

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**

CONCEPTION ET REALISATION DES OBJETS ARTISTIQUES A PARTIR DES BOIS D'USINAGE

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 : FONKWA NOUBISSI Armonic Harold

Sous la direction de

Pr. Dr. Ing. NJANKOUO Jacques Michel

Maître de conférences à l'Université de

Yaoundé I

Année Académique : 2019 - 2020



FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU TRAVAIL

Je soussigné, **FONKWA NOUBISSI Armonic Harold** atteste que, le contenu du présent mémoire de fin de formation à l'Ecole Normale Supérieure de l'Enseignement Technique (ENSET) de l'Université de Yaoundé I, à Ebolawa, filière Métiers du Bois, est le fruit de mes propres travaux effectués à Ebolawa sur le thème « **Conception et réalisation des objets artistiques à partir des résidus de bois d'usinage** ».

Ce travail a été effectué sous l'encadrement technique et académique du **Pr. Dr. Ing. NJANKOUO Jacques Michel**, Maître de conférences à l'université de Yaoundé I.

Ce mémoire est authentique et n'a fait l'objet d'aucune autre soutenance en vue de l'obtention d'un quelconque grade universitaire.

Visa de l'auteur

FONKWA NOUBISSI Armonic Harold

Date : _____

Signature

Visa du superviseur

Pr. Dr. Ing. NJANKOUO Jacques Michel

Maître de conférences.

Date _____

Signature

Visa du chef de département

Pr. Dr. Ing. NJANKOUO Jacques Michel

Maître de conférences.

Date _____

Signature

À

Mes parents : KAMDOM NOUMSI Cécile et HENANG François

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce projet s'est déroulée dans de bonne condition grâce à l'apport de plusieurs personnes. Nous saisissons ainsi cette opportunité pour remercier des personnes qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce projet. Il s'agit de :

Mme le directeur de l'ENSET d'Ebolawa, Pr. NDJAKOMO ESSIANE SALOME, pour tous les efforts multiples qu'elle a fournis durant nos deux années de formation afin que nous puissions achever notre formation dans de bonne condition.

Encadreur et superviseur Pr. Dr. Ing. NJANKOUO Jacques Michel. Maître de conférence à l'université de Yaoundé I, pour sa disponibilité, son temps et ses conseils qu'il nous a prodigué durant l'encadrement de nos travaux.

Nos enseignants du département d'ingénierie du bois de l'ENSET D'EBOLOWA, pour leurs conseils et leurs encouragements.

Notre tendre maman chérie KAMDOM NOUMSI Cécile et papa HÉNANG François pour tous leurs soutiens multiples.

Maman MAGNE NOUMSI Hortense Chantale, pour son soutien financier et moral qu'elle nous a toujours procurés.

Maman MEDJEMNE Solange Rachel pour le soutien financier qu'elle nous a fourni.

M. FOLANG Hugues pour le soutien moral qu'il nous a procuré.

Nos grand parent, maman NOUMSI Julienne et papa NOUMSI Jean-Marie Pour le soutien financier ainsi que tous les conseils qu'ils nous ont toujours prodigués.

Tous nos frères, sœurs, amis et camarades de classe pour leurs encouragements.

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail dont les noms ne sont pas mentionnés, nous ne vous oublions pas, recevez ainsi l'expression de notre profonde gratitude.

TABLE DES MATIERES

FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU TRAVAIL.....	I
REMERCIEMENTS	IV
TABLE DES MATIERES	V
LISTE DES ABREVIATIONS	VIII
LISTE DES TABLEAUX.....	IX
LISTES DES ILLUSTRATIONS (FIGURES, PHOTOS, PLANCHES, CARTES)	X
RESUME.....	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
CHAPITRE 1 . : REVUE DE LA LITTÉRATURE ET ETAT DE L'ART	4
1.1 GÉNÉRALITÉ	4
1.1.1 Matériaux composites.....	4
1.2 GÉNÉRALITÉS SUR LE BOIS	6
1.2.1 Le bois	6
1.2.1.1 Étude microscopique.....	8
1.2.2 LES SCIURES ET CHUTES DE BOIS.....	11
1.3 LE KAOLIN.....	13
1.3.1 Propriétés du kaolin :.....	13
1.3.2 Usages du kaolin.....	14
1.4 LA COLLE.....	15
1.5 LE VASE.....	16
1.6 L'HORLOGE	17
1.7 FONCTION DES OBJETS REALISES	17
1.8 ETAT DE L'ART.....	18
CHAPITRE 2 . : MATERIELS ET METHODES	21
2.1 ZONE D'ETUDE	21

2.2	CRÉATIONS	23
2.2.1	Description des sources d'inspirations	23
2.3	LA METHODOLOGIE CLASSIQUE.....	28
2.3.1	Application	29
2.3.2	Technique d'élaboration des objets à partir des chutes et sciures de bois.....	39
2.3.3	Outils utilisés	40
CHAPITRE 3 . : MISE AU POINT DE LA SOLUTION RETENUE.....		41
3.1	PRÉSENTATION DÉTAILLÉE DE LA SOLUTION RETENUE	42
3.1.1	Bureau d'étude.....	42
3.1.2	Différentes vues	44
3.1.3	Directions de coupes.....	47
3.1.4	Différentes coupes	48
3.2	DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL : REALISATION DU PROTOTYPE.....	51
3.2.1	Choix du matériau	51
3.2.1.1	Les sciures de bois	51
3.2.1.2	Caractéristiques des chutes de bois d'usinage utilisées	56
3.2.1.3	Types de colles utilisée	62
3.2.1.4	TYPE DE KAOLIN UTILISE	63
3.2.2	Réalisations des objets : pot de fleur, porte bijou, horloge.....	64
3.2.2.1	Approvisionnement en chutes de bois d'usinage.....	71
CHAPITRE 4 . : RESULTATS ET DISCUSSION		73
4.1	INDUSTRIE DE LA MENUISERIE, CONSTRUCTION ET DE L'AMEUBLEMENT.....	73
4.1.1	Les copeaux et sciures de bois sain	73
4.1.2	Les chutes de bois sain	73
4.2	CARACTERISTIQUE DES OBJETS REALISES A PARTIR DES SCIURES DE BOIS	74

4.2.1	Analyse descriptive des caractéristiques du bois padouk et sapelli.....	76
4.2.2	Description et analyse de l'œuvre	77
4.2.3	Descriptions de pot de fleur et porte bijou :	78
4.3	DESCRIPTION ET ANALYSE DE L'HORLOGE FAITE A PARTIR DES CHUTES DE BOIS D'USINAGE	79
4.3.1	Descriptions de l'horloge.....	80
4.3.2	Analyses de l'horloge	81
	CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	82
	RECOMMANDATIONS	83
	REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE.....	84

LISTE DES ABREVIATIONS

AMEB : Ameublement Ebénisterie.

CIRAD : Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement.

COMIFAC : Commission des Forêts d’Afrique Centrale.

FAO : Organisation des nations unies pour l’alimentation et l’agriculture.

NF : Norme française.

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3 : Propriétés physique du bois sapelli	53
Tableau 4 : Propriétés mécanique du bois sapelli	53
Tableau 5 : Propriétés physiques et mécaniques du Padouk	55
Tableau 6:Propriétés mécaniques du Padouk	55
Tableau 7 : Propriétés physiques de l'Ebène.....	57
Tableau 8 : Propriétés mécaniques de l'Ebène.....	58
Tableau 9 : Propriétés physiques du bété	60
Tableau 10 : Propriétés mécaniques du bété	61
Tableau 13 : Descriptions de la colle vinyliques,.....	63
Tableau 14 : Analyse des caractéristique de bois padouk	76
Tableau 15 : Analyse des caractéristiques du bois Sapelli.....	77
Tableau 16 : Analyse des caractéristiques du bois Sapelli.....	78

LISTES DES ILLUSTRATIONS (FIGURES, PHOTOS, PLANCHES, CARTES)

FIGURES

Figure 1: Différentes familles du renfort.....	5
Figure 2: Différentes familles de matrice.....	5
Figure 3: Structure macroscopique du bois.....	8
Figure 4: Structure microscopique du bois.....	9
Figure 6: panneau de particule.....	12
Figure 6: Charbon à base de sciure de bois.....	12
Figure 10 : <i>L'horloge électrique d'Alexandre Brain</i>	17
Figure 11 : <i>Horloge à quartz</i>	17
Figure 12: Gravure de l'aigle dans les œuvres complètes de Buffon en 1837.....	28
Figure 15: Gestion copeaux et sciures de bois sain.....	73
Figure 16: Gestion des chutes de bois sain.....	73

PHOTOS

Photo 1: Reconstitution de pièces et profilés à partir de chutes.....	13
Photo 2: Le Mtem.....	25
Photo 3: Le Djet (balafon).....	25
Photo 4: Le koung chué ou chué Mwouop (grelot a bâton).....	26
Photo 5 : Outils utilisé ; cliché Fonkwa Noubissi A.H. 2020 14 :30.....	40
Photo 6 : Sciure de sapellie ; Cliché Fonkwa Noubissi. A. H.....	52
Photo 7 : Sciure de padouk ; Cliché Fonkwa Noubissi. A. H. 2020.....	52
Photo 8: Approvisionnements et treillages ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H (ITDB) 30/1/2020 10 :50.....	64
Photo 9 : Préparation des additifs (colle, kaolin, eau) ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H 09/2/2020 08 :46.....	65
Photo 10 : Additions des composant et préparation des moules ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H 09/2/2020 09 :15.....	66
Photo 11 : Moulage et compactage ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H 09/2/2020 10 :05 / 14 :10.....	67

Photo 12 : Démoulages et séchage ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H 10/2/2020 09 :00 / 15 :10.....	68
Photo 13 : Ponçage ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H 11/2/2020 08 :28	69
Photo 14 : Assemblage ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H 06/3/2020 09 :14	70
Photo 15 : Chute de bois d’usinage ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H (ITDB) 30/1/2020 10 :55.....	71
Photo 16 : Rectification et assemblage des chutes de bois d’usinage Cliché Fonkwa Noubissi A.H (ITDB) 13/3/2020 13 :50.....	71
Photo 17 : Sculpture dès l’aigle décomposé ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H. 06/5/2020 15 :03.....	72
Photo 18 : Montage de la carcasse de l’horloge Cliché Fonkwa Noubissi A.H. 07/5/2020 10:09.....	72
Photo 19 : Pot de fleur fini, cliché Cliché Fonkwa Noubissi A.H. 19/06/2020 16h59	74
Photo 20 : Porte bijou, cliché Cliché Fonkwa Noubissi A.H. 19/06/2020 17h00.....	75
Photo 21 : Horloge, cliché Cliché Fonkwa Noubissi A.H. 19/06/2020 17h05	79
Photo 22 : Horloge, cliché Cliché Fonkwa Noubissi A.H. 1/06/2020 12h1317h05	80

PLANCHES

Planche: 1 : Dessin d’après nature du Djet, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020	29
Planche: 2 : Décomposition du Djet illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020	30
Planche: 3 : Composition du Djet, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020	30
Planche: 4 : Esquisse du Djet, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020.....	31
Planche 5 : Croquis du Djet, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020	31
Planche 6 : Dessin d’après nature du Koung Chué ou Chué Mwouop, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020	32
Planche7 : Décomposition du koung chué ou chué Mwouop, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020.....	32
Planche 8 : Composition du koung chué ou chué Mwouop, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020	33
Planche 9 : Esquisse du Koung Chué ou Chué Mwouop, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020	33
Planche 10: Croquis du Koung Chué ou Chué Mwouop, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020	34
Planche 11 : Dessin d’après nature du Mtem .illustration FONKWA NOUBISSI A H, 2020.....	34

Planche 12 : Décomposition du Mtem .illustration FONKWA NOUBISSI A. H. 2020	35
Planche 13 : Composition du Mtem .illustration FONKWA NOUBISSI A. H. 2020.....	35
Planche 14 : Esquisse du Mtem, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020	36
Planche 15 : Croquis du Mtem .illustration FONKWA NOUBISSI A.H. 2020.....	36
Planche 16 : Dessin d'après nature de l'aigle. Illustration FONKWA NOUBISSI A.H. 2020.....	37
Planche 17 : Décomposition de l'aigle .illustration FONKWA NOUBISSI A.H. 2020.....	37
Planche 18 : Composition et esquisse de l'aigle .illustration FONKWA NOUBISSI A.H. 2020	38
Planche 19 : Croquis de l'aigle .illustration FONKWA NOUBISSI A.H. 2020	38
Planche: 20: Solution retenue, illustration Fonkwa Noubissi .A.H. 2020	41
Planche 21 : Dessin d'ensemble du pot de fleur, illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020.....	42
Planche 23 : Dessin d'ensemble du porte bijou et de l'horloge, illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020.....	43
Planche 23 : Dessin d'ensemble du porte bijou et de l'horloge, illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020.....	43
Planche 24: Vues de face, vue de dessus, vue de dessous du pot de fleur illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020	44
Planche 25: Vues de face, vue de dessus, vue de dessous du pot de fleur illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020	45
Planche 26: Vues de face, vue arrière, vue de coté de l'horloge illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020	46
Planche 27: Dessin présentant les directions des coupes	47
Planche 28 : Coupe verticale B-B, coupe horizontale CC du pot de fleur ; illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020	48
Planche 29 : Coupe horizontale AA du porte bijou ; illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020.....	49
Planche 30 : Coupe verticale DD de l'horloge ; illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020.....	50
CARTES	
Carte 1: <i>Carte de localisation du quartier nylon</i>	22

RESUME

La montée en puissance des industries de deuxième transformation du bois nous amène à nous poser des questions sur le rendement en terme de résidus de bois d'usinage. En effet nous retrouvons une quantité considérable des résidus de bois d'usinage dans ces industries que nous pouvons valoriser. Raison pour laquelle nous nous sommes penchées sur la conception et réalisation des designs d'objets artistiques à partir des résidus de bois d'usinage. Ces résidus tels que des sciures, copeaux, chutes sont incinérés, enfouies, ou laissés à l'abandon, puisqu'ils sont encombrants d'après ces structures de transformation de bois. La valorisation de ces résidus de bois d'usinage à travers la fabrication des objets utilitaires, nous amènera à créer des emplois et à participer à la préservation de la nature. La création des formes de pot de fleur, du porte bijou et de l'horloge, se fera à partir des éléments tirés de la nature et de la culture Camerounaise tels que : l'aigle, les instruments de danse. La méthodologie de création classique implémentée par M. Bengono Edgard Fortuné nous a permis d'exploiter et développer tous ces éléments de création. La réalisation de ces objets en sciure s'est fait par addition de sciure, eau, colle, kaolin et placé dans un moule et compacté afin d'obtenir une forme particulière. L'horloge quant à elle se fera à travers les motifs d'aigle sculptés sur des chutes de bois d'usinage assemblés. Les produits obtenus nous offre une originalité particulière à travers ses formes et ses inscriptions porteurs de message de sensibilisation. Nous envisageons faire une étude caractéristique et étendre notre champ d'action en se lançant dans la fabrication des mobiliers à partir des résidus de bois d'usinage ainsi que la fabrication d'une colle naturelle hydrofuge pour le revêtement des objets réalisés.

Mots-clés : Conception ; Réalisation ; Objets ; Design ; Artistique ; Résidus ; Usinage.

ABSTRACT

The power mounted in the second wood processing industries leads us to ask questions about the performance in terms of machining wood residues. Indeed, we find a considerable amount of machining wood residues in these industries that we can value; Reason why we looked at the design and realization of artistic object designs from machining wood residues. These residues such as sawdust, chips, and falls are incinerated, buried, or left abandoned, since they are permanent according to these wood processing structures. The valuation of these machining wood residues through the manufacture of utilities will bring us to create jobs and participate in the preservation of nature. The creation of the flower pots, the jewel door and the clock, will be made from the elements drawn from nature and culture Cameroon as such as: the eagle, the dance instruments. The classical creation methodology implemented by Mr. Bengono Edgard Fortuned has allowed us to exploit and developed all these elements of creation. The realization of these sawdust objects was made by addition of saw down + water + glue + kaolin and placed in a mold and compacted to obtain a particular shape. The clock for it will be done through the carved pads of shake machines. The product obtained offers us a particular originality through its forms and its assignment of auditory awareness. We plan to make a study characterizes and expand our field of action by launching in the manufacture of furniture from the machining wood residues as well as the manufacture of a natural gasoline water glue for the coating of feasible objects.

