. Ainsi, une diminution de l'angle du couteau, à la faveur d'une augmentation dans l'angle d'attaque, permet de réduire les efforts de coupe. Koch (1985) signale que peu importe le procédé de coupe orthogonale, l'angle d'attaque affecte énormément les efforts de coupe, ces deux facteurs étant corrélés négativement. Cependant,

une grande augmentation de l'angle d'attaque pourrait générer un angle de l'outil insuffisant pour supporter la contrainte générée pendant la coupe (Stewart et Parks 1980).

L'angle du couteau a également une forte influence sur l'usure de l'outil. Lorsque l'arête tranchante est émoussée, l'angle d'attaque effectif diminue et, de ce fait, les efforts de coupe augmentent. Par ailleurs, l'angle de dépouille n'a pas un effet critique sur les efforts de coupe. Cependant, lorsqu'il est plus petit que 15° les efforts de coupe augmentent modérément. Pour les couteaux émoussés, l'angle de dépouille effectif diminue et lorsqu'il devient négatif les efforts de coupe augmentent. Par contre, si l'angle de dépouille est trop grand et l'angle d'attaque demeure constant, l'usure de l'outil sera plus rapide.

1.2-4. L'orientation de coupe.

Pour séparer un copeau d'une pièce de bois, il faut d'abord provoquer une rupture structurale à la jonction entre le copeau et la pièce de bois. Étant donné que la résistance du bois varie avec l'orientation du fil, les caractéristiques du copeau, les efforts de coupe et la qualité de la surface seront très affectés par l'orientation de la coupe (Koch 1985). Ainsi, du bois d'érable à sucre raboté à travers le fil, avec grands angles d'attaque génère des efforts de coupe plus faibles que celui suivant le fil (Stewart 1970).

D'autres travaux montrent que les efforts de coupe requis pendant la coupe en direction $90^\circ - 90^\circ$ sont plus élevés que pour la direction $90^\circ - 0^\circ$, et ces derniers sont plus élevés que pour la direction $0^\circ - 90^\circ$. Dans le cas de cette dernière direction, lorsque la coupe s'effectue suivant les rayons, les forces parallèles sont 12% plus élevées que lorsqu'elle est faite perpendiculairement à ces derniers. Ceci a été observé sur du bouleau finlandais (*Betula verrucosa*) à une teneur en humidité de 12%, un angle d'attaque de 35° et une profondeur de coupe de 0,1 mm. Ces écarts ont été attribués à la résistance des rayons (Kivimaa 1950). À ce sujet, Reiterer et al. (2002) ont évalué l'influence des rayons sur les propriétés mécaniques et de rupture du bois de chêne et de frêne. Le bois orienté en direction radiale fut plus résistant et rigide que le bois orienté en direction tangentielle. Ainsi, lorsque le volume de rayons par rapport au volume de l'échantillon augmente, la force de rupture nécessaire pour séparer un échantillon en deux parties augmente aussi. Ces effets sont toujours plus grands pour la direction radiale que pour la direction tangentielle. Donc, la disposition des éléments ligneux par rapport à l'arête tranchante du couteau et à la direction de coupe a une importante influence sur les propriétés mécaniques du bois, et en conséquence sur les efforts de coupe requis lors de la coupe.

1.2-5. La profondeur de coupe

En coupe orthogonale, la profondeur de coupe et l'épaisseur du copeau non déformé sont des synonymes (Koch 1985). L'épaisseur du copeau est ainsi le facteur qui influence le plus les efforts

de coupe (Jodin 1994). En coupe orthogonale du type $90^{\circ}-0^{\circ}$, les angles d'attaque supérieurs à 25° produisent en général des forces normales négatives, notamment à des grandes profondeurs de coupe (Franz 1958 ; Woodson et Koch 1970).

Neri (1998) a effectué des mesures des efforts en coupe orthogonale du bois d'eucalyptus à l'état saturé. Il signale qu'en coupe $90^{\circ}-0^{\circ}$ la force parallèle augmente lorsque la profondeur de coupe augmente et que cet effet augmente avec la diminution de l'angle d'attaque. D'autre part, l'effet de la profondeur de coupe sur la force normale dépend de l'angle d'attaque. Ainsi, pour un angle d'attaque de 10° , la force normale augmente de manière positive lorsque la profondeur de coupe augmente, mais pour les angles 20° et 30° , la force normale est de plus en plus négative lorsque la profondeur de coupe augmente. D'autre part, en coupe orthogonale $90^{\circ}-90^{\circ}$, l'effet de la profondeur de coupe sur les efforts de coupe est affecté par l'angle d'attaque employé.

En coupe oblique du bois d'érable à sucre, de Moura et Hernández (2007) ont montré que les forces parallèle, normale et latérale augmentent à mesure que la profondeur de coupe augmente. La force parallèle, ainsi que la force normale, sont beaucoup plus affectées par la profondeur de coupe et l'angle oblique, que par l'angle d'attaque. La force latérale est par contre plus affectée par la profondeur de coupe et l'angle d'attaque que par l'angle oblique. La force parallèle fut la plus sensible des trois composantes des forces.

1.2-6. Critères de choix d'une lame de scie circulaire

Le choix d'une lame de scie circulaire se résume en identifiant les principaux critères ci-après (Wikipédia, Mai 2020) :

- **Les matériaux à couper** (bois, matériaux composites, métaux non ferreux, plastique) détermine **la plaquette ou pastille de la dent** ;
- **La forme des dent** (relatif au matériau coupé et au type de coupe voulu) ;
- **Le pas**, plus le pas est espacé, plus le débit est privilégié ;
- **L'alésage** en millimètres (mm), soit le diamètre du trou au centre de la lame (peut se réduire avec des bagues de réduction) ;
- **L'épaisseur de la lame** en mm ;
- **La nature du travail à exécuter** ;
- **La nature des alliages des dents** (des pastilles, des stellites selon les matériaux) ;
- **Le nombre de dents** (plus le nombre de dents est élevé, meilleure est la finition), **représenté par la lettre Z** ;

Le nombre de tours/minute admis (tr/mn), relatif aux diamètres de la lame (à vérifier avec les performances de la scie circulaire.

A noter que les échancrures sont prévues pour que le métal puisse se dilater sous la **chaleur**. Certains logos et certaines abréviations peuvent être propres à une marque/un constructeur.