Keywords: design; realization; objects; design; artistic; residues; machining.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le Bassin du Congo représente aujourd'hui comme par le passé un véritable creuset de la diversité biologique. Deuxième plus grand massif forestier du monde après l'Amazonie, le Bassin du Congo, s'étend sur une superficie de 200 millions d'hectares, soit près de 91% des forêts denses humides d'Afrique centrale COMIFAC (Commission des Forêts d'Afrique Centrale, 2010). La réalisation des objets à partir des résidus de bois d'usinage se fera à travers le design. L'éducation à travers l'objet d'arts favorise la créativité et éventuellement d'autres compétences favorables à l'innovation. De ce fait le rôle de futur enseignant et de designer nous amène à trouver des solutions face à notre thème intitulé «Conception et réalisation des designs d'objets artistiques à partir des résidus de bois d'usinage». Ceci nous permet de concevoir et réaliser les designs d'objets artistiques avec la sciure, les chutes de bois tels que l'horloge, les pots de fleur, les portes bijoux, enfin de valoriser, vulgariser et pérenniser le patrimoine culturel Camerounais. J-Paul Notué et Bianca Triaca. (2005) « *les œuvres d'art sont à la fois des témoins culturels d'une grande valeur esthétique et illustrent des traditions et des valeurs parfois oubliées* ». Nous consacrons notre étude au Cameroun, plus précisément dans la région de l'ouest et spécifiquement dans la ville de Bafoussam 3ieme (quartier Nylon) où l'on retrouve une concentration des industries de deuxième transformations du bois.

La diminution des surfaces couvertes de forêt entraîne une accentuation de l'émission du gaz à effet de serre dans l'atmosphère, occasionnant ainsi une grande modification sur le climat, ce projet permet à la population de prendre conscience de la lutte contre la déforestation à travers l'exploitation des résidus de bois d'usines, pour la fabrication des objets, afin de développer des métiers innovants et donc création d'emplois nouveaux autour d'eux. Le Cameroun est doté d'une très grande diversité culturelle, raison pour laquelle, il incombe que nous fassions des réalisations d'horloges, de vases ou de pots aux formes originales et vulgariser les valeurs symboliques qui se cachent derrière les instruments de danse au Cameroun ; Notre travail devrait à partir des matériaux localement trouvables permettre une acquisition facile par le social, tout en permettant une réduction considérable des dépenses publiques en notion d'acquisition d'objet en bois.

PROBLÉMATIQUE

L'impact de la déforestation depuis quelques décennies, occasionne une grande modification sur le climat global qui a des conséquences au niveau local. Les forêts du bassin du

Congo où vivent les Pygmées n'échappent pas à cette réalité. On note aussi les perturbations de découpages des saisons, occasionnant le trouble du rythme de reproduction des espèces fauniques et la floraison des plantes. Source : Jean Nke Ndihi (2006). Cette tendance s'est alourdie puisque de 2000 à 2012, 23 millions d'hectares de forêt ont été détruits dans le monde. Au total 129 millions d'hectares de forêts ont été perdus depuis 1990, selon FAO 2015. Cette perte de biodiversité qui peut être irréversible, coupe l'humanité de services et ressources inestimables. Les sous-produits (sciures, copeaux, chutes), ne sont pas assez valorisés, causant ainsi un encombrement pour l'industrie et la nature. Le bois contient du carbone et lorsque ces sous-produits sont incinérés ou alors enterrés, ils renvoient dans la nature tout le carbone qu'ils ont eu accumulé durant leurs existences, provoquant ainsi des dégâts dans l'atmosphère et dans le sol.

Les produits fabriqués localement à partir des résidus de bois d'usinage doivent être originaux et porteurs de message afin de valoriser la culture africaine plus précisément camerounaise. D'où la question :

Est-il possible d'élaborer une idée par la fabrication de produits innovants, tangibles, provenant des restes de substances fibreuses des arbres façonnés à l'aide d'une machine-outil ?

Nous allons de ce fait poser une question principale à savoir :

Comment partir de l'aigle, des instruments de danse pour la fabrication de produits innovants à partir des résidus de bois d'usinage ?

De cette question en découlent trois autres à savoir

- 1- Comment procéder pour transformer la sciure et chutes de bois en pot/vase et horloge ?
- 2- Comment véhiculer un message à travers des pots de fleur et horloges réalisés ?
- 3- Quel apport pour le design au Cameroun ?

HYPOTHÈSES

Toutes ces questions nous amènent à proposer les hypothèses suivantes :

- 1- La méthodologie classique est l'une des méthodologies les plus adéquates pour transformer les résidus de bois d'usinage en pot de fleur, porte bijou, horloge. Elle facilite l'extraction des éléments (instruments de danse, oiseau) pour en faire des objets.
- 2- Le pot de fleur et horloge réalisés véhiculent les messages à travers leurs formes, leurs originalités et les inscriptions gravées dessus. De plus à travers les matériaux localement trouvables pour la fabrication de ces objets.

- 3- Le design au Cameroun est en voie d'évolution, raison pour laquelle, à travers nos designs d'objets, nous donnons à l'œuvre une identité Camerounaise, afin que tous nos produits de proximité soient facilement identifiables. Nous démontrons la simplicité des modèles d'horloges et de vases conçues, utiles et facilement transportables.

PLAN DU TRAVAIL

Nous présentons ce travail dans l'ordre de trois chapitres suivant :

L'intitulé du premier chapitre : « Revue de la littérature et état de l'art » Nous donne les généralités sur les matériaux utilisés tel que le bois, sous-produits du bois, les colles à bois ; l'historiques des vases et horloge à réaliser. Puis l'état de l'art qui est la présentation globale des documents qui traitent les mots-clés de notre thème ;

Le deuxième chapitre : « Matériels et méthodes » nous montre les étapes à suivre pour obtenir les formes d'objet et la mise en œuvre du matériau utilisé ;

Le troisième chapitre : « Mise au point de la solution retenue » démontre la réalisation de la solution retenue. De ce fait il est impératif d'établir un dossier technique pour rendre le travail plus professionnel afin de passer à la réalisation du prototype à l'échelle réelle ;

Le quatrième chapitre : « Résultats et discussions » Ce chapitre fera ressortir les données statistiques des résidus de bois d'usinage dans les industries de transformation de bois et une description et analyse des objets réalisés. Enfin, nous faisons la synthèse de notre mémoire par une conclusion générale et les perspectives qui s'offrent à cette étude ainsi que les subjections.

CHAPITRE 1 . : REVUE DE LA LITTÉRATURE ET ETAT DE L'ART

Nous débuterons ce chapitre par les généralités sur les matériaux utilisés tel que le bois, sous-produits du bois, les colles à bois et nous donnerons l'historiques des vases et horloge à réaliser puis l'état de l'art qui est la présentation globale des documents qui traitent les mots-clés de notre thème.

1.1 GÉNÉRALITÉ

1.1.1 Matériaux composites

➤ Définition:

Un matériau composite est constitué de l'assemblage de deux matériaux ou plus de natures différentes, complétant et permettant d'aboutir à un matériau hétérogène dont l'ensemble des performances est supérieur à celui des composants pris séparément. Le principal intérêt de l'utilisation des matériaux composites provient de ses excellentes caractéristiques. Ils disposent d'atouts importants par rapport aux matériaux traditionnels. Ils apportent de nombreux avantages fonctionnels :

- Légèreté ;
- Grande résistance à la fatigue ;
- Liberté de formes ;
- Maintenance réduite ;
- Faible vieillissement sous l'action de l'humidité, de la chaleur, de la corrosion ;
- Insensibles aux produits chimiques sauf les décapants de peinture qui attaquent les résines ;
- Une bonne isolation électrique.

Source : DJEBLOUN Youcef (2014), matériaux composites [s.n].

❖ Constituants des matériaux composites:

➤ Les renforts

Les renforts contribuent à améliorer la résistance mécanique à la traction et la rigidité des matériaux composites et se présentent sous forme filamentaire. Le tableau ci-dessous présente les différentes natures de renfort tel que : des fibres organiques ou inorganiques. Les différentes natures de renfort sont :

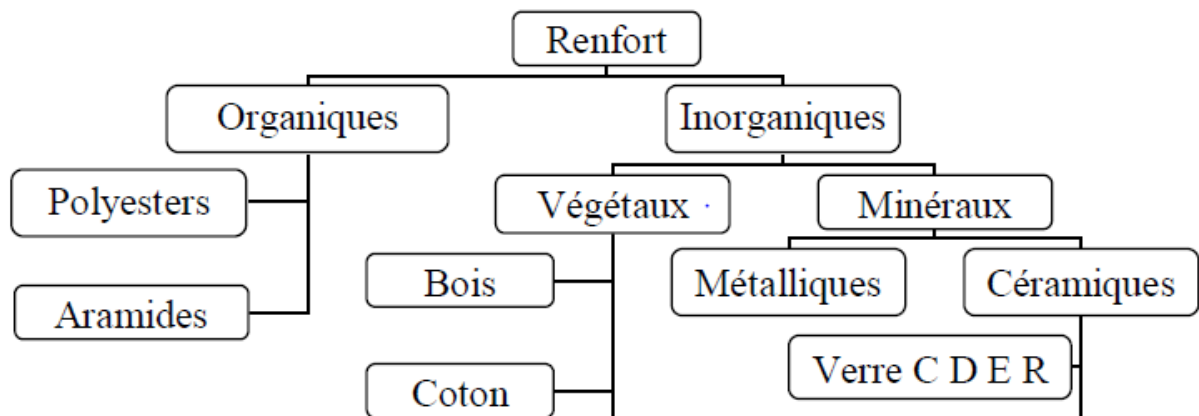


Figure 1: Différentes familles du renfort.

Marc Marzano (2014), *les matériaux composites*, M Piperaud, Nathan.

➤ **La matrice**

La matrice est l'élément qui lie et maintient les fibres. Elle répartit les efforts (résistance à la compression ou à la flexion) et assure la protection chimique des fibres. Le tableau ci-dessous nous présente les différentes natures de la matrice :

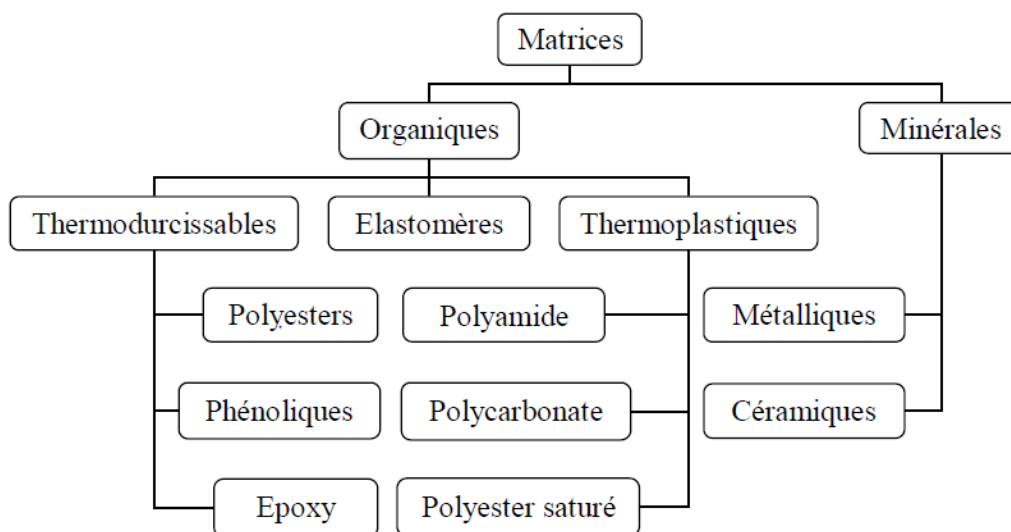


Figure 2: Différentes familles de matrice

Marc Marzano (2014), *les matériaux composites*, M

➤ **Les additifs**

Ils sont nécessaires pour assurer une adhérence suffisante entre le renfort fibreux et la matrice et de modifier l'aspect ou les caractéristiques de la matière à laquelle ils sont ajoutés. Les additifs se trouvent en faible quantité (quelques % et moins) et interviennent comme :

- Lubrifiants et agents de démoulage ;
- Pigments et colorants ;
- Agents anti-retraits ;
- Agents anti-ultraviolets ;
- Accélérateur ;
- Catalyseur.

Source : Marc Marzano (2014), les matériaux composites

1.2 GÉNÉRALITÉS SUR LE BOIS

La norme NF B 50-003 (définissant la nomenclature du bois) le définit comme « un ensemble de tissus résistants secondaires (de soutien, de conduction, et de mise en réserve) qui forment les troncs, branches et racines des plantes ligneuses. Issu du fonctionnement du cambium périphérique, il est situé entre celui-ci et la moelle ».

Il s'agit d'un des matériaux les plus appréciés pour ses propriétés mécaniques, pour son pouvoir calorifique et comme matière première pour de multiples branches industrielles. Il a de nombreux usages dans le bâtiment et l'industrie (industries papetières, industries chimiques), et en tant que combustible. Après usinages de ce matériau bois dans les industries, on obtient des sous-produits tels que les sciures, les chutes de bois, qui feront l'objet de notre étude.

1.2.1 Le bois

➤ **Structure du bois**

La structure se compose d'une section transversale, perpendiculaire au tronc ou à la branche. Le bois est dit « bois de bout » ou « bois debout ». Il y a deux sections longitudinales, dont : la section radiale, longitudinale et parallèle aux rayons. Le bois est dit « bois de fil » ou « bois en fil ». Et la section tangentielle, longitudinale et perpendiculaire aux rayons : Egalement dit bois en fil.

❖ **Étude macroscopique:**

Sur la coupe transversale on observe les différentes couches circulaires du bois qui vont du centre vers la périphérie :

- **Moelle** : Partie la plus centrale de l'arbre, est ce qui reste du xylème primaire. Importante dans les jeunes pousses, elle disparaît souvent avec l'âge pour ne laisser qu'un canal de faible section. La moelle est un ensemble de tissus spongieux qui évoluent en vieillissant ;
- **Duramen** : Masse principale du tronc, formant le "bois parfait". Formé par les cernes les plus anciens, 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. Ses vaisseaux ne sont plus fonctionnels ;
- **Aubier** : Couches concentriques de cellules non encore lignifiées formant un bois encore "imparfait". Formé par les cernes les plus récents, il y circule les matières nutritives. Les cernes se transforment en duramen après une période de 4 à 20 ans ;
- **Écorce** : Partie la plus externe, composée de différentes parties :
 - **Cambium libéro-ligneux** : Zone de croissance ou méristème, c'est l'assise génératrice (de quelques cellules d'épaisseur) qui donne naissance au bois du côté interne et au liber (phloème secondaire) du côté extérieur. Le cambium libéro-ligneux produit plus de bois que de liber ;
 - **Liber** : Partie interne et « vivante » de l'écorce. Le liber comporte un ensemble de vaisseaux dans lesquels circule la sève élaborée. Les cellules du liber meurent lorsqu'elles se différencient : l'écorce s'exfolie, et tombe ou se fend longitudinalement ;
 - **Suber (ou liège)** : Partie la plus externe ayant un rôle de protection. Celle-ci contient une substance imperméable, la « subérine », qui protège les couches internes.

Les figures ci-dessous nous présentent la structure macroscopique du bois avec ses différentes parties.

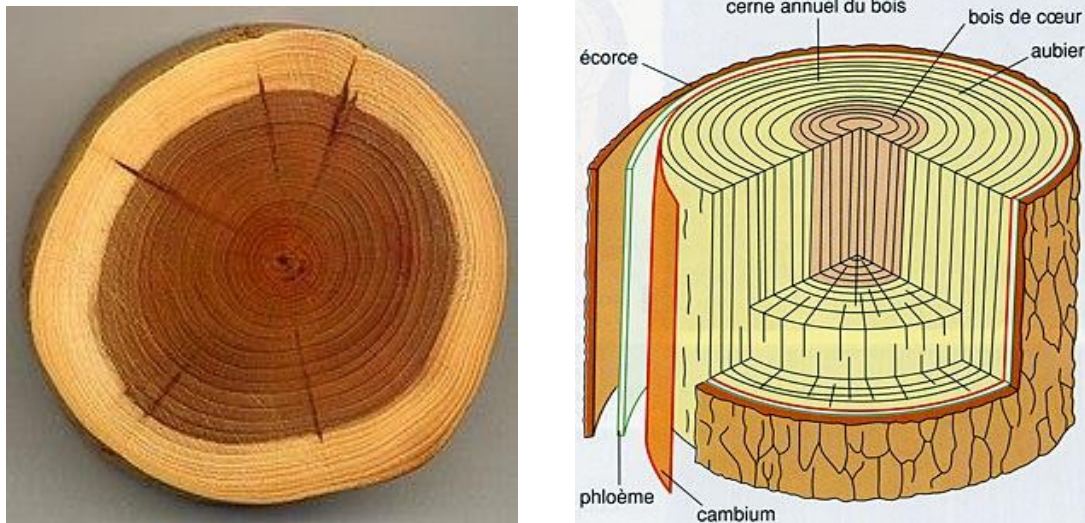


Figure 3: structure macroscopique du bois

(Dr. GHOMARI Fouad (2003), *science des matériaux de construction*)

1.2.1.1 Étude microscopique

Le bois est constitué essentiellement de la paroi des cellules végétales. Il existe deux types de bois, composés de différents types de tissus végétaux :

➤ Bois homoxylé

On le trouve chez les gymnospermes ("résineux") :

- Fibres trachéides : Ayant à la fois les rôles de soutien et de conduction ;
- Rayons : Fibres trachéides et parenchymes horizontaux ;
- Parenchyme vertical.

➤ Bois hétéroxylé

On le trouve chez les angiospermes (feuillues). Les fonctions de soutien et de conduction sont effectuées par des cellules différentes :

- **Fibres** (librifomes et trachéides) : Faisceaux de cellules résistantes, disposées dans le sens axial, qui assurent la rigidité et la résistance mécanique du bois. Il s'agit d'un bio-composite constitué de cellulose, d'hémicellulose et de lignine ;
- **Vaisseaux** : Formés d'éléments de vaisseaux, cellules creuses qui servent à conduire la sève brute depuis les racines jusqu'aux feuilles ;

- **Parenchyme vertical** : Des cellules parenchymateuses contribuent au transport des nutriments. Ces parenchymes, associés aux vaisseaux, donnent des motifs particuliers à chaque essence (particulièrement les essences tropicales) sur la coupe transversale (perpendiculaire à l'axe du tronc) ;
- **Rayons ligneux** (ou médullaires) : Parenchyme horizontal, constitué de cellules de réserve à parois épaissies et lignifiées, qui accompagnent le tissu vasculaire. Ces cellules participent en outre à la fonction de soutien. Leur orientation est transversale et rayonnante en partant de l'axe longitudinal de l'arbre.

La figure ci-dessous nous présente la Structure microscopique du bois avec ses parties.

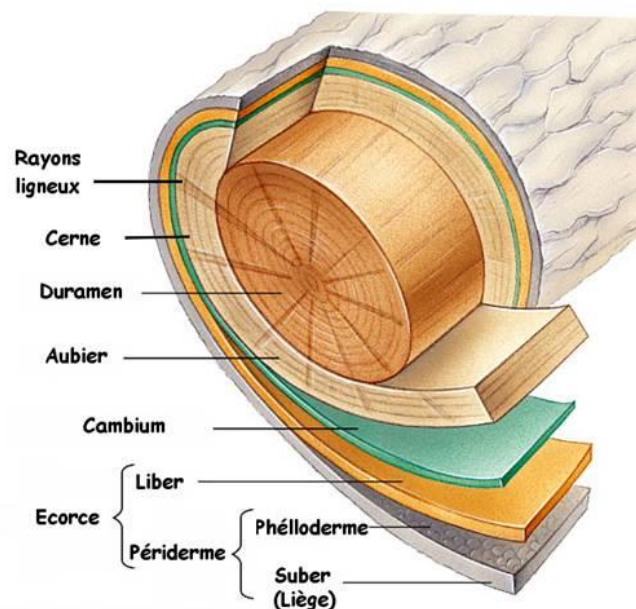


Figure 4: Structure microscopique du bois

R.Stahli (2003) *connaissances du bois*

❖ Composition chimique

La composition chimique élémentaire du bois varie suivant les espèces, mais grossièrement le bois est constitué d'environ 50 % de carbone, 42 % d'oxygène, 6 % d'hydrogène, 1 % d'azote et 1 % de minéraux (principalement Ca, K, Na, Mg, Fe, Mn). On trouve également du soufre, du chlore, du silicium, du phosphore, et d'autres éléments en faible quantité.

Le bois est constitué principalement de matières organiques (cellulose et lignine) et d'un faible pourcentage (de 1 à 1,5 %) d'éléments minéraux. Il contient également une part d'humidité variable.

- Cellulose (environ 50 %) ;
- Lignine (20 à 30 %) ;
- Hémicellulose (15 à 25 %) ;
- Autres substances organiques : Polysaccharides, pentosanes, hexosanes, résines, tannins, colorants, cires, alcaloïdes, composés aromatiques volatiles, etc.

➤ **Propriétés physiques**

- **Hygroscopicité** : Pour le bois, il s'agit généralement de taux d'humidité noté H %, dite humidité sur sec (par rapport au bois anhydre). Son calcul est le suivant : $H\% = ((\text{Masse humide} - \text{Masse anhydre}) / \text{Masse anhydre}) \times 100$. Dit : $H\% = (\text{Masse d'eau pure} / \text{Matière sèche}) \times 100$;

Formule mathématique :
$$H\% = \frac{P_h - P_a \times 100}{P_a}$$

- **Résistance mécanique** à la compression (le bois a cependant une meilleure résistance à la traction qu'à la compression). Propriétés mécaniques du bois massif : Soumis à des sollicitations mécaniques de faible intensité, le bois massif est susceptible de déformations réversibles qui peuvent être considérées comme élastiques (élasticité). Toutefois, comparé au comportement élastique de nombreux autres matériaux utilisés notamment en construction, celui du bois massif a des spécificités remarquables. Le comportement mécanique du bois massif est très fortement "anisotrope" et, dès que le temps d'application des sollicitations mécaniques devient important, la pièce sollicitée exhibe des déformations différées qui peuvent être décrites, lorsque les charges imposées sont inférieures à 30 % de la charge de rupture, dans le cadre d'un modèle de comportement "viscoélasticité linéaire anisotrope" ;

- **Densité** : La densité du bois est généralement inférieure à 1 (le bois flotte) en raison des vides dans sa structure. Cette densité varie fortement selon un certain nombre de paramètres : l'essence, son degré d'humidité, la situation géographique et son climat, la situation du prélèvement dans l'arbre. On exprime cette densité normalement pour un taux d'humidité égal à 15 % (la moyenne est entre l'état anhydre et l'état de saturation). La densité à 15 % se situe généralement entre 0,5 et 0,7, mais peut varier considérablement, de 0,1 pour le balsa, 0,4 pour

les bois légers (sapin, épicéa, peuplier), 0,8 à 1 pour les bois durs (if, teck, olivier), 1,0-1,15 pour l'ébène, 1,1-1,2 pour l'azobé et 1,3-1,4 pour le gâiac (bois de fer) ;

- **Durabilité naturelle** : Bien qu'il s'agisse d'un matériau biodégradable, le bois peut durer dans certaines conditions plusieurs siècles, comme en témoignent de nombreuses charpentes de monuments anciens. Les paramètres favorables à la durabilité du bois sont le maintien en atmosphère sèche, la densité élevée, la composition chimique, la période de coupe, liée à l'essence (présence de résines, d'oléorésines, de tanins). Le bois de cœur est plus durable que l'aubier, plus riche en matières fermentescibles. Parmi les espèces les plus durables, on classe le cèdre, le séquoia, le robinier faux acacia, le mélèze, le chêne, le châtaignier... Et parmi les moins durables : le sapin, l'épicéa, le hêtre, le peuplier, le tilleul ;

- **Propriétés isolantes** : Du fait de sa structure cellulaire, qui emprisonne de l'air sous forme de petits volumes, le bois est un mauvais conducteur de la chaleur. Cependant sa conductibilité thermique est très variable en fonction de son degré d'humidité, de sa densité, de l'essence considérée, ainsi que de l'orientation par rapport au fil du bois : Il est meilleur conducteur dans le sens axial que dans le sens radial. On utilise couramment des panneaux agglomérés en particules de bois comme isolants thermiques ;

Rétractibilité du bois : La stabilité dimensionnelle du bois est un facteur primordial dans son utilisation, surtout qu'il est un matériau hygroscopique et anisotrope. Une conséquence de l'hygroscopicité du bois est le retrait ou le gonflement du bois observé en dessous du PSF. En effet, en dessous du PSF, toute variation de l'humidité H , cause une variation dimensionnelle. Des changements dimensionnels du bois sont corrélés à une déformation interne du tissu ligneux, qui peut produire des microfissures, induites par une distribution hétérogène des forces de l'eau, extrêmement préjudiciables au matériau.

Source : Dr. GHOMARI Fouad (2003), science des matériaux de construction, UNIVERSITE ABOUBEKR BELKAID

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Bois> 2/12/2020/11:38

1.2.2 LES SCIURES ET CHUTES DE BOIS

➤ LES SCIURES DE BOIS

Les sciures sont des copeaux de petites dimensions composées de grains de très petits diamètres résultant de la découpe du bois par sciage, l'outil se déplaçant perpendiculairement au

fil du bois. Les sciures sont principalement utilisables comme charge dans les composites. Elles peuvent aussi être brûlées pour la production d'énergie.

➤ Description des sciures de bois

La sciure varie en fonction des caractéristiques propres à chaque essence ainsi que ses différentes parties. Nous pouvons avoir :

- La texture : C'est l'élément macroscopique qui représente la couleur du bois visible à l'œil nu;
- La granulométrie : C'est la mesure des dimensions et détermination de la forme des particules et des grains;
- L'abrasivité : C'est le pouvoir d'abrasion issu du frottement par rapport à un autre matériau.

➤ Utilisation des sciures de bois



Figure 6: charbon à base de sciure de bois
Christian Sales, (2003), *Innovation technologique et valorisation des sous-produits des filières bois France, Montpellier.*



Figure 6: panneau de particule
Christian Sales, (2003), *Innovation technologique et valorisation des sous-produits des filières bois France, Montpellier.*

➤ LES CHUTES DE BOIS

Les chutes de bois de dimensions diverses offrent une très large diversité d'utilisation. Après broyage et calibrage, les copeaux ou plaquettes peuvent être dirigés vers des usines de pâte ou de panneaux de particules ou de fibres. Les chutes, fragmentées ou non, servent aussi à alimenter des installations de production d'énergie. Les essences les plus recherchées sont débitées sous forme de tasseaux et de pièces diverses. Ces pièces sont commercialisées pour d'autres finalités

que le marché initialement visé. Elles sont également assemblées par des techniques de collage pour donner des produits lamellés-aboutés (menuiserie, ameublement...) ou des panneaux reconstitués à partir de pièces massives.

➤ **Utilisation des chutes de bois**



Photo 1: Reconstitution de pièces et profilés à partir de chutes.
Christian Sales, (2003), *Innovation technologique et valorisation des sous-produits des filières bois*, France, Montpellier.

Source : Christian Sales, (2003), Innovation technologique et valorisation des sous-produits des filières bois, France, Montpellier.

1.3 LE KAOLIN

Le kaolin est une roche de composition argileuse constituée principalement de kaolinite, un minéral provenant de l'altération de roches feldspathiques.

1.3.1 Propriétés du kaolin :

La kaolinite, de formule chimique $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, contient théoriquement 39,5% Al_2O_3 , 46,5% SiO_2 et jusqu'à 14% H_2O . Elle se présente en petits cristaux lamellaires de forme pseudo-hexagonale. Le kaolin est caractérisé par :

- Une faible dureté (2 selon l'échelle de Mohs);
- Un haut degré de blancheur;
- Un contenu élevé en alumine (Al_2O_3) qui en fait un excellent réfractaire;
- Une granularité très fine et une bonne opacité due à la forme lamellaire des cristaux de kaolinite

Ces différentes propriétés physiques et chimiques font du kaolin une substance des plus recherchées.

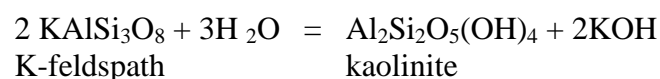
1.3.2 Usages du kaolin

Depuis l'Antiquité, le kaolin est la matière première de base de la céramique fine, à cause de sa température de fusion élevée et de sa couleur blanche. Cependant, au fil des ans, les propriétés particulières du kaolin liées à sa blancheur et à sa finesse de broyage ont amené de nouveaux usages :

- Matière première dans la fabrication des céramiques fines et des produits réfractaires (briques, ciments, mortier);
- Charge minérale ou additif dans la fabrication du papier;
- Charge inerte dans les peintures, les plastiques et le caoutchouc;
- Source d'alumine et de silice dans la fabrication du ciment et de la fibre de verre;
- Préparation de produits pharmaceutiques;
- Additifs alimentaires et agents de blanchiment;
- Fabrication de plâtre, de granules pour revêtements de toiture;
- Fabrication de textiles.

➤ Types de gisement

La kaolinite se forme par l'altération chimique des feldspaths. Dans le cas du feldspath potassique, la réaction est la suivante :



Les gisements de kaolin peuvent être d'origine primaire ou secondaire.

- **Gisements primaires**

Les gisements primaires sont les dépôts résiduels provenant de l'altération en place, de roches riches en feldspath, par les agents météoriques ou par des solutions hydrothermales. Les gisements primaires ou résiduels de kaolin présentent des teneurs en kaolin qui varient généralement de 15 à 50 %. (Bristow, 1990).

- **Gisements secondaires**

Les gisements secondaires sont les dépôts sédimentaires provenant du transport et de la sédimentation de la kaolinite issue des gisements primaires. Les gisements secondaires sont généralement plus riches en kaolinite que les gisements de kaolin primaires ou résiduels. Dans les gisements secondaires, la kaolinite se présente en cristaux plus fins.

Source : BLAIS, R.A., (1959). L'origine des minerais crétacés du gisement de fer Redmond, Labrador, Le Naturaliste Canadien, Vol. LXXXVI, n° 12, pages 265-299.

1.4 LA COLLE

La colle est un matériau de synthèse, composée de particules et de molécules adhésives, d'origines diverses, capables de s'unir entre elles, pour former un solide. Elle peut avoir plusieurs origines :

- Végétale : Résines amidon, féculés ;
- Minérale : Matière plastique, ciment ;
- Animal : Gélatine, caséine lactique.

Vu au microscope, les particules de la colle, ressemblent à des petites éponges visqueuses, entremêlées les unes dans les autres. En séchant, ces particules se contractent et forment un corps solide.

Le stade qui correspond à l'intermédiaire entre l'état liquide et solide de la colle, est appelé « état colloïdal ». L'adhérence de la colle tient en grande partie, à la viscosité de son état colloïdal. Si cette matière est trop fluide, elle est absorbée par capillarité et disparaît dans les pores du matériau. Pour certaines colles, on peut y remédier en passant une première couche de « primaire ». Celle-ci a pour but de servir d'obstruction une fois sèche.

Si la colle est trop liquide, le mécanisme du collage est négatif, car les particules sont trop distantes les unes des autres et ne peuvent ainsi s'accrocher entre elles. Au contraire, si la colle est trop épaisse, elle s'étale difficilement et étant trop sèche, elle ne mouille pas le matériau ce qui a pour conséquence une mauvaise adhérence avec le matériau.

➤ L'adhérence mécanique

Le pouvoir mouillant de la colle, occasionne une insertion des cellules dans les pores du matériau, celle-ci, lors de la prise, constituent une chaîne avec celles restées en surface. L'adhérence mécanique s'applique donc, à des collages de matériaux polaires comme exemple le bois. Quelques exemples de colles à adhérences mécaniques :

- la colle vinylique ;
- la colle polyuréthane ;
- la résine.

Source : Association ouvrière des compagnons du devoir du tour de France, (Juillet 2012), emploi des colles

1.5 LE VASE

Un vase est un récipient ouvert qui est souvent utilisé pour contenir un bouquet de fleurs ou décorer une salle. Il peut être constitué de divers matériaux comme la porcelaine, la céramique ou le verre. Les vases sont décorés dans le but de mettre en valeur leur contenu ou eux-mêmes. Le matériel céramique le mieux connu est celui de l'Attique. Diversité probablement non volontaire de la part des cités : les vases ne sont pas des marqueurs identitaires, les styles et formes sont les conséquences des environnements différents. Les vases sont donc juste le reflet des différentes cultures.

➤ Les vases de fleurs

Il a fallu attendre le VI^e siècle de notre ère pour qu'apparaisse l'usage actuel du vase, comme en témoignent des natures mortes représentant des vases pleins de fleurs. Pourtant, cet objet n'a jamais été réduit à un simple contenant et a continué d'inspirer toutes sortes de créations. Car le vase, par sa couleur, sa forme et son décor contribue à mettre les fleurs en valeur et à donner de l'allure au bouquet. Sa forme détermine si l'on doit couper les tiges des fleurs qu'on y place. Sa taille et sa couleur doivent s'harmoniser avec celles du bouquet, par exemple :

- Les vases hauts (cylindriques, carrés ou rectangulaires) sont à réserver à des fleurs hautes sur tiges ;
- Les vases boule sont parfaits pour des bouquets compacts ;
- Les vases au goulot étroit ne peuvent accueillir que des tiges fines.

➤ Le vase comme objet design

Depuis peu, le vase s'affiche à nouveau sans fleurs. Le prétexte d'un bouquet n'est plus nécessaire pour exhiber cet **objet décoratif, voire design**. De plus en plus de créateurs proposent des pièces uniques qu'on expose comme des œuvres d'art.

Source : Audrey ik, (2007), histoire d'un objet decoratif France, cralon

1.6 L'HORLOGE

L'horloge a évolué au fil du temps ainsi que suit :

➤ 1840 : La première horloge électrique

La première horloge électrique a été mise au point en 1840 par l'anglais Alexandre Bain. Il faudra attendre 1952 et les progrès de la miniaturisation des piles pour voir apparaître le bracelet-montre électrique.