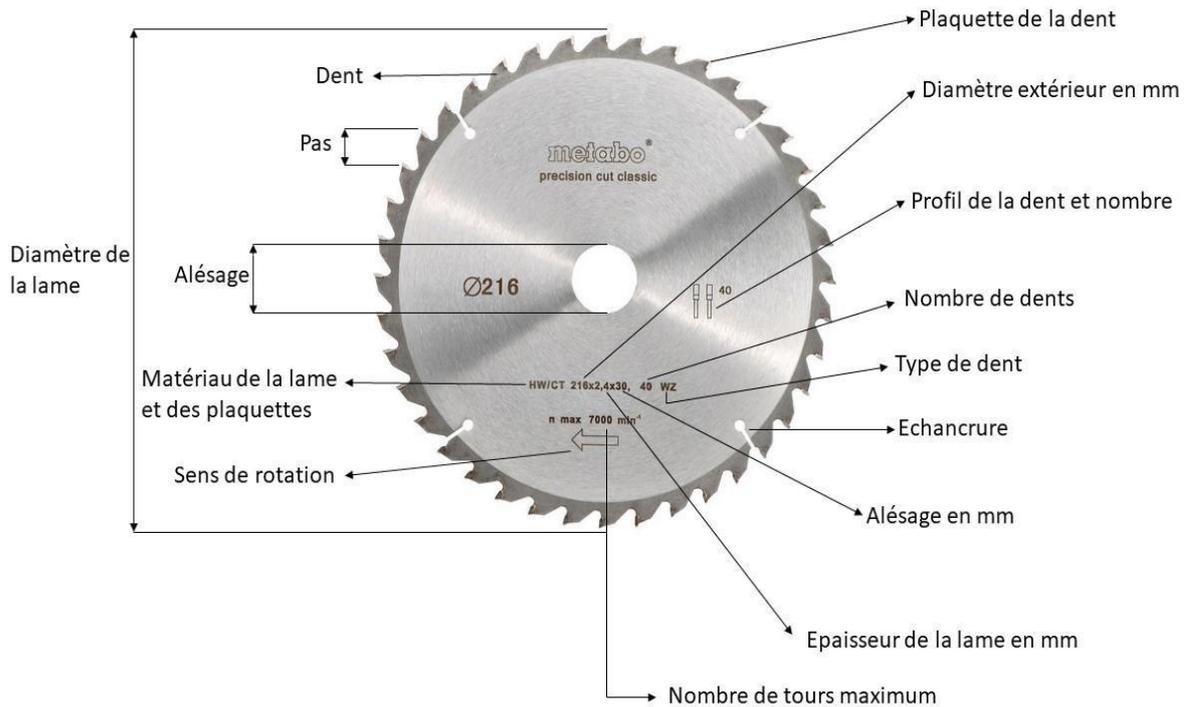


Figure.1-10. Critères déterminant le choix d'une lame de scies circulaires (Wikipédia 2020).

1.2-7. Les différentes phases de la vie d'un outil de coupe

La vie d'un outil se résume en trois grandes phases.

- **Le rodage (1)** : cette phase est encore méconnue et pratiquement non prise en compte par les industriels. D'après les thèses d'Aguilera [59] et de Eyma [58], il faut entre 500 et 800 mètres d'usinage pour un bon rodage de l'outil dans du bois.
- **L'usure linéaire (2)** : durant cette phase, l'arête de coupe s'use de manière linéaire. Le couple augmente faiblement et linéairement.
- **Dégradation de l'arête de coupe (3)** : Lors de cette phase, la dégradation rapide de l'arête de coupe engendre une brusque montée du couple.

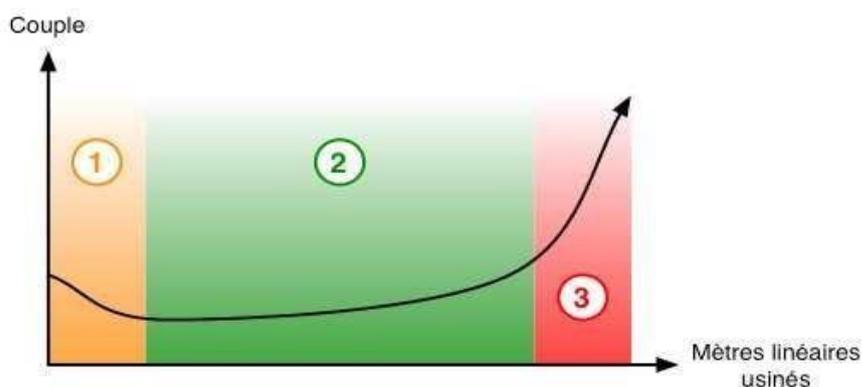


Figure.1-11. Phases de la vie d'un outil de coupe.

1.2-8. Les différentes formes de denture de lames de scie circulaire.

Selon Jacques Juan. *Travail mécanique du bois*, CTBA édition 2015, Cinq formes de dentures de lames de scies sont utilisées : couchée, gencive, crochet, perroquet et celle dite « à copeaux projetés » (figure 1-16). Cette dernière est appréciée car la dent est plus rigide, et les copeaux sont éjectés dynamiquement, ce qui évite l'encrassement de la lame. Cette denture s'impose lorsque l'épaisseur sciée est importante.

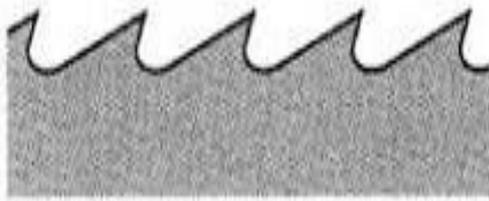


Figure.1-12. Denture couchée

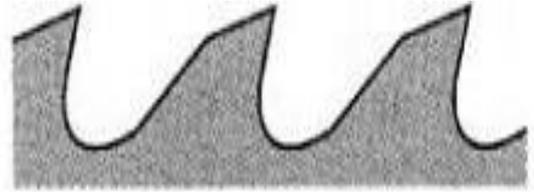


Figure.1-13. Denture crochet

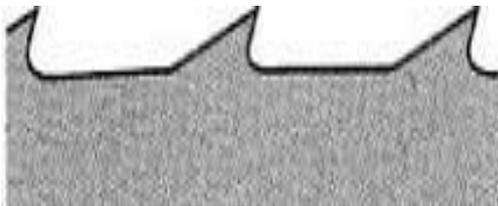


Figure.1-14. Denture gencive

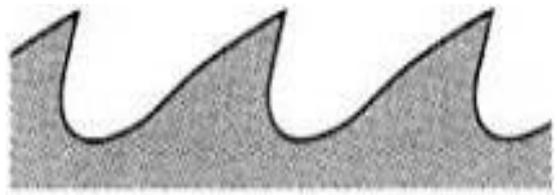


Figure.1-15. Denture perroquet

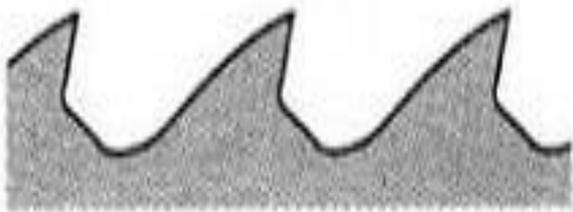


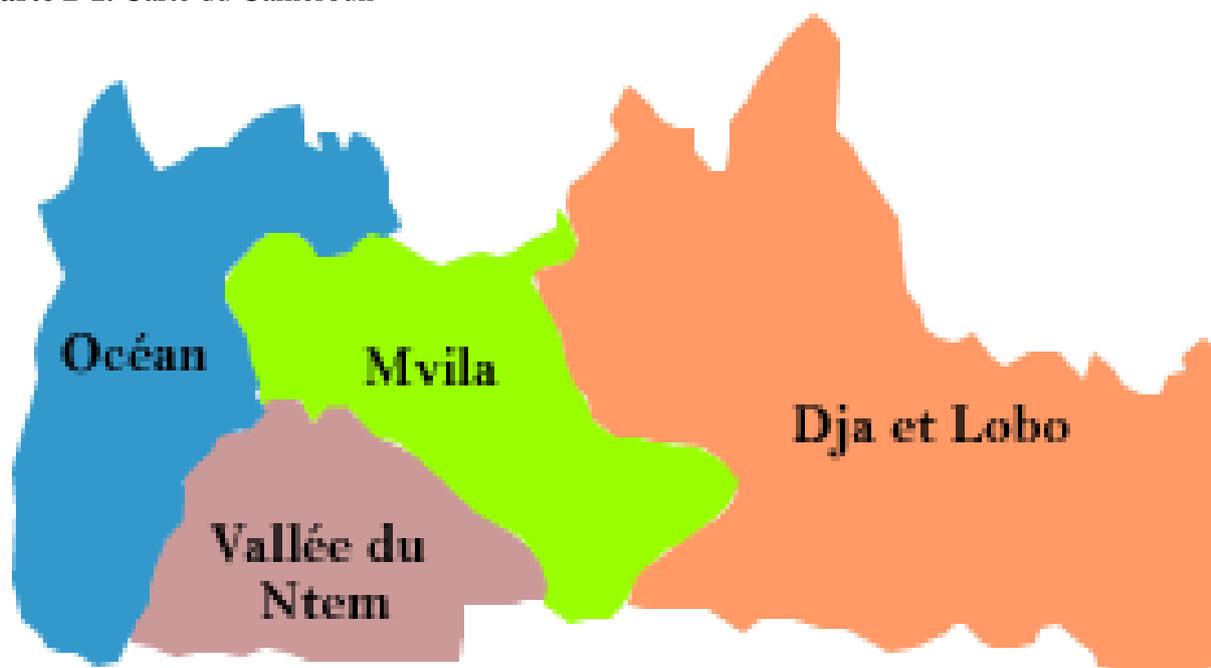
Figure.1-16. Denture à copeaux projetés

CHAPITRE 2 :

MATERIELS ET METHODES.