Figure 7 : L'horloge électrique d'Alexandre Bain.

➤ 1933 : Utiliser les fréquences de vibration du quartz

La première horloge à quartz, apparue en 1933, avait l'allure d'un réfrigérateur tourné à l'horizontale. En 1968, la miniaturisation est telle qu'apparaît la première montre-bracelet à quartz, qui deviendra numérique vers 1970. Le principe de l'horloge à quartz repose sur la piézo-électricité, une propriété qui permet de faire vibrer le quartz de manière très régulière lorsqu'on lui applique un courant électrique. Les horloges à quartz sont dix fois plus précises que les meilleures montres mécaniques, elles «perdent» 1 seconde tous les 6 ans seulement.



Figure 8 : Horloge à quartz.

Source : Histoire des instruments de la mesure du temps

<http://pedagogie.ac-toulouse.fr/daac/religieux/mesuredutemps.htm> 10/3/2020 12:14

1.7 FONCTION DES OBJETS REALISES

❖ Fonction de l'horloge

Aujourd'hui, le temps est représenté par le cours cyclique de la nature, l'alternance du jour et de la nuit, le passage de saison en saison. Les nomades et les agriculteurs mesuraient et mesurent encore leurs jours depuis le lever jusqu'au coucher du soleil et leurs années en fonction du temps de la semence et du temps de la récolte, de la chute des feuilles. L'homme moderne vit toutefois dans un monde régi par les symboles mathématiques et mécaniques du temps de l'horloge. L'horloge dicte ses mouvements et domine ses actions. Et, parce que sans quelques moyens de garder l'heure exacte, le capitalisme industriel n'aurait jamais pu se développer et ne pourrait continuer à exploiter les travailleurs.

❖ **Fonction du vase de fleur**

Un environnement sain et beau est agréable aux yeux de l'Homme et le rend joyeux. Toute fois nous tenons à rappeler que le vase est un objet décoratif, mais permet aussi à l'Homme de mieux ranger ses fleurs, ses graines ; le vase peut également être une source d'inspiration ou un héritage en fonction de sa forme, de sa matière et des symboles inscrit sur celui-ci.

1.8 ETAT DE L'ART

- **R. P. Engelbert MVENG, (1980).** « *L'art et l'artisanat africains* » retracent la civilisation de l'art africain. Ce livre prône la nécessité d'étudier les motifs décoratifs de l'art africain car l'auteur affirme « *les motifs sont en effet l'écriture grâce à laquelle l'artisanat inscrit sur l'objet fabriqué le message de sa tradition et culture* ». De même ce livre présente un échantillon de 400 motifs appartenant au fond de recherches du musée d'art nègre et de l'atelier de l'artisanat fondés à Yaoundé. Mais nous avons constaté que, dans cet ouvrage, le R. P. Engelbert MVENG converge sa méthodologie de création dans la gravure des motifs, ne pouvant pas donner la forme d'un objet quelconque à travers la composition des instruments de danse traditionnelle africain.

- **André François, (2002),** « *L'art et l'éducation* » cet ouvrage démontre que : L'art et l'éducation sont complémentaires à condition d'accepter que l'art serve conjointement des objectifs pédagogiques aux services d'apprentissages visés et qu'il permette à l'enfant de développer un autre mode d'appréhension du monde. L'art n'est pas une matière scolaire. La mise en contact avec l'art favorise l'ouverture au monde et à soi-même. L'art est le langage des sens et l'apprentissage de l'émotion. L'importance de l'éducation artistique dans le

développement de l'enfant, c'est de donner des clés d'accès aux savoirs et c'est aussi un facteur de réussite scolaire, car cette dimension favorise la réflexion et l'imagination, sources d'équilibre et de plus grande confiance en soi. L'art est donateur de changement, d'évolution.

- **Emmanuel Cairo Designer, (2009)** « *La démarche design comme outil de compétitivité* ». Ce document donne la définition du design dans tous c'est trois sens : « **Le** » **design** : Le design une pratique, une histoire un métier. « **Du** » **design** : Une référence, à un style. « **C'est** » **design** : le design un qualificatif de goût. Ce document détaille toutes les étapes de création d'un produit design. Toutefois, ce livre ne dirige pas sa démarche sur les créations artistiques purement culturelles et identitaires.

- **Moïse Tsayem Demaze, (2010)**. « *Éviter ou réduire la déforestation pour atténuer le changement climatique* » ce document nous fait comprendre que : La Réduction des émissions de gaz à effet de serre due à la déforestation et à la dégradation forestière est une initiative récente qui vise à intégrer les forêts tropicales dans la lutte contre les changements climatiques. Cet article synthétise les connaissances sur ce mécanisme à partir d'une recherche bibliographique complétée par des entretiens avec des responsables d'ONG. L'analyse des préconisations de mise en œuvre suggère qu'il s'agit d'un mécanisme à fondement essentiellement marchand pour une finalité qui ne paraît pas évidente. Les projets pilotes qui émergent simplifient ou minimise les causes et les processus de déforestation et considère que cette déforestation peut être enrayée ou réduite au prix de récompenses ou de compensations financières. Le Mécanisme a néanmoins été intégré dans l'« Accord » de Copenhague élaboré en décembre 2009 à l'issue de la conférence des Nations unies sur le changement climatique.

- **Christian Sales, (2003)**. « *Innovation technologique et valorisation des sous-produits des filières bois* » Christian à travers son document nous fait comprendre que : Les opérations de transformation et de conditionnement du bois, depuis la grume jusqu'au produit final, entraînent la production de déchets de toutes sortes, d'une grande hétérogénéité de taille comme de forme. On considère que le rendement global de la chaîne, de l'exploitation forestière au produit final, est de l'ordre de 15 %, sans valorisation connexe des déchets. Si on se limite à la stricte chaîne de transformation, de la scierie au produit final, sans intégrer les bois abattus abandonnés en forêt, le rendement est rarement supérieur à 25%. Ces chiffres illustrent l'importance de la valorisation des déchets, chutes et résidus divers des industries du bois dans un contexte de développement durable et de gestion équitable des ressources naturelles. Toute solution technologique ou commerciale permettant de gagner quelques points en rendement, sans pour

autant altérer la compétitivité de la filière, concourt à maîtriser les prélèvements tout en assurant l'approvisionnement en matériau.

- **George Woodcock, (1944)** « *La tyrannie de l'horloge* » le contenu de ce document nous fait comprendre que, le mouvement de l'horloge donne la cadence aux vies humaines. Les humains sont asservis à la conception du temps qu'ils ont eux-mêmes produite et sont maintenus dans la peur, comme Frankenstein par son propre monstre. Dans une société saine et libre, une telle domination arbitraire de la fonction humaine par l'horloge ou la machine serait hors de question. Le temps mécanique serait relégué dans sa vraie fonction de moyen de référence et de coordination, et les hommes et les femmes reviendraient à une vision équilibrée de la vie qui ne serait plus dominée par le culte de l'horloge.

CHAPITRE 2 . : MATERIELS ET METHODES

Dans ce chapitre, nous montrons la zone d'étude, les étapes à suivre pour la création, l'obtention des formes d'objet et la mise en œuvre du matériau utilisé.

2.1 ZONE D'ETUDE

La ville de Bafoussam, situé dans la région de l'ouest Cameroun est la zone où nous avons effectué notre étude à cause de l'abondance des industries de deuxième transformation du bois au quartier Nylon, dans Bafoussam 3ieme.

➤ **Présentation de la ville de Bafoussam**

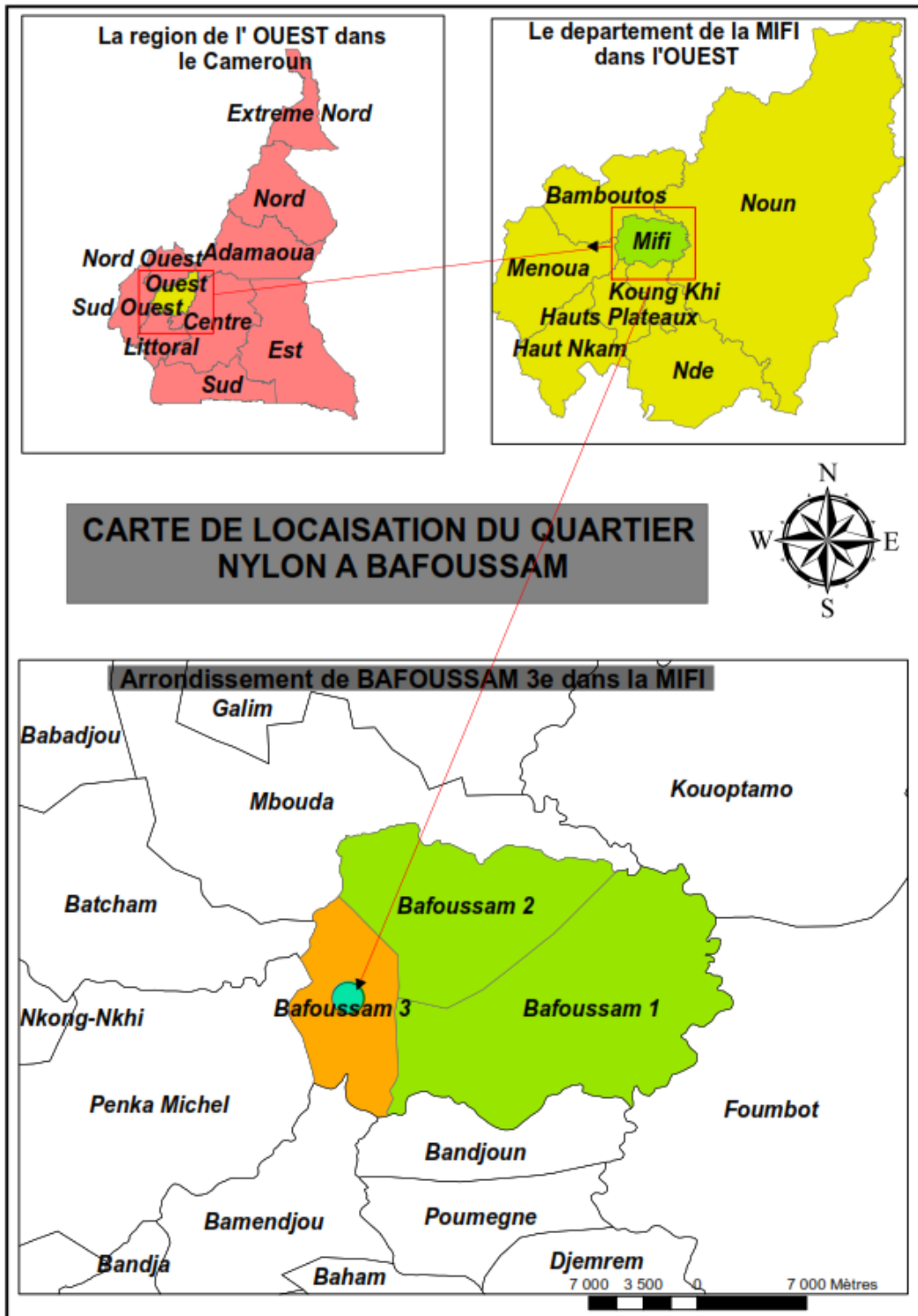
Bafoussam est une ville du Cameroun, le chef-lieu de la région de l'Ouest, le chef-lieu du département de la Mifi et l'un des trois arrondissements du département de la Mifi. Elle a été érigée en Communauté urbaine de Bafoussam en 2008. Située en pays Bamiléké, Bafoussam est à la fois ville et village du peuple du même nom. Ils à une population de 347 517 hab. (2008) ; Densité de 3 819 hab/Km² ; Superficie de 9 100 ha = 91 km² ; Une altitude de Min.1 310 m, Max.1 470 m.

La commune urbaine de Bafoussam fut fondée en 1926. Le département de Bafoussam fut créé par la loi n° 60/70 du 30 novembre 1960. Il reçut ensuite le 3 février 1961 (décret n°61-8) le nom de département Mifi. Progressivement l'usage le transformera en département de la Mifi. Cependant, il convient de noter que la Communauté Urbaine de Bafoussam (Ville de Bafoussam) a vu le jour à partir du décret présidentiel n°2008/022 du 17 janvier 2008. Comme stipulé à l'article 2 (alinéa 1) de ce décret, la Communauté Urbaine de Bafoussam est composée de 3 communes, à savoir :

- La commune de Bafoussam 1^{er} (Commune d'arrondissement de Bafoussam 1^{er}) - siège : Bafoussam ;
- La commune de Bafoussam 2^e (Commune d'arrondissement de Bafoussam 2^e) - siège : Baleng ;
- La commune de Bafoussam 3^e (Commune d'arrondissement de Bafoussam 3^e) - siège : Bamougoum.

Source : Jean de Dieu Koagne, (février 2017) « Découvertes », Nekieng.Magazine d'information culturelle.

➤ Carte de localisation du quartier nylon à Bafoussam



Carte 1: Carte de localisation du quartier nylon

Source : Réalisée par FEUTIEUH à partir du logiciel Arc Gis

2.2 CRÉATIONS

D'après le dictionnaire Larousse, la création est l'action de créer une œuvre originale; production originale, œuvre créée par une ou plusieurs personnes. Cette définition nous amène à constater que, l'originalité se réfère au design car elle renvoie à l'identification d'un groupe social. **Maurille Larivière**, considère le design comme étant une méthode de conception et d'innovation. C'est une façon de penser "en dehors de la boîte", complémentaire de celle de l'ingénieur (méthodologique) ou de celle du marketing (analytique). Le designer ne dessine pas des objets, il imagine de nouvelles façons de vivre. Sa méthode est globale, intuitive et empirique¹. Les objets et les services qu'il dessine sont la traduction formelle de cette pensée qui vise à faciliter la vie de l'homme.

Contrairement à l'artiste qui fixe ses propres contraintes pour son œuvre, le designer utilise les contraintes du contexte des réalités du monde. Et il n'est plus possible aujourd'hui de concevoir de nouveaux services et de nouveaux objets sans une prise de conscience et un engagement responsable devant les difficultés actuelles. Les grandes questions sociétales, environnementales, économiques et culturelles du monde doivent permettre de penser de nouveaux usages et de nouveaux services pour de nouveaux contextes. En valorisant non plus seulement les aspects fonctionnels mais émotionnels. Le design oriente vers des solutions qui font la juste balance entre désirabilité (ce que les personnes veulent), faisabilité (ce qui est techniquement réalisable) et viabilité (ce qui est durable ou profitable).

2.2.1 Description des sources d'inspirations

Les instruments de danse que nous allons exploiter sont utilisés dans le monde en générale, plus précisément en Afrique et spécifiquement au Cameroun. Vu la diversité culturelle qui existe au Cameroun, nous allons nous inspirer d'une danse exécutée dans la communauté Bandjoun pour pouvoir exploiter les instruments qui accompagnent celle-ci.

Danse Mwouop : Le Mwouop est une danse traditionnelle célébrée dans le village Bandjoun, c'est plus exactement une danse pour le travail, ou l'investissement. Il a été instauré

Danse Mwouop : Le Mwouop est une danse traditionnelle célébrée dans le village Bandjoun, c'est plus exactement une danse pour le travail, ou l'investissement. Il a été instauré

¹Empirique : qui s'appuie exclusivement sur l'expérience et l'observation, sans suivre les méthodes, les principes scientifique

vers les années de règne du 12ème roi Bandjoun KAMGA II ou KAMGUE MANEWA (1925-1975).

Le roi **KAMGA II** possédait de très vaste plantation et ses récoltes étaient souvent très abondantes si bien que les serviteurs du roi ne pouvaient pas parvenir au bout de la récolte à temps. Le roi a fait appel à certain valeureux villageois pour qu'ils puissent finir les récoltes à temps et travailler dans la solidarité. Il part de là pour instituer le comité Mwouop constitué uniquement d'homme du village venant de tous les coins. Par la suite ce comité, après chaque service rendu au roi, exécutait des chants et danses comme remerciement envers ce dernier. Ce comité constitué des travailleurs se propageait et s'étendait par quartier afin d'élargir la main d'œuvre du roi dans le besoin. Ce comité Mwouop a perduré plus d'une décennie dans le village Bandjoun et la danse pratiquée par ces travailleurs continue d'être exécutée jusqu'à nos jours.

❖ **Description des instruments² et de la vision de rapace**

➤ **Le Mtem**

Le Mtem : est le tambour à membrane sans piétement mâle, qui se trouve à la chefferie Bandjoun. Les points ci-dessous permettent l'identification du Mtem :

- Maître : TALEIBU ;
- Bandjoun, plateau bamiléké, Grassland du sud Cameroun, deuxième quart du XX^e siècle ;
- Bois, peau, poil, roseau, fer ; Hauteur : 109,5 cm ; diamètre : 19 cm ;
- Ancienne collection royale de Bandjoun. Musée de Bandjoun ;
- Symbolique : Union et rassemblement.

² Jean-Paul Notué et Bianca Triaca. Bandjoun (trésor royaux au cameroun). 2005 pages 235, 237



Photo 2: le Mtem

Cliché Fonkwa Noubissi. A. H. 2020. Musée de Bandjoun

➤ **Le Djet**

Le Djet est le balafon, sont origine et sa description sont les suivantes :

- Réaliser par maitre : **TAHBOU Paul** ;
- Bandjoun, plateau bamiléké, grassland du sud, Cameroun, 1977 ;
- BOIS, Longueur : 109 cm ; largeur : 20 cm ;
- Symbolique : la joie ;
- Ancienne collection royale de Bandjoun, Musée de Bandjoun.



Photo 3: le Djet (balafon)

Cliché Fonkwa Noubissi. A. H. 2020, Musée de Bandjoun

Le Koung Chué ou Chué Mwouop (grelot a bâton)

Chué mwouop ou grelot à bâton est un instrument de danse, les points cités ci-dessous nous présentent son origine et sa description.

- Auteur inconnu ;
- Bandjoun, plateau bamiléké, grassland du sud, Cameroun ;
- Seconde moitié du XX^e siècle ;
- Fer, poil, bois, Hauteur : 130 cm ; largeur : 6 cm ;
- Symbolique : réjouissance ;
- Ancienne collection royale de Bandjoun, Musée de Bandjoun.



**Photo 4: le koug chué ou chué Mwouop
(grelot a bâton)**

➤ **Vision des rapaces**

Il est capital pour les rapaces de bénéficier d'une acuité visuelle optimale pour repérer et capturer leurs proies. Ne souffrant d'aucun trouble visuel (ni myopie ni astigmatisme), les rapaces ont des caractéristiques visuelles déterminées par leur comportement de prédateur. Ce sont ces singularités anatomiques qui confèrent aux yeux de rapaces, à la fois loupe et télescope, un champ de vision et une acuité visuelle remarquable. Aussi, la vision des rapaces est l'une des plus performantes du monde soit 8 à 10 fois plus performante que la vision humaine.

Un aigle est le nom vernaculaire de certains grands rapaces planeurs diurnes³ de la famille des Accipitridés⁴. Dans la nomenclature aviaire⁵ en langue française, le terme désigne trente-huit

³Diurnes : comportement animal

espèces d'oiseaux qui constituent douze genres (certaines espèces ayant disparues aujourd'hui). Les aigles sont de grands rapaces planeurs diurnes qui possèdent des pattes puissantes et de grandes serres qui leur permettent de saisir leurs proies. Ils ont une vue perçante leur permettant de repérer celles-ci à distance. Les aigles ont des ailes qui présentent une émargination importante, ce qui les distingue des Falconidae (faucons, éperviers). Comme certaines buses, ils ont des tarses emplumés, mais les aigles en ont de plus grands que celles-ci. La classification de l'espèce est la suivante :

- Règne : Animal ;
- Embranchement : Chordé vertébré ;
- Classe : Oiseau ;
- Ordre : Accipitriforme ;
- Famille : Accipitridé ;
- Genre : Aquila ;
- Espèce : chrysaetos ;
- Nom latin : Aquila chrysaetos.

➤ **Les caractéristiques physiques des rapaces sont :**

- Taille : 65 à 100 cm ;
- Envergure : 1,80 à 2,35 m les ailes déployées ;
- Poids : 2,9 à 6,6 kg selon les régions ;
- Taille et couleur du bec : 4 à 6,5 cm ; bec crochu, de couleur jaune à blanc ;
- Taille des serres : 6 à 7 cm ;
- Vitesse de vol : En piqué, il peut atteindre une **vitesse de 320 km/h** ;
- Caractéristiques du vol : L'aigle royal plane ;
- Vue / vision : Sa vue est **8 fois supérieure** à celle de l'homme.
- Couleur du plumage : Marron foncé ; brun-roux au niveau du cou (nuances dorées), dessous des ailes est roussâtre, pattes jaunes
- Cri / bruit / chant : Sifflement, jappement, glatit et trompette

⁴Accipitridés : oiseau, rapace diurne, dont le bec crochu est garni à la base d'une cire charnue, les pattes puissantes sont munies de serres acérées, et les ailes sont souvent larges, les aigles les buses et apparentés.

⁵Nomenclature aviaire : Commission internationale des noms français des oiseaux



Figure 9: gravure de l'aigle dans les œuvres complètes de Buffon en 1837

Source : *Dominique et Paul Mariottini, (2005), LA VISION DES RAPACES : TRÈS PERFORMANTE, France, St-Lazare*

2.3 LA METHODOLOGIE CLASSIQUE

Le design est une science qui se relie à la culture raison pour laquelle nous disons qu'il est science et culture. L'on ne saurait se lancer dans un projet sans une source d'inspiration, car c'est elle qui pousse les designers à canaliser leur idée vers une méthodologie bien élaborée afin d'obtenir un produit artistique. D'après BENGONO Edgard Fortuné, plusieurs éléments favorisent dans le processus de création dans la mesure où l'on croit sans pouvoir en donner une justification rationnelle, une motivation va mettre en mouvement des souvenirs ou des expériences personnelles et la perception de notre environnement par la suite faire une synthèse, une déduction. C'est après avoir arrêté ces idées que l'on passe aux étapes de création:

Il s'agit du(1) **Dessin** (d'après nature, documentaire, croquis, esquisses...) sur le terrain et en classe l'objet qu'il apparaît selon toutes les vues. Après, la(2) **décomposition** intervient, elle s'exprime en dessinant la source non plus entièrement, mais en accentuant certains détails ; dans ce cas, on s'éloigne de la vision globale du départ pour avoir un regard segmenté. Et par la suite la(3) **composition**, permet avec un nouveau regard de combiner les segments obtenus en

nouvelles unités et de susciter l'originalité. À la suite de cette étape, on obtient des pistes à explorer. C'est ainsi qu'intervient le(4) **croquis** c'est-à-dire la transformation du dessin segmenté ou des compositions.

Source : *BENGONO E. F. Mode et patrimoine: expérience des beaux-arts de Foumban les cahiers de charges pédagogiques de Foumban Art Room No 1 les éditions Franc jeu, pp. 14*

2.3.1 Application

L'application de la métrologie se fera sur tous les instruments cités plus haut ainsi que sur le rapace, en respectant les différentes étapes édictés par la métrologie à savoir : dessin d'après nature, décomposition, composition, croquis. Ces différents dessins sont faits à la main puis calqués à l'aide d'un logiciel informatique tel qu'Adobe Illustrator.

➤ **Djet (balafon)**

- **Dessin d'après nature**



Planche: 1 : dessin d'après nature du Djet, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020

- **Décomposition**

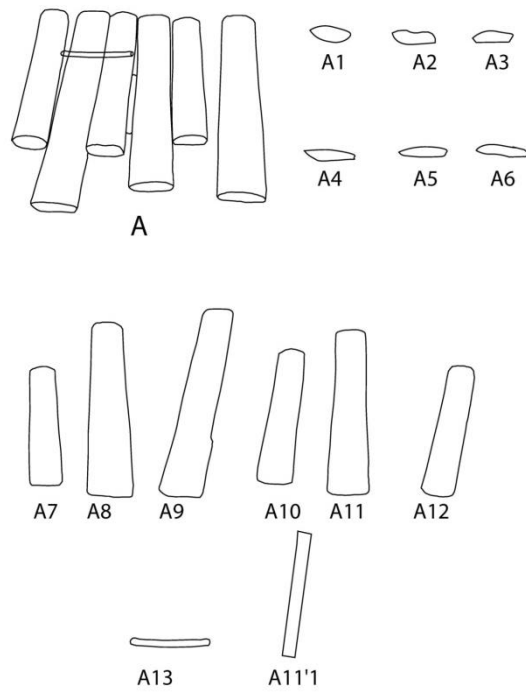


Planche: 2 : décomposition du Djet illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020

- **Composition**

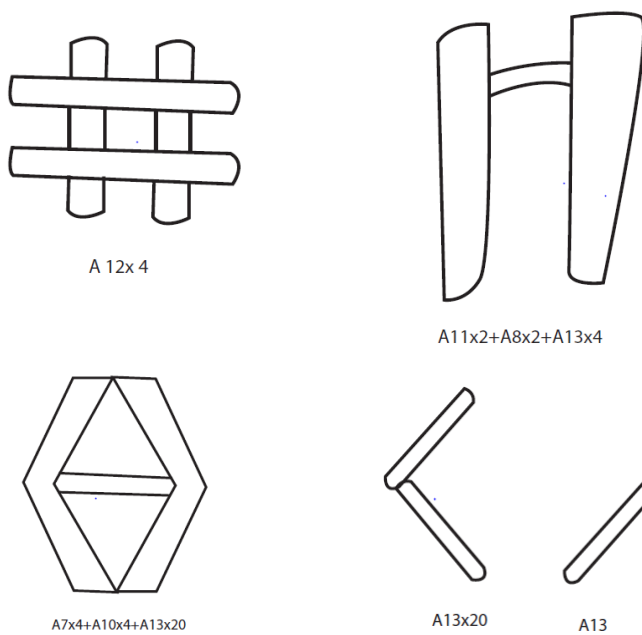


Planche: 3 : composition du Djet, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020

- **Esquisse**

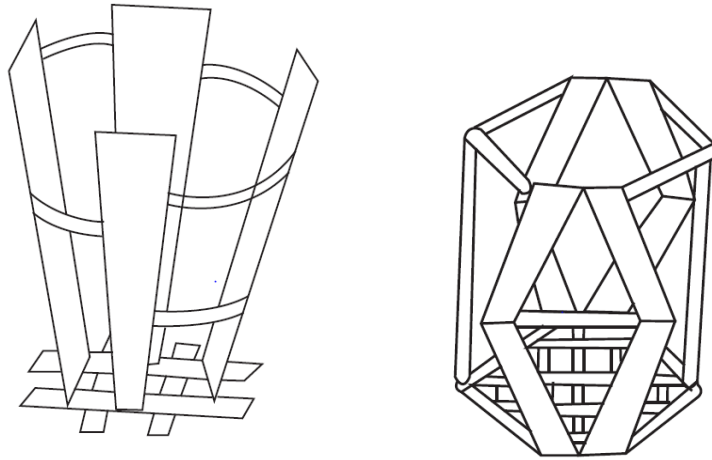


Planche 4 : Esquisse du Djet, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020

- **Croquis**

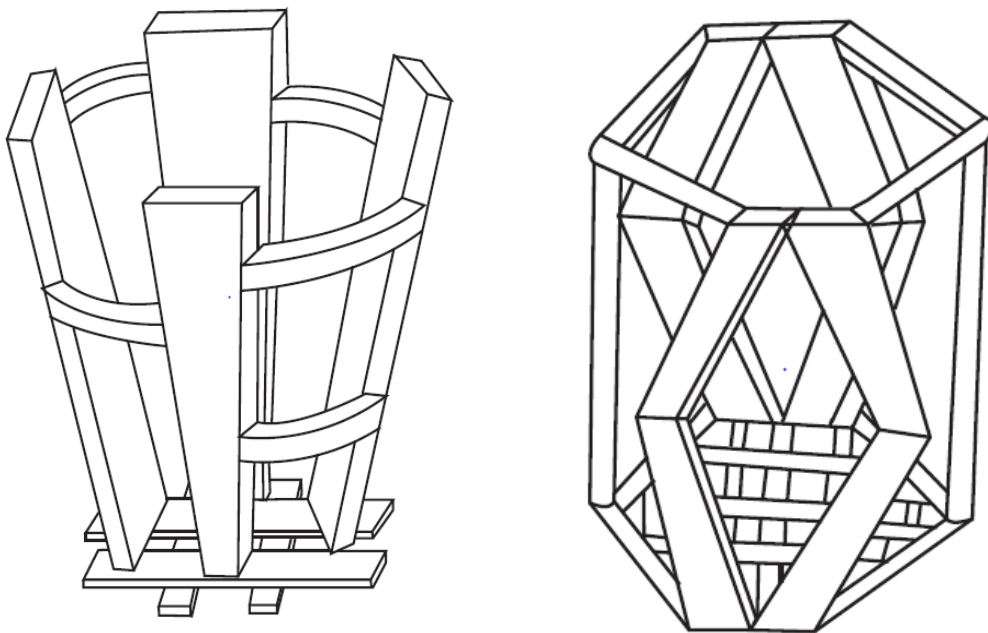


Planche 5 : croquis du Djet, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020

➤ **koung chué ou chué Mwouop (grelot a bâton)**

Dessin d'après nature

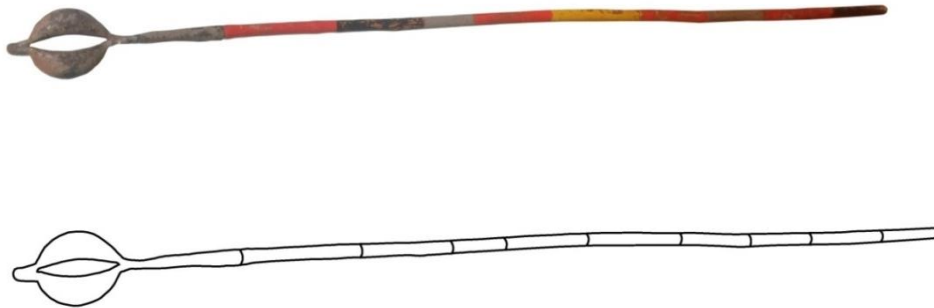


Planche 6 : Dessin d'après nature du Koung Chué ou Chué Mwouop, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020

• **Décomposition**

:

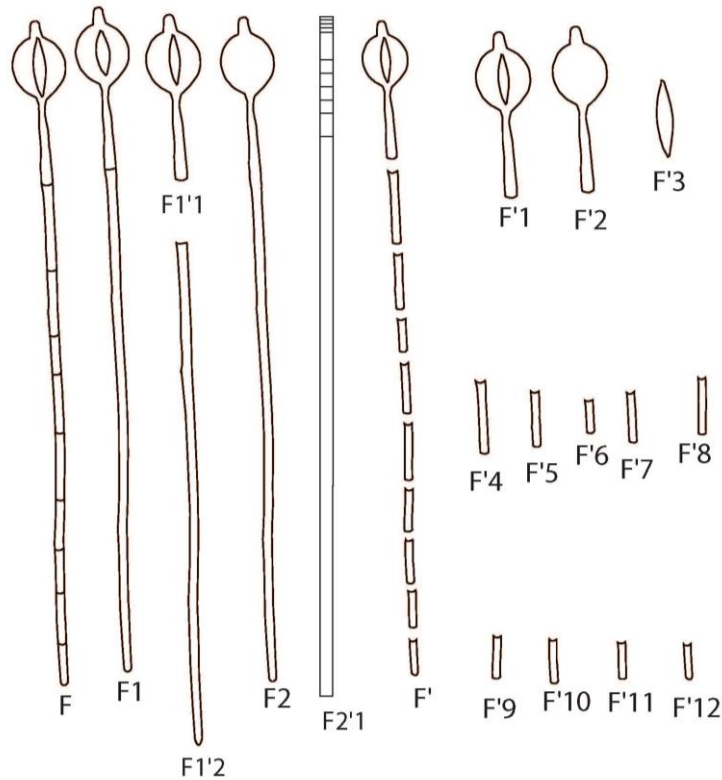
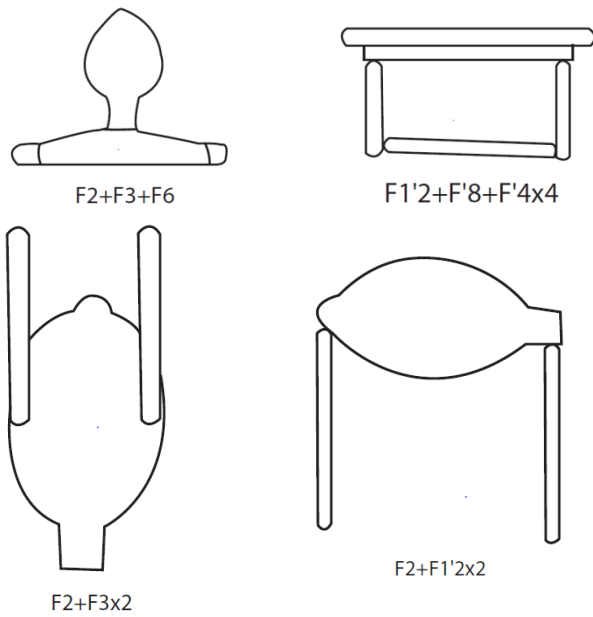