Le département de la Mvila est situé au cœur de la région du sud, entre trois départements tels que le département de l'océan, le département de la vallée du Ntem et le département du Dja et Lobo.

Carte 2-1. Carte du Cameroun



Carte 2-2. Carte géographique de la région du sud.

2-2. Documentation.

La recherche documentaire s'est faite à travers de documents, de revues et de journaux relatifs à la menuiserie informelle, aux méthodes de sciage du bois tropical en menuiserie et aux différentes opérations et machines de sciage de deuxième transformation selon le contexte camerounais. Les outils utilisés à cet effet sont :

- Les fiches techniques des essences tropicales, selon le Cirad-Foret (2018) ;
- Les fiches des propriétés des bois sciés dans les menuiseries de la Mvila.

2-3. Quelques essences régulièrement sciées aux ateliers du département de la Mvila et leurs densités.

Tableau 2-1 : Essences régulièrement sciées aux ateliers du département de la Mvila et leurs densités respectives.

Noms vernaculaires	Noms scientifiques	Densités à 12% d'humidité
Le wemgué	Millettia laurentii	0,87
Le moabi	Baillonella Toxisperma	0,87
Le bilinga	Nauclea diderrichii	0,76
L'iroko	Milicia excelsa	0,64
L'azobé	Lophira alata	1,06
Le padouk	Pterocarpus osun	0,79
Le sapelli	Antandrophragma cylindricum	0,69
Le kosipo	Antandrophragma candollei	0,69
Le frakè	Terminalia superba	0,54
L'ayous	Triplochiton scleroxylon	0,38
Le zingana	Microberlinia bisulcata	0,79
Le dibétou	Lovoa trichilioides	0,53
Le movingui	Distemonanthous benthamianus	0,73

2-4. Matériels techniques.

- La scie circulaire à table.
- La scie circulaire à tronçonner (Dewalt)
- La scie circulaire à format
- Lames de scies aux arêtes tranchantes au stellite
- Lames de scies aux arêtes tranchantes au carbure

2.5- Structure d'un atelier de menuiserie du secteur informel dans la Mvila



Photo 2-1. Atelier de menuiserie de l’informel, quartier Ebolowa si2. Sources Mekongo Baltazar, Février 2020)

Le circuit d’usinage et de sciage dans cette menuiserie ne sont pas du type conventionnel, ils relèvent plus de l’informel plutôt que ce que la technologie recommande. Nous pouvons observer au milieu à l’entrée une scie circulaire à table (1), à droite une dégauchisseuse (2), et à droite une raboteuse (3) et derrière la scie circulaire à table, l’on retrouve une autre scie circulaire, dite scie à format (4), à gauche de la scie à format on a la toupie (5) et derrière l’on retrouve la mortaiseuse à mèche (6).



Photo 2-2. Formes de lames rencontrées dans l’informel.

Source : (Mekongo Baltazar Janvier 2020)

2.Méthode.

Pour atteindre les objectifs fixés dans le cadre de cette étude, l'approche méthodologique est la suivante :

- La phase préparatoire ;
- La phase de collecte des données ;
- La phase de consultation des documents ;
- Visites de terrain et entretiens avec les menuisiers et les affûteurs de lames de scie circulaires ;

2.1 Phase préparatoire.

Une prise de contact avec les différents ateliers a été faite afin de collecter les documents suscités. Cette prise de contact a débouché à une organisation technique des activités qui seront menées dans le cadre de cette étude.

2.2. Phases de collecte des données.

Cette phase combine à la fois la consultation des documents sur le sciage du bois en atelier, les entretiens et la collecte des données auprès des menuisiers pratiquants en informel.

2.3. Phase de consultation des documents.

La consultation des documents a permis d'obtenir des données exactes sur les propriétés techniques des bois régulièrement scier dans la Mvila, indispensables pour la réalisation de cette étude.

2.4. Visites de terrain et entretiens avec les menuisiers et les affûteurs de lames de scies circulaires.

Les différentes descentes de terrain, à travers les différents ateliers de menuiseries ont permis de faire un état de l'existant et d'identifier les différents types de dentures de lames de scie circulaires les plus utilisées en atelier entre celles au carbure et celles au stellite. Toutefois, ces visites de terrain ont permis de toucher du doigt la réalité de de l'existence du choix lames fait par ignorance et du conformisme lors du sciage des pièces aux ateliers et de déceler les différentes conséquences originelles.

FICHE D'ENQUETE MENEES AUPRES DES MENUISIERS DU SECTEUR INFORMEL DE LA MVILA.

Non du responsable d'atelier.....

Quel est votre nombre d'année d'expérience ? Sexe.....

Combien de machines-outils possédez-vous au total dans votre atelier ?

Quel est le nombre de scie circulaire dans votre atelier ?.....

Quel type de lame utilisez-vous ?.....

Quel type de lame utilisez pour le sciage des bois tendres, mi-durs et durs ?.....

Quels types de lames utilisez-vous pour le sciage des bois humides ?.....

Quels types de lames utilisez-vous pour le sciage des bois secs ?.....

Quelle forme de denture utilisez-vous lors des sciages de précision ?.....

Quelle forme de denture utilisez-vous lors des sciages de bruts de reprises ?.....

Selon vous, quelles sont les essences qui émoussent facilement les arêtes tranchantes des lames de scies circulaires ?.....

Possédez-vous même du matériel d'affûtage ?

Quelle est la durée de coupe d'une lame de scie circulaire ?.....

Selon vous, quels sont les types d'arêtes tranchantes les plus utilisées dans votre atelier ?.....

Quelles sont les différentes essences régulièrement sciées dans vos ateliers ?.....

Quel type de scie circulaire utilisez-vous dans votre atelier ?.....

Selon vous une lame de scie circulaire utilisée pour le sciage de précision peut aussi servir lors du sciage brut

Existe-t-il de lame de scie circulaire faite pour le sciage de tout type de matériau bois ?

CHAPITRE 3 :

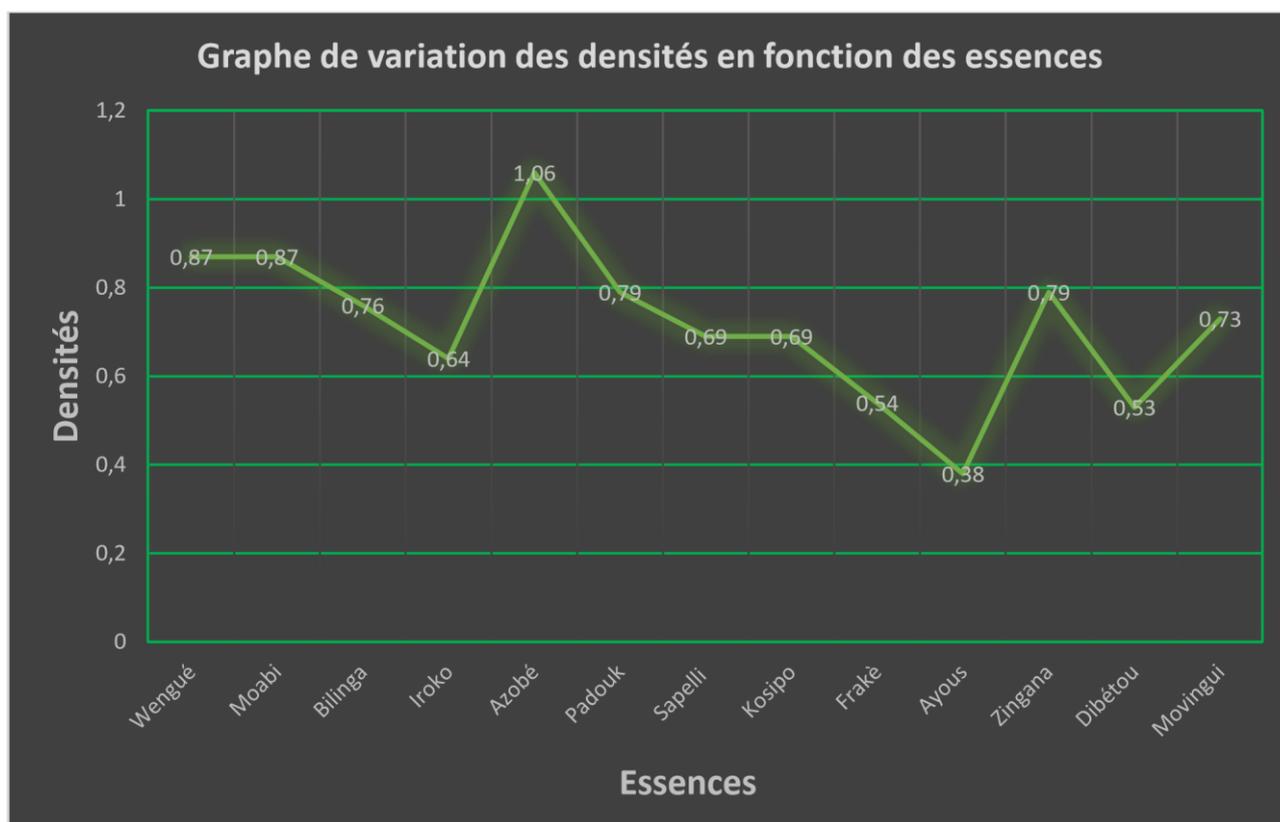
RESULTATS, DISCUSSIONS ET RECOMMANDATIONS.

Ce chapitre est consacré dans un premier temps à la présentation des résultats obtenus en fonction des objectifs à atteindre ensuite aux discussions des principaux résultats obtenus liés à la thématique abordée et qui s'achève par des recommandations

3-1. RESULTATS

3-1-1. Graphe de variation des densités des essences régulièrement sciées aux ateliers de menuiseries de la Mvila.

Graphique 3-1 : Graphe de variation des densités en fonction des essences régulièrement sciées dans la Mvila



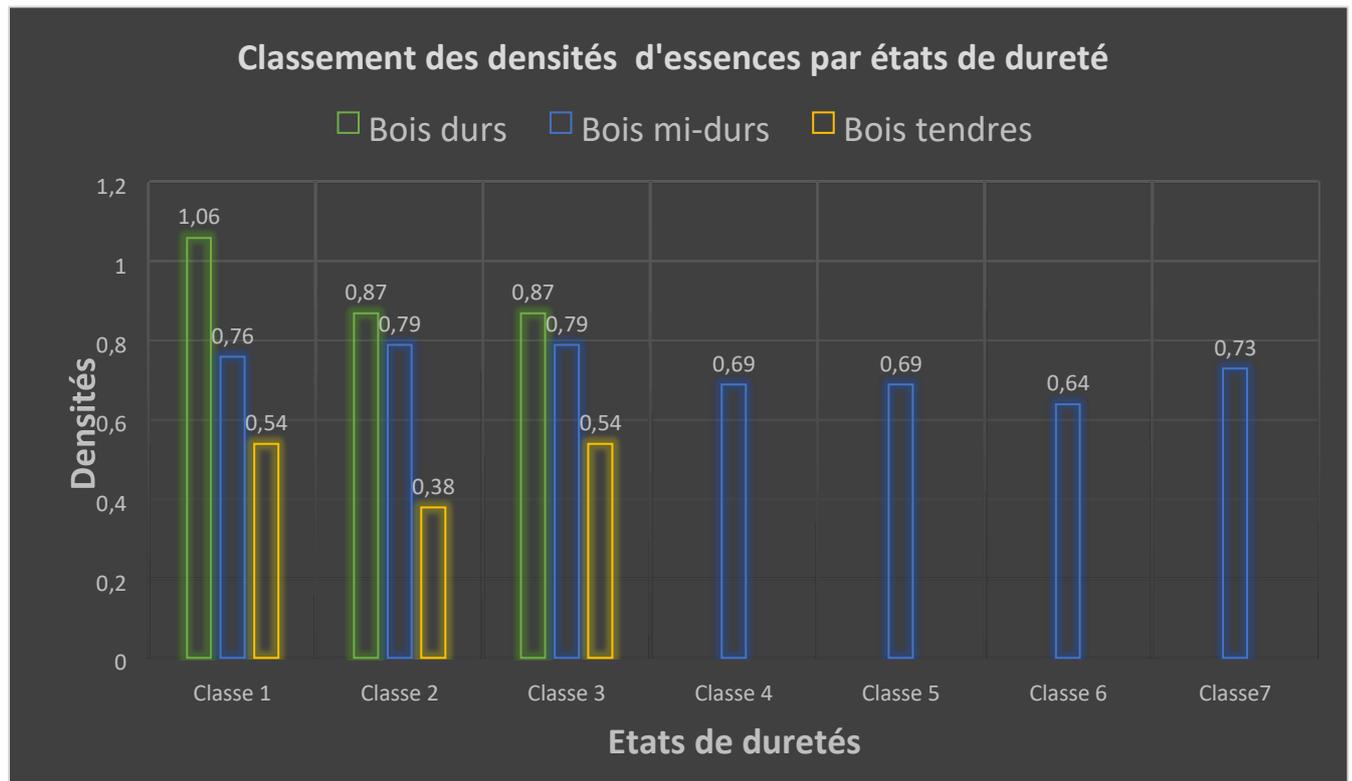
D'après ce graphe de variation des densités, il en ressort que :

- Plus une essence est dense plus elle est résistante au sciage ;
- Moins une essence est dense moins elle est résistante au sciage ;

Par ailleurs, il est à noter qu'une même essence à l'état humide est moins résistante au sciage qu'à son état sec.

3-1-2. Classement des densités d'essences régulièrement sciées dans la Mvila par états de dureté.

Graphique 3-2 : classement des essences régulièrement sciées à la Mvila par état de dureté.



3-1-3. Les principaux facteurs déterminants du sciage des bois tropicaux en Atelier.

- 1- La nature de l'essence ;
- 2- La dureté du bois ;
- 3- La forme de la denture et la nature de l'arête tranchante ;
- 4- Le sens du sciage ;
- 5- Le taux d'humidité du bois ;
- 6- L'épaisseur de la pièce à scier ;
- 7- Le type de scie circulaire.

- La scie à format. (Photo.3.1, Annexe 1) ;
- La scie circulaire à table ou à déligner. (Photo.3.2, Annexe 3) ;
- La scie circulaire à tronçonner. (Photo.3.3, Annexe 4).

3-1-4. Les alliages sans fer résistants au sciage des bois tropicaux en Atelier.

- Le carbures (Photo.3.4)
- Le stellite (Photo.3.5)



Photo.3-4. Denture au carbure

Photo.3-5. Denture au stellite

Source : (Mekongo Baltazar Janvier 2020)

Le stellite et le carbure ne sont pas des alliages de fer mais ils sont plutôt des alliages sans fer. Le stellite est sollicité par les menuisiers machinistes de la Mvila pour sa résistance au sciage des bois humides et le carbure pour sa bonne résistance au sciage des bois sec et mi sec.

En outre les lames de scies circulaires aux arêtes tranchantes en aciers ne résistent pas au sciage des bois tropicaux, non-seulement elles procurent un sciage médiocre, elles ralentissent aussi le travail en atelier par des sciages très lent et parfois carbonisés. Les chefs machinistes des menuiseries de l'informel de la Mvila ne les sollicitent plus du fait de leur mauvais rendement en quantité et qualité de coupe.