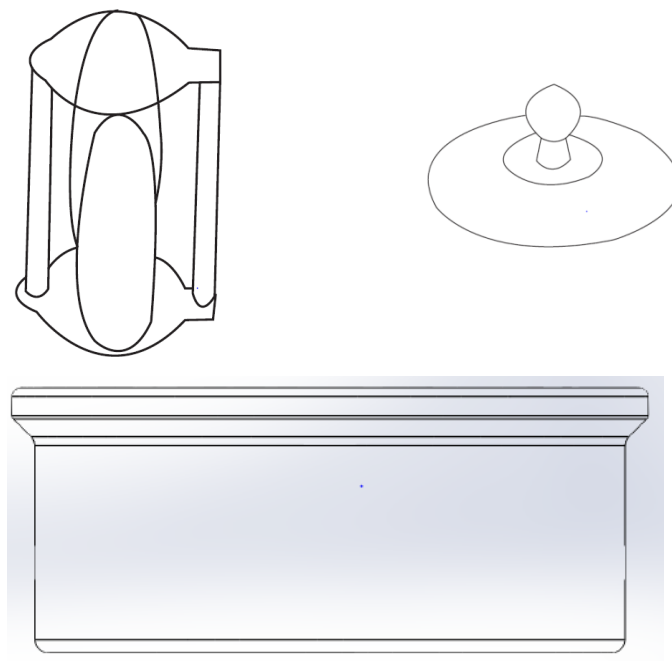
Planche7 : décomposition du koung chué ou chué Mwouop, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020

- **Composition**



**Planche 8 : Composition du koung chué ou chué
Mwouop, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020**

- **Esquisse**



**Planche 9 : Esquisse du Koung Chué
ou Chué Mwouop, illustration Fonkwa**

- **Croquis**

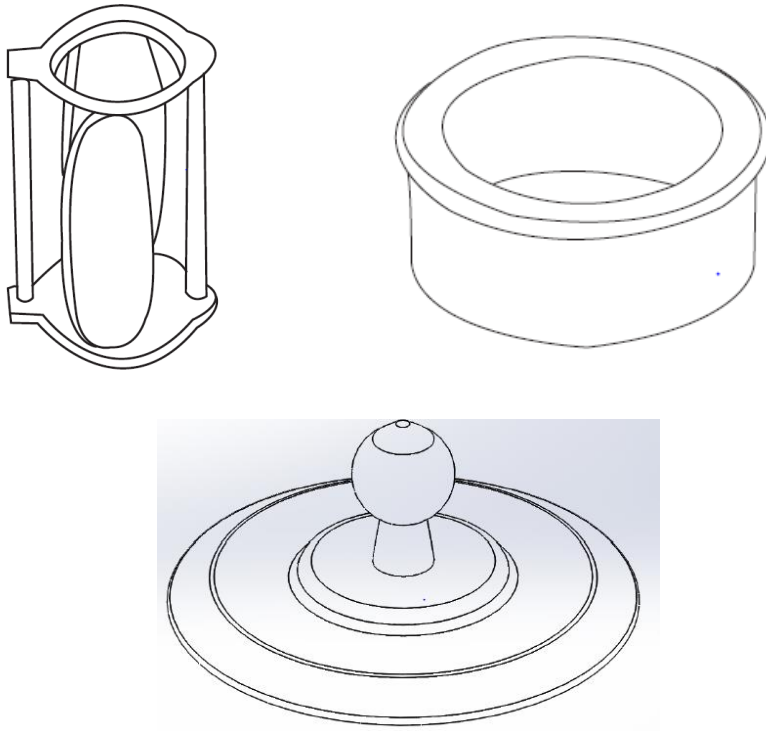


Planche 10: Croquis du Koung Chué ou Chué Mwouop, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020

- **Le Mtem**

- **Dessin d'après nature**



Planche 11 : Dessin d'après nature du Mtem .illustration FONKWA NOUBISSI A H, 2020

- **Décomposition**

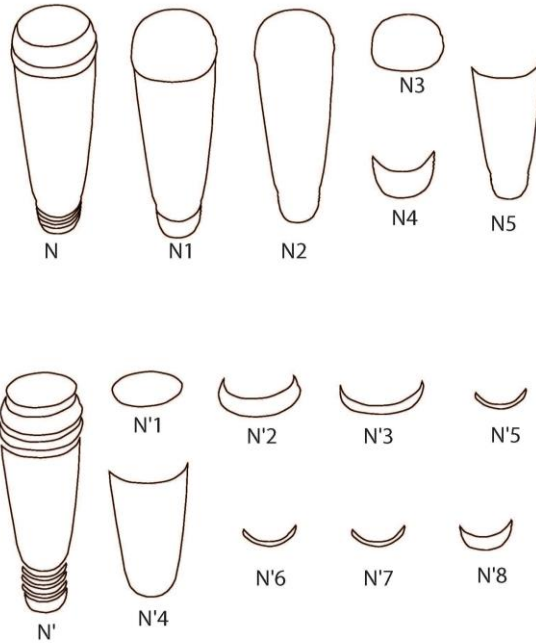


Planche 12 : Décomposition du Mtem .illustration FONKWA NOUBISSI A. H. 2020

- **Composition**

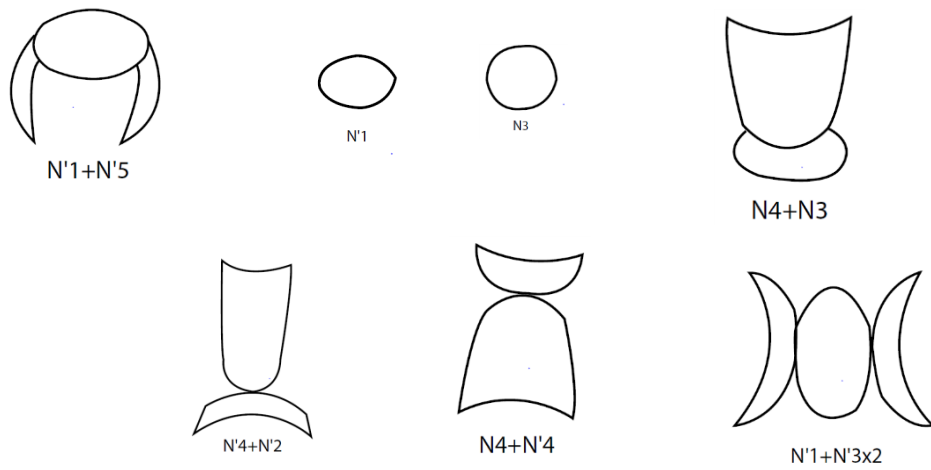


Planche 13 : composition du Mtem .illustration FONKWA NOUBISSI A. H. 2020

- **Esquisse**

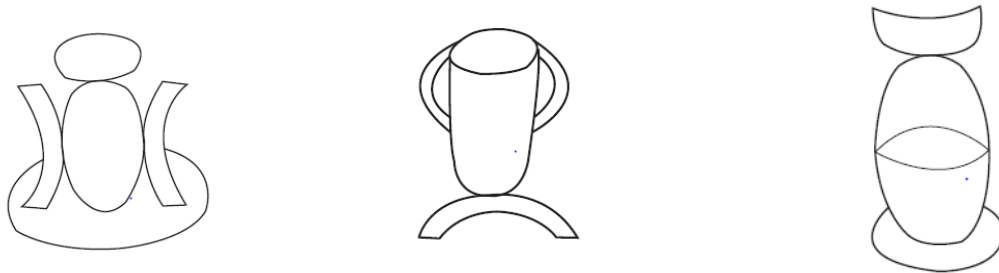
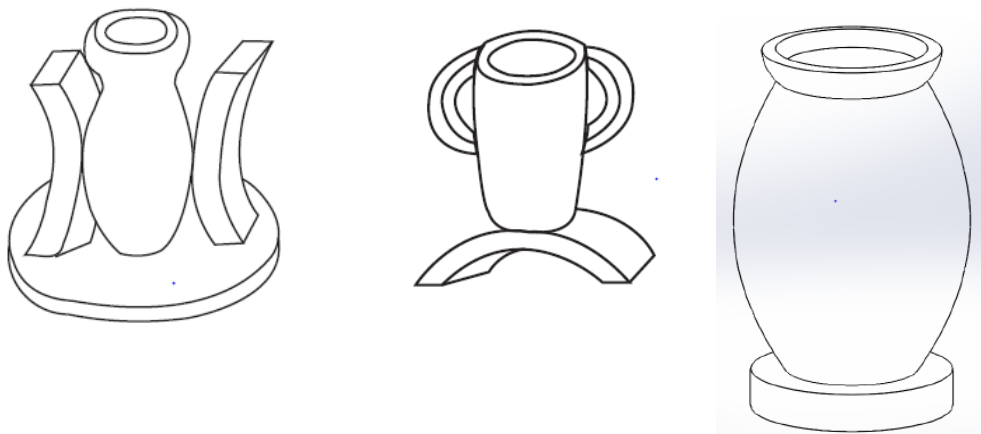


Planche 14 : Esquisse du Mtem, illustration Fonkwa Noubissi .A. H., 2020

- **Croquis**



**Planche 15 : croquis du Mtem .illustration FONKWA NOUBISSI
A.H. 2020**

- L'aigle
- Dessin d'après nature



Planche 16 : Dessin d'après nature de l'aigle. Illustration FONKWA NOUBISSI A.H. 2020

- Décomposition

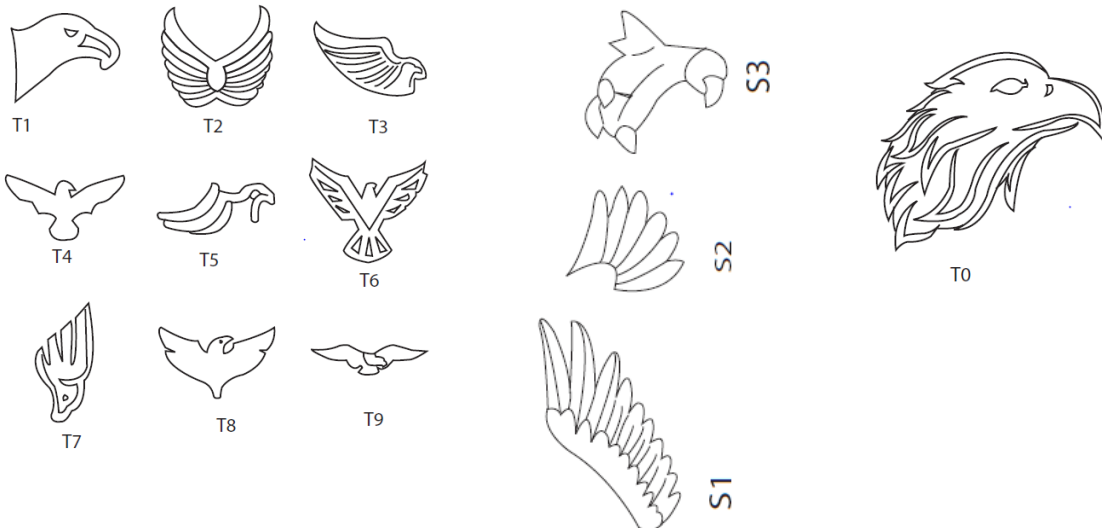


Planche 17 : Décomposition de l'aigle .illustration FONKWA NOUBISSI A.H. 2020

- **Compositions et esquisses**

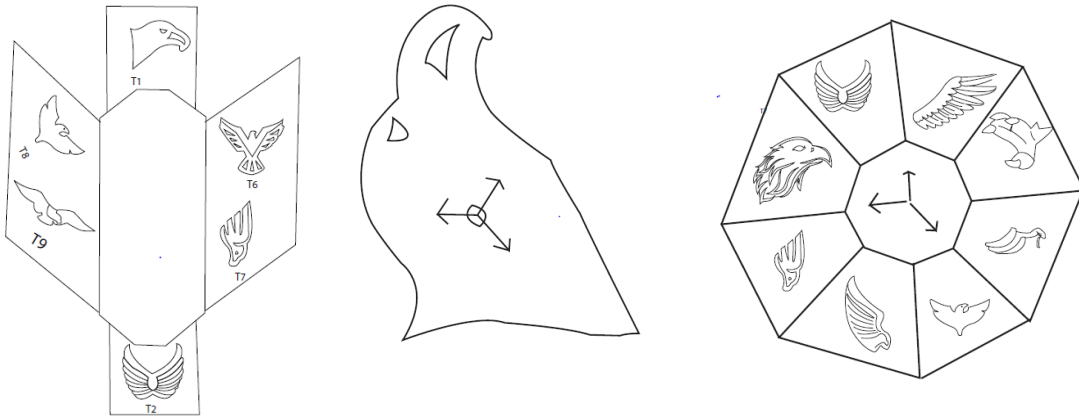


Planche 18 : composition et esquisse de l'aigle .illustration FONKWA NOUBISSI A.H. 2020

- **Croquis**

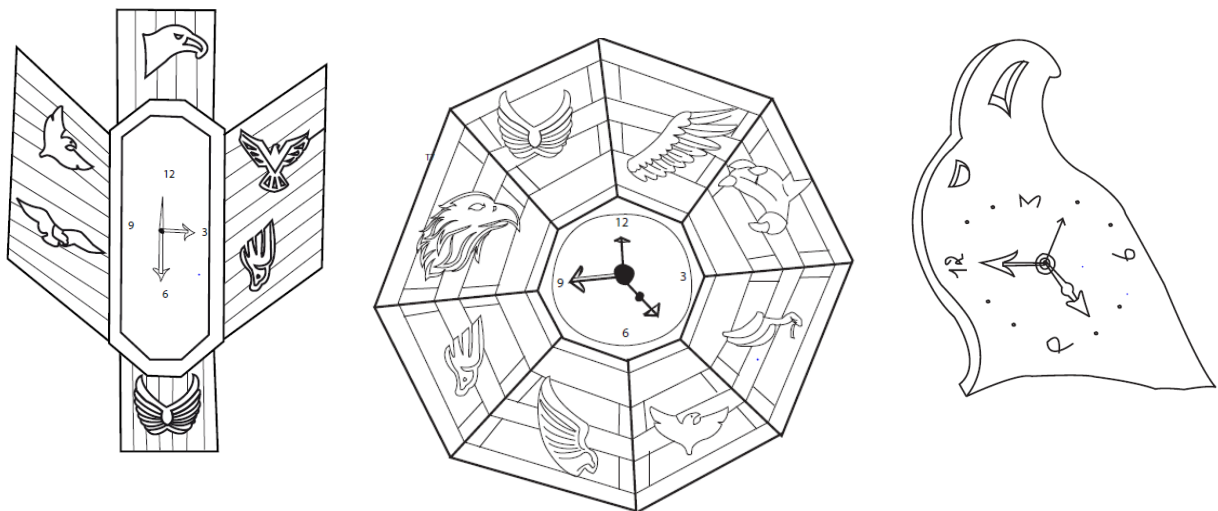
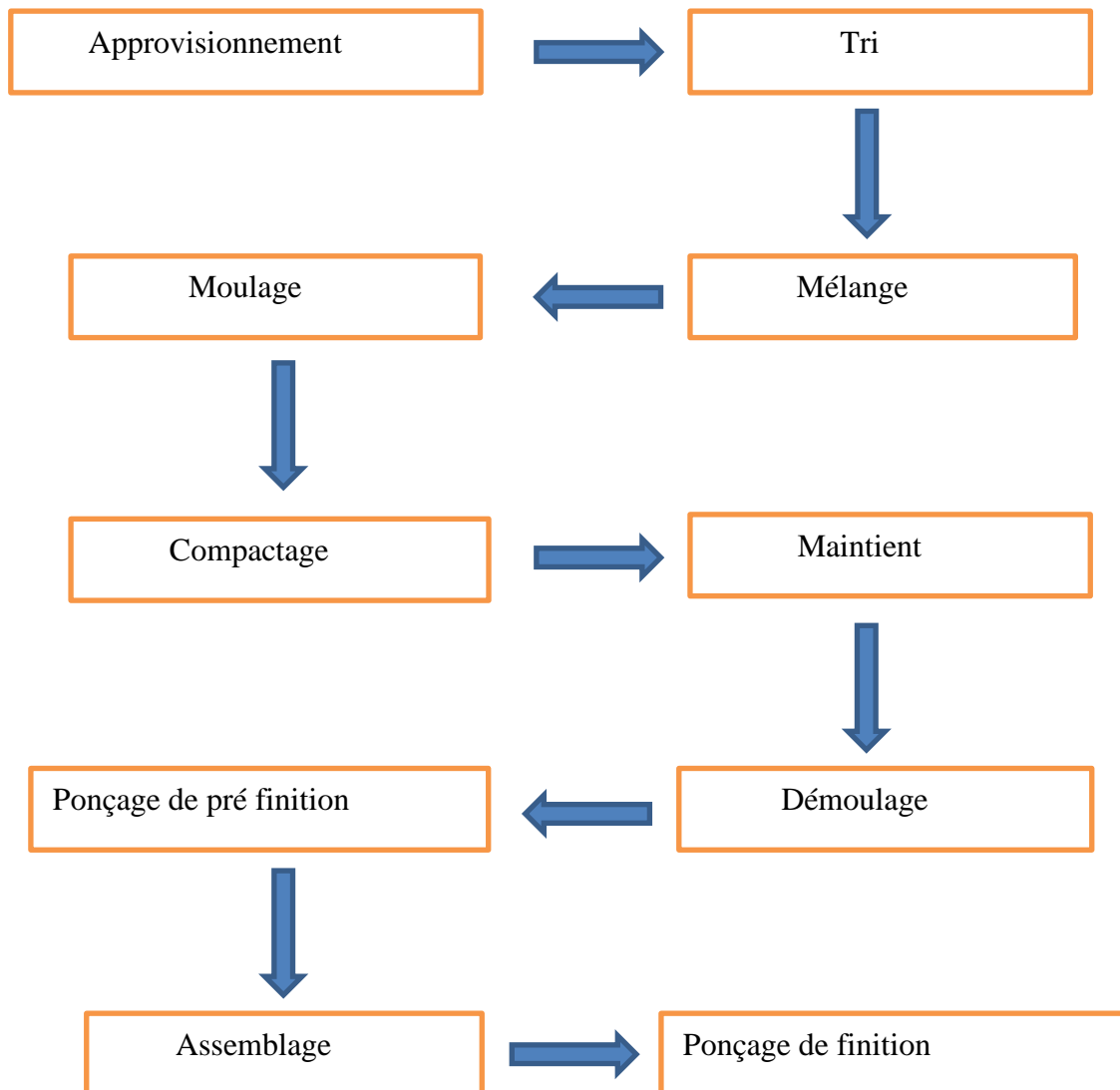