3-1-5. La résistance du bois à la coupe.

La résistance du bois à la coupe	Facteurs
 <p data-bbox="167 1646 847 1792">Photo.3-6. Délignage d'un madrier de bilinga à la Scie circulaire à déligner Source : Mekongo B. Baltazar, février 2020)</p>	<ul style="list-style-type: none">• L'effort de coupe : C'est la force résultant de la force de pénétration de la lame et de la force opposée par la même lame à l'avance de la pièce de bois. Celui-ci varie suivant l'épaisseur de la pièce et de la vitesse de coupe.• La trajectoire de l'arête tranchante Les lames de scies circulaires destinées au sciage tropical travaillent en avalant, ce qui réduit l'usure de l'arête tranchante.• L'usure des arêtes tranchantes. Elle est plus ou moins suivant :<ol style="list-style-type: none">1- L'abrasivité de la pièce à scier ;2- La dureté du bois à scier ;3- L'épaisseur du copeau ;4- La nature de l'arête tranchante ;5- La valeur de l'angle d'attaque ;• La tenue de coupe de la lame. Celle-ci dépend de :<ol style="list-style-type: none">1- Nombre d'heure de travail ;2- Quantité de pièces à scier ;3- La vitesse de coupe de la lame.

3-1-6. L'analyse technique des lames pour le sciage en atelier.

Cette analyse repose sur plusieurs aspects, tels que :

3-1-6-1 : Le choix de la lame

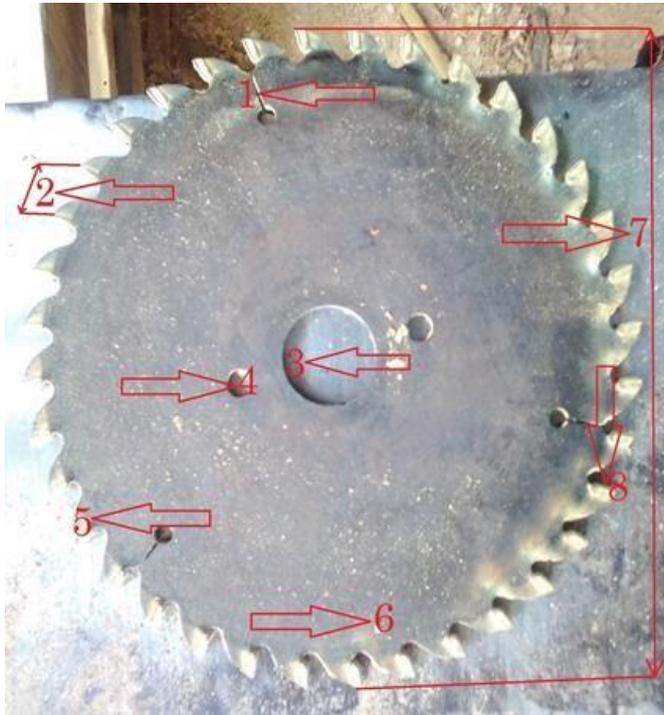


Photo.3-7 lame de scie circulaire.

Source : (Mekongo Baltazar Janvier 2020)

- (1) : Les fentes de dilatation
- (2) : Le pas
- (3) : Le diamètre du trou d'alésage
- (4) : Le trou de radiation
- (5) : La forme de la denture
- (6) : Le sens de rotation de la lame
- (7) : Le diamètre de la lame
- (8) : L'épaisseur de la lame

Le sciage des bois tropicaux est mieux adapté aux lames de scies circulaires travaillant en opposition.

3-1-6-2 : Le type de travail à exécuter et la forme de la denture

Le type de travail à exécuter

- **Déclignage et Tronçonnage bruts pour bois sec**

La forme de la denture :

La denture bec de perroquet, aux **pas** espacés est réservée au sciage des pièces brutes et avec un nombre de dents réduit.



- **Déclignage et Tronçonnage bruts pour bois humide**

Photo.3-8. La denture bec de perroquet au carbure.



Photo.3-9. Denture crochet au stellite.

- **Délinage de finition ou de précision**

- **Tronçonnage de finition**
- **Arasement des tenons**
- **Sciage d'onglet**
- **Sciage des bois dérivés**



Photo.3-10. Denture couchée au carbure



- Sciage de joues de tenons

Photo.3-11. Denture couchée carbure



Photo.3-12. Denture perroquet au carbure.
Source : (Mekongo B. Baltazar Janvier 2020)

3-1-6-3. Le diamètre et l'épaisseur des lames :

Le choix de ceux-ci est fonction de :

- Epaisseur de pièce à scier ;
- Dureté de la pièce à scier.

Connaissance de quelques formules sur les scies circulaires.

Formule du diamètre de la lame de scie circulaire (en mm)

V.60

$$D = \frac{V \cdot 60}{\pi \cdot N}$$

D= diamètre (mm) **V**= vitesse linéaire (m/s)

N= vitesse de rotation en tours par minutes de la lame.

Formule du pas d'usinage (en mm)

A

$$P = \frac{A}{N \cdot Z}$$

P= pas d'usinage (mm) **A**= vitesse d'aménage (m/mm)

Z= nombre de dents de la lame

N=vitesse de rotation en tours par minutes de la lame

Formule de la vitesse d'aménage

60.V. e

$$A = \frac{60 \cdot V \cdot e}{P}$$

A= vitesse d'aménage (m/mm) **V**= vitesse linéaire (m/s)

P= pas de la denture (mm)

Formule de la hauteur d'une dent

P

$$H = \frac{P}{2}$$

H= hauteur d'une dent (mm) **P**= pas de la denture (mm)

Formule de l'épaisseur moyenne du copeau

100.A

$$em = \frac{100 \cdot A}{6 \cdot Nd}$$

em= épaisseur moyenne du copeau (mm) **A**= avance en mm/mm

Nd=nombre de dents par seconde

Formule de la vitesse de coupe ou vitesse linéaire(m/s)

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{60}$$

V= vitesse linéaire (m/s) **D**=diamètre (mm)

N=vitesse de rotation (tr/mm)

3-1-7. L'importance du choix des lames de scies circulaires en fonction du travail à exécuter.

Il est primordial qu'une lame de scie circulaire soit bien choisie lors de l'exécution d'une tâche précise pour des raisons suivantes :

- Limiter les temps morts lors des sciages ;
- Exécuter un sciage de précision et de qualité ;
- Augmenter la durée de coupe des arêtes tranchantes ;
- Réduire les efforts de coupe lors du sciage ;
- Scier un mètre linéaire important de pièces d'une même essence un temps précis.

3-1-7. La connaissance des lames de scies circulaires selon les matériaux et les tâches à exécuter.

Ces lames de scie circulaire demeurent très sollicitées dans les ateliers du secteur informel de par leur précision en qualité de coupe qu'elles procurent.

Lames	Taches	Matériaux
 <p>Photo 3-13. Denture couchée au carbure. (Multi-tâche et multi-matériaux)</p>	<p>Sciage de précision :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sciage d'onglet ; - Arasement de tenon ; - Entaillage ; - Sciage de panneaux ; - Délignage ; - Tronçonnage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Bois massif ; - Panneaux semi-finis ; - Matériaux connexes.

	<p>Sciage bute : -Tronçonnage -Délignage</p>	<p>Bois massif</p>
<p>Photo :3-14. Denture bec de perroquet au carbure. (Uni-matériau).</p>		

3-1-8 : Affutage des lames et propriétés du matériau de coupe :

L'affutage se fait de deux façons avec deux différentes meules :

- Pour les lames au carbure, avec la meule diamantée, (Figure 3-16) ;
- Pour les lames au stellite avec la meule émeri, (Figure 3-17).

En atelier informel, il est à noter que les lames ne subissent aucune période de rodage, elles sont directement mises pour effectuer les opérations intenses et variées à longueurs de temps.