Planche 19 : croquis de l'aigle .illustration FONKWA NOUBISSI A.H. 2020

2.3.2 Technique d'élaboration des objets à partir des chutes et sciures de bois

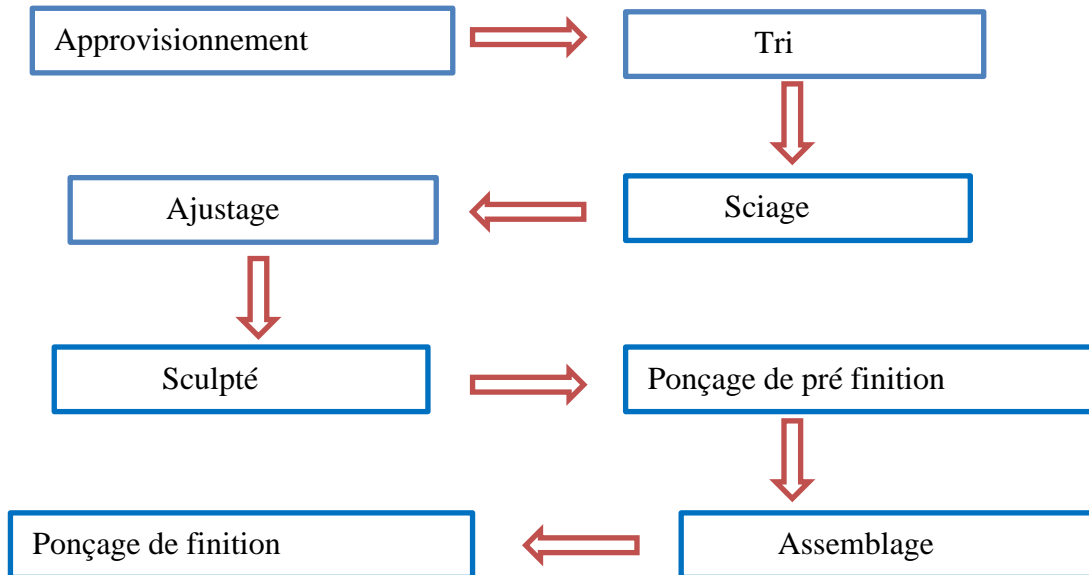
➤ Sciure de bois

La fabrication des objets moulés à partir des sciures de bois doivent respectés les différentes étapes suivantes :



➤ Chute de bois

Les chutes de bois d'usinage sont récupérées et traitées de la manière suivante :



2.3.3 Outils utilisés

Pour la réalisation du projet, nous aurons besoins des outils tels que : la scie , la gouge, le rabot, le ciseau, le racloir, le serre joint, le marteau, la râpe, le mètre, le maillet, la tenaille.



Photo 5 : outils utilisé ; cliché Fonkwa Noubissi A.H. 2020 14 :30

CHAPITRE 3 . : MISE AU POINT DE LA SOLUTION RETENUE

Après le processus de création détaillé plus haut nous allons passer à la réalisation de la solution retenue. De ce fait il est impératif d'établir un dossier technique pour rendre notre travail plus professionnel et décrire des caractéristiques des matériaux utilisés afin de passer à la réalisation du prototype à l'échelle réelle.

Les planches présentées ci-dessous sont les objets qui seront réalisé. Elles ont été modélisées grâce à un logiciel de dessin appelé AutoCAD 2013 :

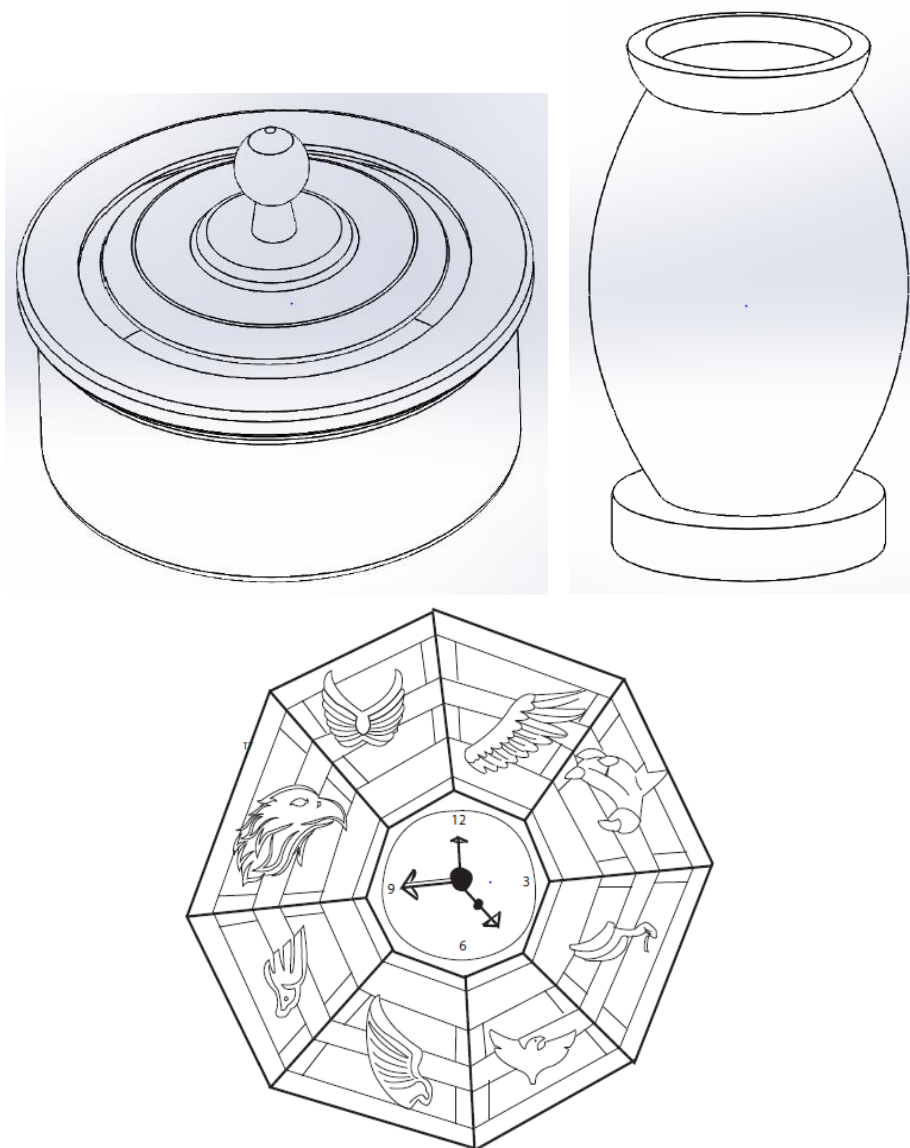


Planche: 20: Solution retenue, illustration Fonkwa Noubissi .A.H. 2020

3.1 PRÉSENTATION DÉTAILLÉE DE LA SOLUTION RETENUE

3.1.1 Bureau d'étude

Nous avons mis sur pieds un bureau d'études afin d'effectuer des recherches sur l'ouvrage à réaliser et trouvé les solutions à retenir afin de remplir les conditions fonctionnelles en tenant compte des moyens disponibles. Les planches des dessins d'ensembles présentés ci-dessous feront l'objet de notre étude dans ce bureau.



**Planche 21 : Dessin d'ensemble du pot de fleur,
illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020**

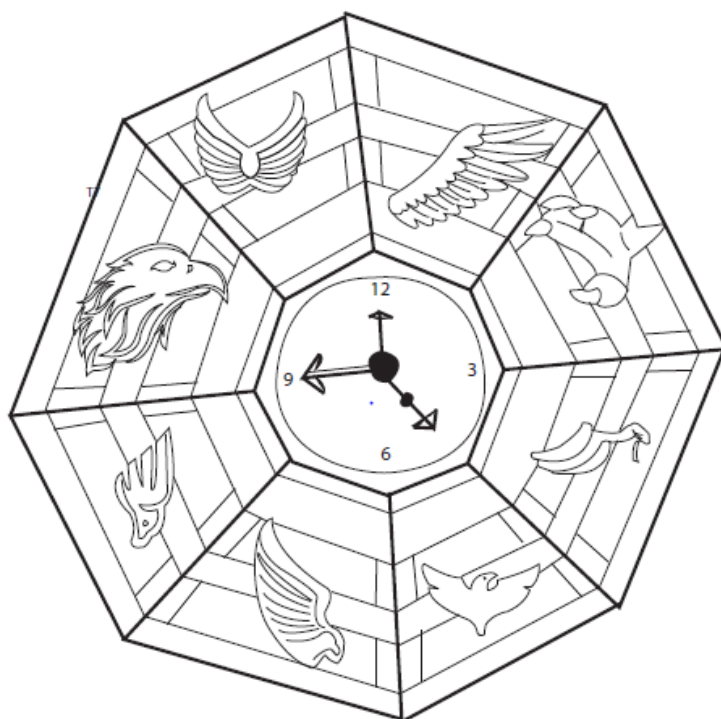


Planche 23 : Dessin d'ensemble du porte bijou et de l'horloge, illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020

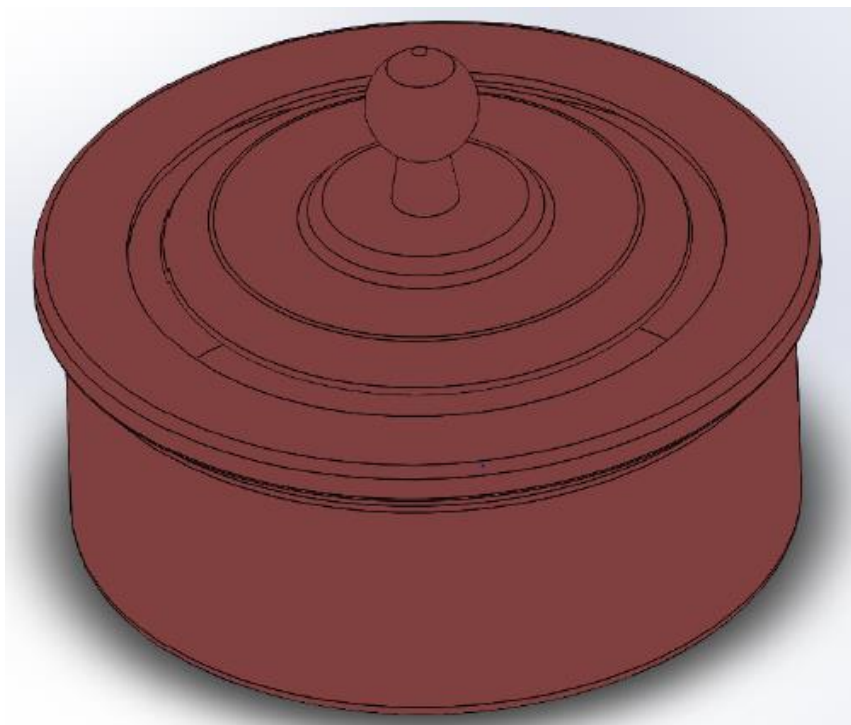
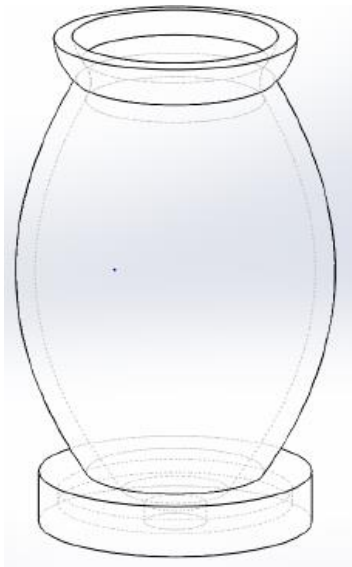


Planche 23 : Dessin d'ensemble du porte bijou et de l'horloge, illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020

3.1.2 Différentes vues

La visualisation parfaite des objets réalisés nécessite une présentation des différentes vues de celui-ci ; Grâce au logiciel AutoCAD2013 nous avons fait ressortir les différentes vues de pot de fleur, porte bijou, horloge, comme vous le voyez sur les planches présentées ci-dessous.

- **Pot de fleur**



Vue de



Vue de



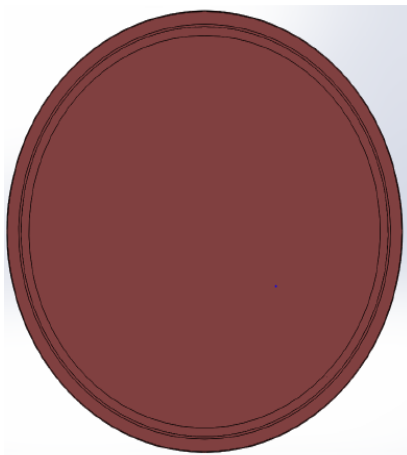
Vue de dessous

Planche 24: vues de face, vue de dessus, vue de dessous du pot de fleur illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020

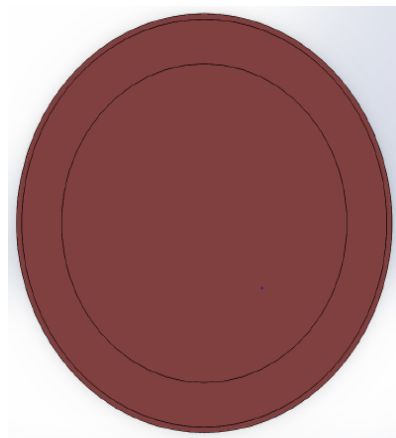
- **Porte bijou**



Vue de face



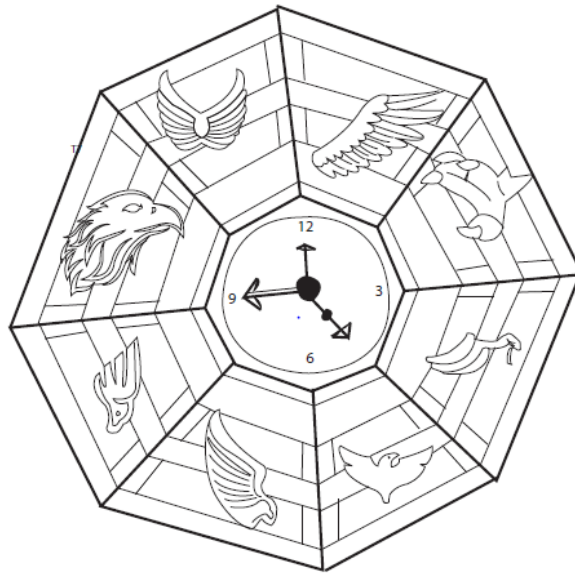
Vue de dessous



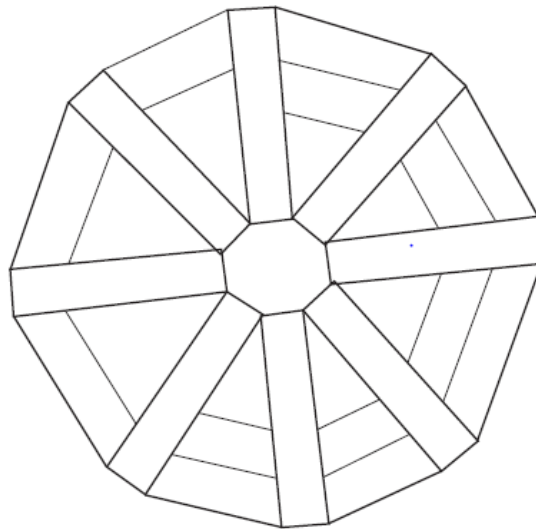
Vue de dessus

**Planche 25: vues de face, vue de dessus, vue de dessous du pot de fleur
illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020**

- Horloge



Vue de face



Vue arrière



Vue de coté

**Planche 26: vues de face, vue arrière, vue de coté de l'horloge illustration
Fonkwa Noubissi .A. H. 2020**

3.1.3 Directions de coupes

Les directions de coupes permettent d'avoir des indications précises sur la partie de l'objet qui doit être vue. Les planches ci-dessous présentent les directions de coupes de chaque objet ; Ces directions peuvent être perpendiculaires ou horizontale.