Photo : 3-15. Meule diamantée.



Photo :3-16. Meule émeri.

Source : (Mekongo Baltazar Janvier 2020)

Le matériau de coupe du bois nécessite les propriétés suivantes :

- 1-La ténacité ; 2-L'élasticité ;
- 3-La dureté ; 4-La ductibilité.

3-2. DISCUSSIONS.

3-2-1. Concernant l'écart de différence entre la densité d'une même essence et son abrasivité aux outils de coupe.

Tableau 3-1 : écart de différence entre la densité d'une même essence et son abrasivité face aux outils de coupe.

Essences	Densités	Abrasivités
Le Wengué	0.87	Faible
Le Moabi	0,87	Moyenne à Forte
Le Bilinga	0,76	Moyenne
L'iroko	0,64	Moyenne à Forte
L'Azobé	1,06	Moyenne à Forte
Le Padouk	0,79	Faible
Le Sapelli	0,69	Moyenne
Le Kosipo	0,69	Moyenne
Le frakè	0,54	Faible
L'ayous	0,38	Faible
Le zingana	0,79	Moyenne
Le dibétou	0,53	Faible
Le movingui	0,73	Moyenne à Forte

L'abrasivité étant la capacité du bois à émousser les arêtes tranchantes des outils de coup. Il est alors à constater que toutes les essences ayant une densité élevée ne possèdent pas toutes la même capacité d'abrasivité élevée. Par conséquent certaines essences plus denses telles le **Wengué**, le **Padouk** présentent un taux d'abrasivité identiques (**Faible**) comme les essences faibles soient le **Fraké** et l'**Ayous**. En outre, l'Azobé est l'essence la plus dense de cette liste et l'iroko une essence moyennement dense or sur la capacité abrasive l'on constate que toutes deux ont une même capacité d'abrasivité.

Par contre le **Sapelli**, le **Kosipo** sont des essences de densité moyenne, ayant aussi une abrasivité moyenne. En outre le **Moabi** dense, l'**Azobé** très dense et le Bilinga **moyennement** dense, leurs trois différentes abrasivités varient entre l'intervalle **moyennement** à **fortement** abrasif.

3-2-2. Concernant les facteurs déterminants du sciage des bois en ateliers.

1- La nature de l'essence.

- La longueur des fibres ;
- Le grain du bois.

2- La dureté du bois.

Tableau 3-2 : Essences, qualification et nature de l'arête tranchante respective à leur coupe à l'état sec et humide.

Essences	Dureté (Qualification)	Nature de l'arête tranchante à l'état humide	Nature de l'arête tranchante à l'état sec
Wengué	Bois dur	Stellite	Stellite, carbure
Moabi	Bois mi-dur	Stellite	Stellite, carbure
Bilinga	Bois mi- dur	Stellite	Stellite, carbure
Iroko	Bois mi-dur	Stellite	Carbure
Azobé	Bois dur	Stellite	Stellite, carbure
Padouk	Bois mi-dur	Stellite	Carbure
Sapelli	Bois mi-dur	Stellite	Carbure
Kossipo	Bois mi-dur	Stellite	Carbure
Frakè	Bois tendre	Carbure	Carbure
Ayous	Bois tendre	Carbure	Carbure
Zingana	Bois mi-dur	Stellite	Stellite, carbure,
Dibétou	Bois mi-dur	Stellite	Carbure
Movingui	Bois mi-dur	Stellite	Carbure

3- La forme de la denture et la nature de l'arête tranchante de la lame.

Les formes de dentures qualifiées lors des sciages des bois en atelier sont les suivantes :

- La denture couchée pour sciage de précision ou de finition ;
- La denture bec de perroquet pour sciage de tronçonnage ;
- La denture crochet pour sciage de délignage.

Les formes d'arêtes tranchantes sont :

- Arêtes tranchantes au carbure ;
- Arêtes tranchantes au stellite.

4- Le taux d'humidité du bois

$$H (\%) = \frac{(\text{Masse de bois humide} - \text{Masse de bois anhydre})}{\text{Masse de bois anhydre}} \times 100$$

Au moment de l'abattage, le bois peut contenir plus d'eau que de matière ligneuse. L'humidité est alors supérieure à 100 %. Les vides cellulaires d'un bois vert sont remplis d'eau libre, en phase liquide, et les fibres saturées d'eau liée. Cette eau est emprisonnée dans les pores par des liaisons hydrogène, elle n'est ni liquide, ni gazeuse. L'eau libre s'évacuera progressivement par évaporation, sans que le bois ne subisse de retrait ou de déformation. Lorsque l'eau libre a entièrement disparu, il ne reste que l'eau liée saturée dans les fibres et l'eau vapeur remplissant les pores du bois. Au cours du séchage, le départ de l'eau liée entraîne les variations dimensionnelles du bois en ce moment. Un bois qui contient plus d'eau est facile à scier par rapport à un bois qui contient moins d'eau.

5- L'épaisseur de la pièce à scier.

- Les grandes épaisseurs nécessitent les grosses dentures ;
- Les petites épaisseurs nécessitent les petites dentures pour la précision.

Tous ces critères dépendent majoritairement des moyens mis en œuvre pour y parvenir.

3-2-3. Concernant les modes de coupes employés en sciage informel.

Le type de coupe employé lors de l'utilisation des scies circulaires en atelier est la coupe orthogonale, avec les deux modes suivants :

- **Le Délignage ou (Coupe en direction 90°-90°).**

La lame de scie circulaire pénètre le bois longitudinalement, avec moins d'effort de coupe et moins d'intensité abrasive. La pièce de bois, qu'elle soit humide ou sèche la pénétration de la lame dans le sens de coupe longitudinalement est plus favorable contrairement au sens de coupe transversal. Par conséquent, la tension d'émoussage des lames est aussi réduite dans le sens de coupe longitudinale par rapport au sens de coupe transversale.

- **Le tronçonnage ou (Coupe en direction 0°-90°).**

La lame de scie circulaire pénètre le bois transversalement ; les efforts de coupes sont élevés, par ailleurs plus l'effort de coupe est élevé moins la tenue de coupe de l'arête tranchante est réduite.

Les dentures des lames de scies circulaire, qu'elles soient au carbure pour les bois secs ou au stellite pour les bois humides, rencontrent toutes les mêmes influences tant sur le plan aménage que sur le plan émoussage.

La tenue de coupe d'une arête tranchante ne se repose pas seulement sur le sens ou le mode de coupe de la pièce de bois mais elle est aussi conditionnée par :

- Le mètre linéaire à scier ;
- La dureté du bois à scier ;
- La nature de l'arête tranchante de la lame ;
- L'humidité du bois à scier ;
- La capacité abrasive du bois à scier ; - La vitesse d'aménage de la lame.

3-2-3. Concernant la connaissance des lames de scies circulaires selon les matériaux et les tâches à exécuter.

En atelier, les lames multi matériaux et uni matériau se différencient bien les unes des autres de par leur formes de dentures. Les dentures de lames multi matériaux sont des dentures plus petites du fait qu'elles soient destinées aux sciages de précision, à la pluralité des tâches à exécuter, et elles ont aussi un intervalle très réduit entre elles, par contre les dentures des lames uni matériau demeurent plus grosses et ont un intervalle plus espacé entre elles, ce qui les orientent plus facilement pour le sciage brut du bois massif. Le sciage des bois massifs, les panneaux semi-finis et autres matériaux connexes correspond bien avec les lames multi matériaux. Il est à noter qu'une lame dite multi matériaux est aussi dite multi tâches.

3-2-4. Concernant l'affûtage des arêtes tranchantes et les propriétés du matériau de coupe.

- Le nettoyage général des lames se fait à la soude caustique



Photo. (3-17) Soude caustique. Source Mekongo Baltazar, Janvier 2020



(Photo.3-18) Soude caustique versée
récipient contenant de l'eau



(Photo.3-19) Entretien par enlèvement de là dans un
la résine de bois sur le corps de la lame propre.

Source, Mekongo Baltazar, Janvier 2020.

3-2-4-1. L'affûtage des arêtes tranchantes au carbure.

L'affûtage des arêtes tranchantes au carbure se fait à la meule diamantée.



(Photo.3-20) Une meule diamantée.

(Photo.3-21) Arête tranchante au carbure.

Source Mekongo Baltazar, Janvier 2020.

Les principales étapes de pose de la pastille de carbure dans une dent de scie circulaire dans l'atelier d'affûtage.

- 1- Préparation de la cuillère pour augmenter l'angle d'attaque avec la meule diamantée ;
- 2- Monter et serrer la lame et l'arête tranchante de pastille à la repastilleuse ;
- 3- Démarrage du chalumeau oxyacéthylique ;
- 4- Vérification du niveau de gaz vers et réglage dans les meneaux des bouteilles d'acétylène et d'oxygène ;
- 5- Régler la sortie de flamme sur le mélangeur et allumage à l'allumette ;
- 6- Imbiber la brasure d'argent au décapant pour qu'il puisse se fondre ;
- 7- Rapprocher le chalumeau et la brasure d'argent vers l'arête tranchante pour fondre la brasure
- 8- Procéder au revenu qui consiste à détentionner l'ensemble de la lame en augmentant l'oxygène et en diminuant l'acétylène ;
- 9- Rectification à la meule diamantée.

Les étapes de la conduite d'affûtage des arêtes tranchantes au carbure dans l'atelier d'affûtage :

- a- Après avoir nettoyé la lame avec de la soude caustique, la placer sur le support de l'appareil.
- b- Régler la saillie de la lame de 1 à 2 mm au-dessus de l'étau
- c- Actionner la machine à la main pour faire un réglage net :
 - L'avance de la lame (le pas) ;
 - La meule afin qu'elle épouse la forme des dents, sans les toucher.
- d- Mettre la machine en mouvement pour contrôler :
 - Le déplacement de la lame ;

- L'action négative de la meule.

e- Mettre la meule en contact avec la face de la dent jusqu'à la froter ; f- Régler la profondeur de passe avec contrôle sur le vernier.

3-2-4-2. Les caractéristiques générales des meules d'affutage.

Les meules d'affutages se caractérisent par :

- Les formes (cylindrique, lapidaire, conique, assiette, plate) ;
- Leurs dimensions ;
- La nature de l'abrasif ;
- La dureté ;
- La structure ;
- L'agglomérant des abrasifs.

3-2-4-3. L'affûtage des arêtes tranchantes au stellite.

Ce type d'affûtage se réalise à la meule émeri.



(Photo.3-22) une meule émeri.

(Photo.3-23) Arêtes tranchantes au stellite.

Source Mekongo Baltazar, Janvier 2020.

L'objectif principal d'affûtage des arêtes tranchantes repose essentiellement sur la qualité de la surface issue après sciage de la pièce. En outre la différence de matériau constituant l'arête tranchante conditionne le choix du type de meule d'affûtage.

La conduite de stellite des arêtes tranchantes des lames de scies circulaires s'opère en huit grandes étapes dans l'atelier d'affûtage :

- Préparation de la cuillère d'écrasement/partie de la dent devant recevoir la couche de stellite à la meule émeri, pour augmenter la valeur de l'angle d'attaque ;
- Montage de la lame sur le porte-lame ;

- Démarrage du chalumeau oxyacétylénique ;
- Vérification du niveau de gaz vers et réglage dans les meneaux des bouteilles d'acétylène et d'oxygène ;
- Régler la sortie de flamme sur le mélangeur et allumage à l'allumette ;
- Régler la puissance de la flamme en fonction de l'épaisseur de la lame à stellite et aussi en fonction de la grosseur de la baguette de stellite ;
- Chauffage de la cuillère d'écrasement et du bout de la baguette en même temps pour qu'il ait une bonne adhérence de la boule de stellite sur la dent ;
- Rectification à la meule émeri des bordures de la dent.

Si la température de l'acier est trop basse, le stellite forme une goutte et ne recouvre pas la dent et si elle est trop élevée, l'acier va fondre.

Lors de l'opération d'affutage, le respect des angles caractéristiques semble impératif :

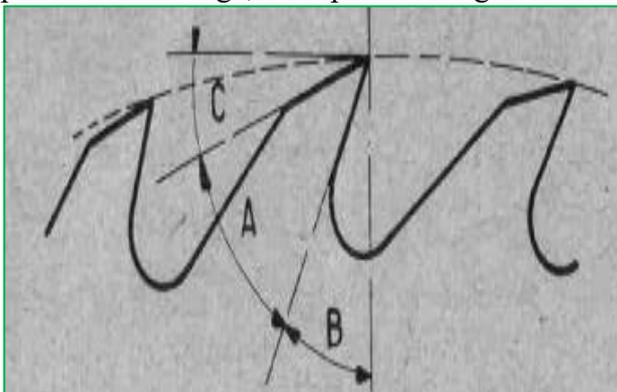


Photo :3-24. Angles caractéristiques

La forme de la denture est caractérisée par les angles de la dent, leur valeur étant choisie en fonction du travail à effectuer par la lame. Les différents angles d'une lame de coupe sont :

- L'angle de taillant **A**
- L'angle d'attaque ou angle de coupe **B**, varie dans les proportions considérables suivant la dureté du bois à travailler : lorsque l'arête tranchante est émoussée, l'angle d'attaque diminue.
- L'angle de dépouille **C**, sa valeur de doit pas être trop grande afin de pas affaiblir inutilement la dent.

3.2.4-4. Les différentes propriétés d'un matériau de coupe :

- **La ténacité** : c'est la capacité à résister aux chocs, en absorbant de l'énergie. C'est cette propriété qui empêche l'éclatement de l'outil lorsque celui-ci rencontre un nœud, un corps étranger ou toute autre singularité dans la pièce de bois ;
- **La dureté** : c'est la résistance à la pénétration, et donc à l'usure. Une matière de coupe doit être la plus dure possible. Cependant, l'augmentation de la dureté va entraîner une modification des autres propriétés du matériau. Par exemple, l'augmentation de la dureté d'un matériau aura tendance à diminuer sa ténacité ;
- **L'élasticité** : c'est ce qui permet au matériau de retrouver sa forme initiale après qu'un effort l'ait déformé. Un tranchant résiste à un effort important soit par sa dureté, soit par son élasticité.
- **La ductilité** : au-delà d'une certaine limite, la déformation d'un matériau cesse d'être élastique pour devenir plastique, c'est-à-dire permanente. La ductilité traduit la facilité de la matière à se déformer de cette façon. Par exemple, le plomb, très ductile, est un très mauvais matériau de coupe.

3-3. PERSPECTIVES

Pour résoudre la problématique de l'analyse des lames de scies circulaires en ateliers concernent aussi bien l'amont que l'aval de la filière métiers bois.

A l'endroit de l'ENSET d'Ebolowa :

- Créer un partenariat avec les menuisiers du secteur informel du département de la Mvila pour qu'il y ait très régulièrement des échanges professionnels entre les étudiants du département d'ingénierie du bois et les menuisiers acteurs du terrain ;
- **A l'endroit du ministère de l'enseignement supérieur :**
- Créer des partenariats avec les usines de transformation du bois basées dans le département de la Mvila, pour que les étudiants de l'ENSET aient un accès à but pragmatique dans l'usine lors des opérations d'affûtage des outils de coupe, du processus de transformation et de débitage du bois tels qu'enseignés dans les modules pédagogiques prévus par le MINESUP ;
- Mettre sur pied un atelier de métiers bois équipé dans l'enceinte de l'ENSET d'Ebolowa.
- **A l'endroit du ministère des enseignements secondaires :**
- Signer des partenariats avec les menuiseries du secteur informel pour l'accueil et l'encadrement des élèves des classes d'examen ;

- Signer des accords de partenariat portant sur la sensibilisation au respect des normes et règles liées sur le choix des outils de coupe en fonction du travail à exécuter en atelier dans les menuiseries du secteur informel au Cameroun ;
- **A l'endroit de l'association des menuisiers du département de la Mvila :**
- D'organiser les séminaires de recyclage au profit de ses membres en partenariat avec les professionnels enseignants ;
- De faire preuve de plus de professionnalisme lors de l'exécution des travaux de coupe en atelier.

CONCLUSION GENERALE

La rédaction de ce mémoire de DIPET II en métiers bois était basée sur l'analyse technique des lames de scies circulaires en fonction du travail à exécuter dans les ateliers de menuiserie de l'informel du département de la Mvila.

Au terme de cette étude, il paraît que trois différentes formes de dentures de lames de scies circulaires sont plus sollicitées dans les ateliers du secteur informel à l'instar de la denture couchée pour les sciages de finition des bois massifs et semi-finis, les dentures bec de perroquet pour tronçonnage des bois massifs et les dentures crochet pour le délignage de même type de bois. En atelier, seuls deux modes de coupes sont utilisés lors de l'exécution des travaux, la coupe 90° - 90° et la coupe 0° - 90° .

Les lames avec arêtes tranchantes au carbure sont mieux adaptées au sciage des bois mi-secs et secs par contre, les lames avec arêtes tranchantes au stellite sont plus adaptées pour le sciage des bois humides. Du point de vue affûtage, les arêtes au carbure s'affûtent à la meule diamantée et celles au stellite à la meule émeri. Par ailleurs, leur émoussage respectif demeure influencé sur quatre grands points tels que l'abrasivité du bois à scier, sa dureté, le mètre linéaire à scier et la durée de travail de la lame. Cependant Il apparaît regrettable qu'aucun menuisier du secteur informel de la Mvila ne possède aucun matériel dédié à l'affûtage des lames de scies circulaires, cet aspect est pénalisant au niveau des gains en temps d'exécution de travail d'un client et en coût économique.

En effet la qualité de coupe produite dépend de l'état du bois à scier et du matériel de coupe utilisé à cet effet.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Trillat, Ampeau, Technologies des métiers du bois, Tomes 1 à 3, Dunod, 1994.
- [2] Guide d'entretien de la scie circulaire, Auger G., Hocquet A., Snieg O, CTBA, 1993.
- [3] Hernández, Notes de cours d'usinage I (SBO-21349). Département des sciences du bois et de la forêt, Université Laval. Québec, Canada. 158 pages, R.E. 2007.
- [4] Entretien et affûtage des outils de coupe, Anquetil F., Boyer H., Juan J, CTBA, 1996.
- [5] Manuel de scierie, techniques et matériels, FCBA, department bois et sciage, 2001.
- [6] Hernández, L'usinage du bois. Dans : Manuel de Foresterie, chapitre 34 : Procédés de transformation du bois, pages 1428-1442, R.E. 2009.
- [7] International Organization for Standardization.ISO 4287-1. Rugosité de surface – Terminologie – Partie 1 : Surface et ses paramètres. Organisation internationale de normalisation, Genève, 25 pages, 1984.
- [8] International Organization for Standardization.ISO 4287. *Geometrical product specifications (GPS) – Surface Texture : profiles method – Terms – Definitions and surface texture parameters.* British Standards Institute, London. 1998.
- [9] International Organization for Standardization.ISO 11562. Geometrical product specifications (GPS) – Surface Texture : profiles method – Metrological characteristics of phase correct filters. British Standards Institute, London. 1996.
- [10] La production industrielle, le bois en chiffres, 2008, ISSN 1625-1555.
- [11] Boucher J., Caractérisation de la coupe rotative du bois, Thèse de l'université Henri Pointcarré, 2007.
- [12] F. Eyma, Caractérisation des efforts de coupe de différentes essences de bois à l'aide de leurs paramètres mécaniques, Thèse de Doctorat en Sciences du Bois, Université Henri Poincaré - Nancy 1, Epinal, 2002.
- [13] Norme A.F.N.O.R., Grandeur de base pour la coupe et la rectification, Association Française de Normalisation, décembre 1993.
- [14] B. Meyer 2003 - L'affûtage et l'entretien de vos outils à bois main et machine - Éditions Canopée ISBN : 2-9517093-3-1.
- [15] Heurtematte et coll, Travail du bois, Delagrave, 1995.
- [16] Heurtematte et coll., Usinage du bois, Delagrave, 1996.

- [17] David Chevalet et André benoit. Manuel pratique d'entretien des lames de scies circulaires et scies alternatives. Édition 1990.
- [18] Mazet Jf, Nepveu g, Relations entre caractéristiques de retrait et densité du bois chez le pin sylvestre, Ann sci For (1991) 48, 87-100.
- [19] Triboulot, P. Réflexions sur les surfaces et mesures des états de surface du bois. Annales des sciences forestières, 41(3) :335-354. 1984.
- [20] Zhang, S.Y. et A. Koubaa. 2009. Les résineux de l'Est du Canada. Écologie forestière, caractéristiques, transformation et usages. Chapitre 1, Épinette noire *Picea mariana* (Mill.) B.S.P. Publication spéciale, SP-526, FPInnovations. Québec, Canada. 306 pages.
- [21] Mullins, E.J. et T.S. Mc Knight. Les bois du Canada, leurs propriétés et leurs usages. Editions du Pélican. Québec, Canada. 509 pages.1981.
- [19] EXP E 73-500 11-80. Outils rotatifs à bois anti-rejet. Essai des outils à limitation continue du pas d'usinage pour le fraisage du bois déplacé à la main.
- [20] Outillage mécanique à bois. Équilibrage des fraises à bois à alésage. NF E 73-504 12-84
- [21] Grandeurs de base pour la coupe et la rectification. Partie 1 : géométrie de la partie active des outils coupants. Notions générales, système de référence, angles de l'outil et angles en travail, brise-copeaux (remplace NF E 66-501, nov. 78, E 66-502, déc. 78 et E 66503, mars 76).
- [22] Lames de scies à bois. Forme du profil de la denture. Terminologie et désignation (EQV ISO 7294). NF E 73-010 7-84.
- [23] Scies circulaires à bois à mises rapportées en métal. EXP E 73-044 4-80
- [24] Bois. Sciages feuillus durs tempérés. Classement d'aspect. EXP B 52-521 12-91
- [25] Grandeurs de base en usinage et rectification. Forces, énergie et puissance. NF E 66507 6-85.
- [26] Bois. Sciages de bois résineux et feuillus tendres. Dimensions nominales. Sections et longueurs. XP B 53-100 7-88.

ANNEXES



Annexe 1. Scie circulaire à format. Source : Mekongo Baltazar, Janvier 2020



Annexe 2. Structure interne d'un atelier de l'informel. Source : Mekongo Baltazar, Janvier 2020



Annexe 3. Scie circulaire à table.
Source : Mekongo Baltazar, mai
22020



Annexe 4. Scie circulaire à tronçonner Source : Mekongo Baltazar, Janvier 2020



Annexe 5. Opération d'affutage d'une lame au carbure à la meule diamantée.

Source : Mekongo Baltazar, Janvier 2020

FICHE DE COMMANDE D'UNE LAME DE SCIE CIRCULAIRE				
Fournisseur :		Orientation : Bois tropicaux		
Caractéristiques		Nature de l'arête		Observations
		Carbure	Stellite	
Essences				
Diamètre de la lame				
Epaisseur de la lame				
Forme de la denture				
Le matériau à scier				
Le pas				
Le trou d'alésage				
Type de travail				
Trou de dilatation ou non.				
Nombre de dents				
Racleur ou non				
Puissance du moteur				
Vitesse d'aménagement de lame				
Vitesse de rotation				
Client :			Date :	

Annexe 8 : Fiche de commande d'une lame de scie circulaire.