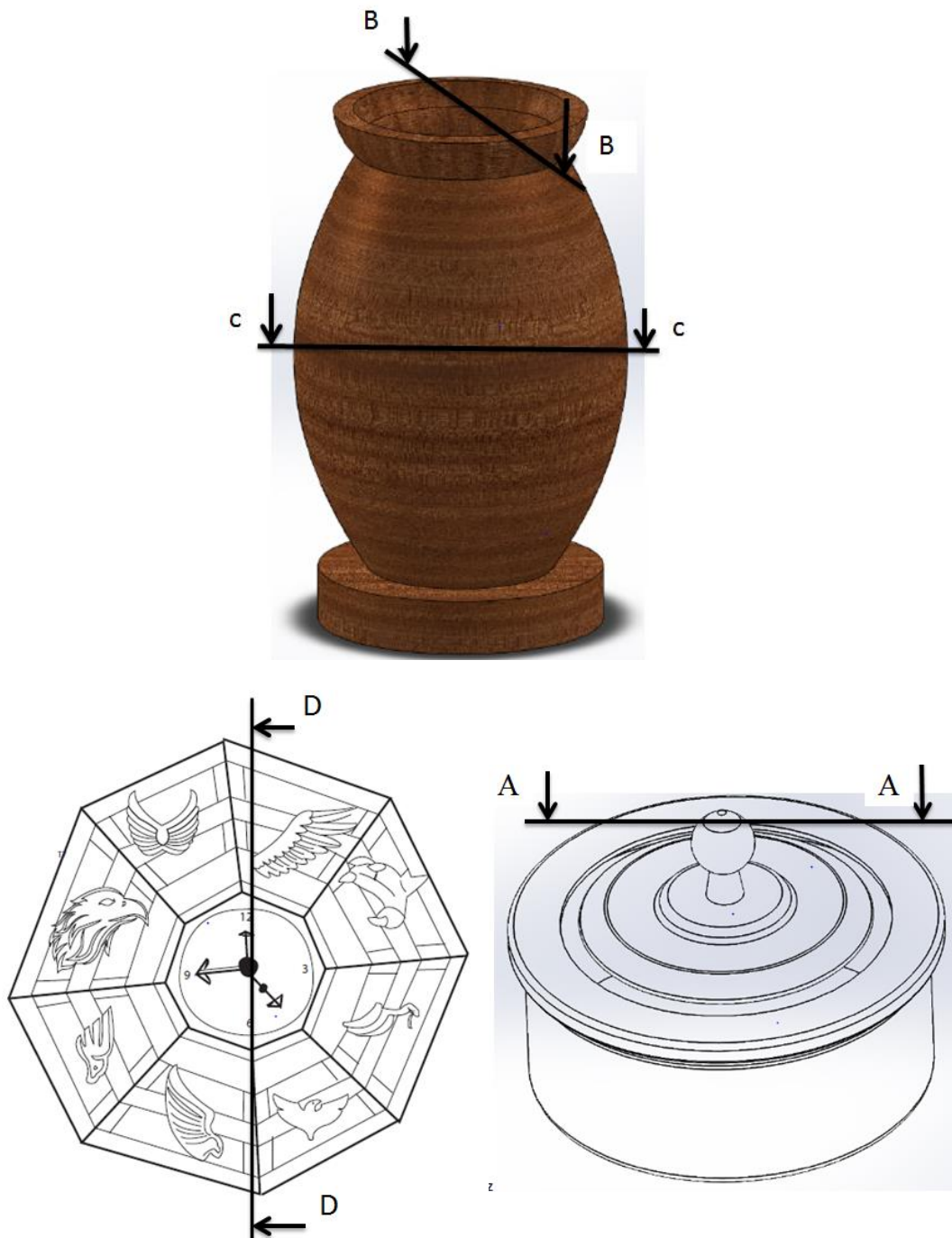


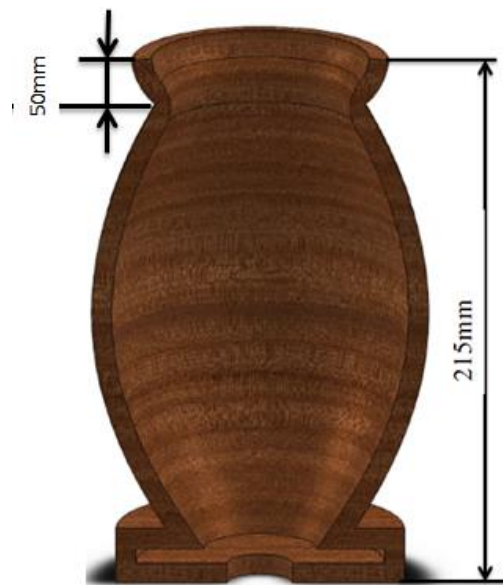
Planche 27: dessin présentant les directions des coupes

3.1.4 Différentes coupes

La coupe est un plan que l'on suppose couper l'intérieur d'un objet pour en montrer les dimensions relatives et les détails intérieurs.

Les planches ci-dessous nous présentent les différentes coupes en fonction des directions indiqués plus haut, elles présentent également les dimensions des objets à savoir : longueurs, largeurs, épaisseurs :

- Direction de coupe du pot de fleur



Coupe verticale BB



Coupe horizontale CC vue en

Planche 28 : Coupe verticale B-B, coupe horizontale CC du pot de fleur ; illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020

- Direction de coupe du porte bijou

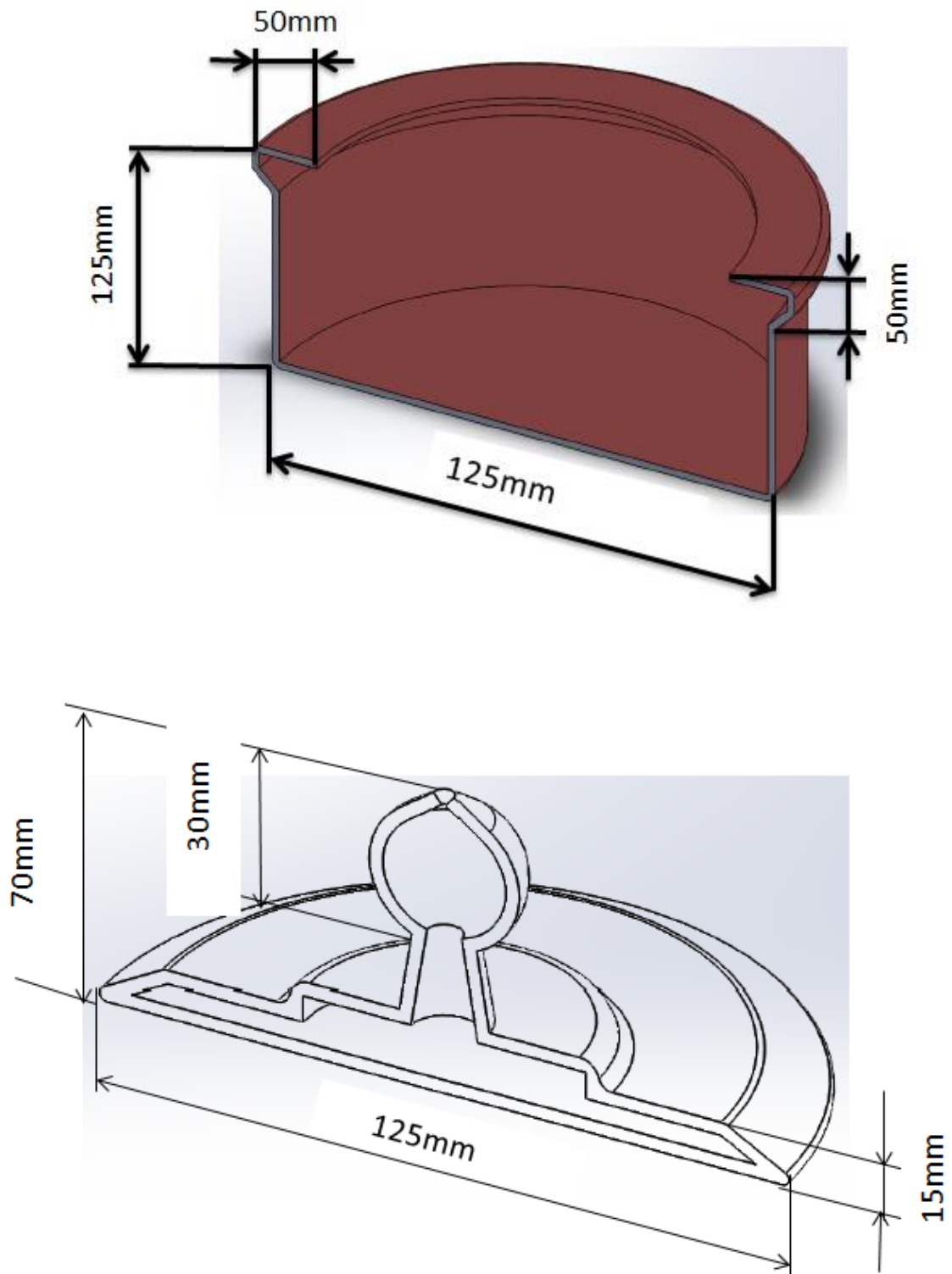


Planche 29 : Coupe horizontale AA du porte bijou ; illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020

- Direction de coupe de l'horloge

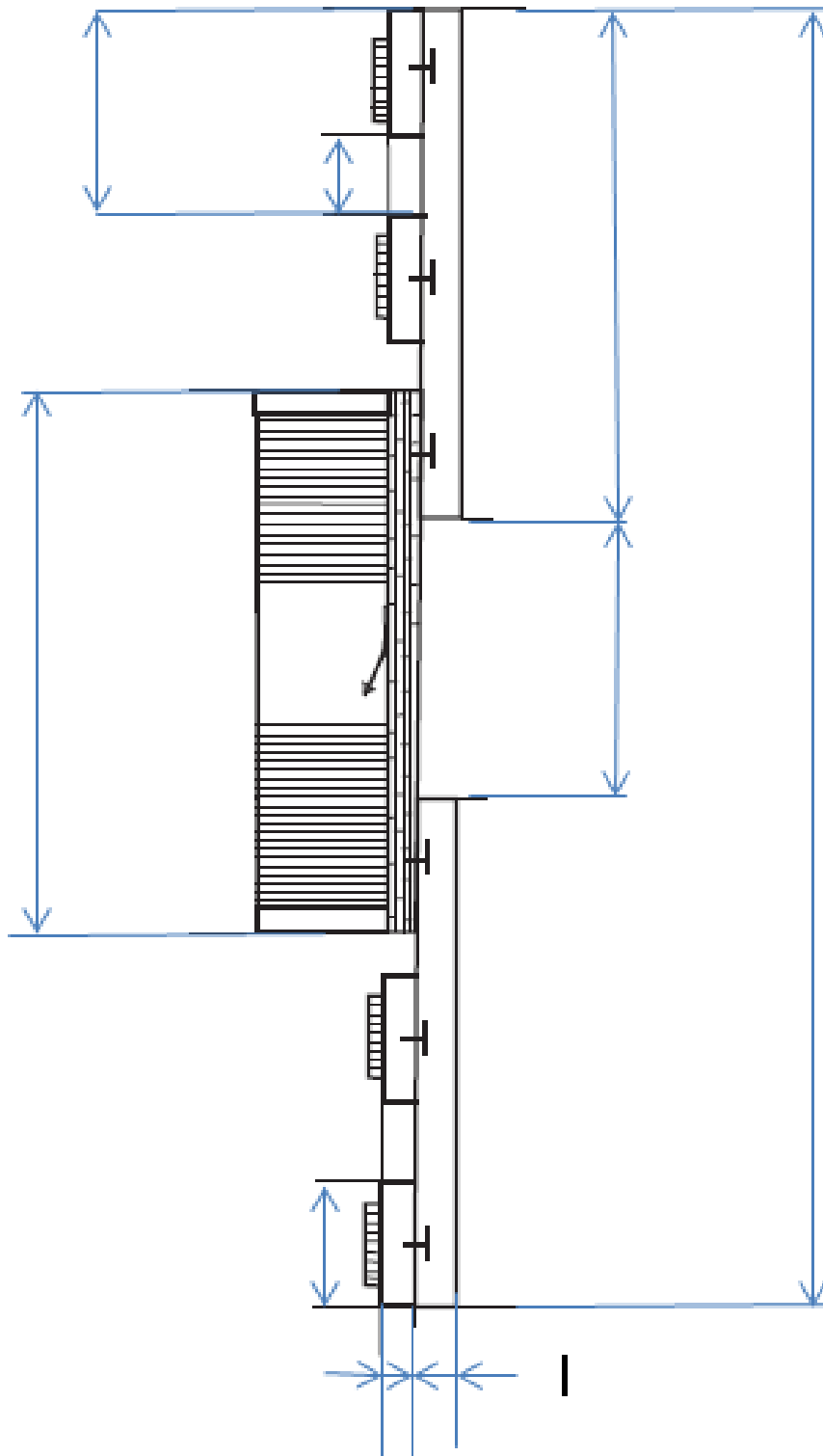


Planche 30 : Coupe verticale DD de l'horloge ; illustration Fonkwa Noubissi .A. H. 2020

3.2 DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL : REALISATION DU PROTOTYPE.

Il sera question ici de passer à la réalisation du prototype à l'échelle réelle.

Un **prototype** est selon la définition de l'OCDE « un modèle original qui possède toutes les qualités techniques et toutes les caractéristiques de fonctionnement d'un nouveau produit »⁶

Il s'agit aussi parfois dans le domaine de l'industrie, d'un exemple incomplet (et non définitif) de ce que pourra être un produit ou un objet matériel final. Le prototype matérialise une étape d'évolution d'un projet, souvent pour démontrer ou affirmer le bien-fondé d'un ou plusieurs concept(s) mis en jeu dans le projet, avant toute réalisation commercialisable. La réalisation d'un prototype est une des phases de recherche et développement, aussi de la conception d'un produit. Source : *OCDE, alinéa 115, Page. 46.*

3.2.1 Choix du matériau

Pour la réalisation de nos objets nous allons devoir choisir quelques matériaux parmi tant d'autres en fonction de leurs caractéristiques, spécificités, leurs origine et voir même leurs essences. De ce fait pour la réalisation du pot de fleur, du porte bijou et de l'horloge nous utiliserons les matériaux suivant : bois, sciure de bois, colle, kaolin.

3.2.1.1 Les sciures de bois

➤ Provenance des sciures de bois

Les sciures de bois proviennent des usines de deuxième transformations de bois ; ces sciures sont très abondantes et encombrantes pour certaines industries (industrie du quartier nylon dans la ville de Bafoussam, région de l'ouest Cameroun), raison pour laquelle nous avons opté de nous lancer dans l'exploitation de celle-ci. Nous avons utilisé deux essences de bois trouvées à l'industrie lors de notre passage, pour la réalisation de notre prototype à savoir : Sapelli et Padouk

Ainsi, nous avons obtenu ces sciures et chutes de bois au centre de formation de l'INSTITUT TECHNIQUE DON-BOSCO situé dans la ville d'Ebolowa chef-lieu du département de la Mvillage, région du Sud du Cameroun, où nous avons eu à effectuer notre stage pédagogique.

OCDE : organisation de coopération et de développement économiques



Photo 7 : sciure de padouk ; Cliché Fonkwa Noubissi. A. H. 2020



Photo 6 : sciure de sapellie ; Cliché Fonkwa Noubissi. A. H.

- **Caractéristiques des sciures utilisées**
- **Sciures de Sapelli**

La sciure de bois de sapelli à une description très précise. Les points listés ci-dessous nous les démontrent :

- Famille : MELICEAE (angiosperme)
- Nom(s) scientifique(s) : Entandrophragma cylindricum
- Restrictions commerciales : Pas de restriction commerciale
- Couleur référence : Brun rouge
- Aubier : Bien distinct
- Grain : Fin
- Fil : Contrefil
- Contre fil : Léger

Notes : bois brun rosâtre a brun cuivré. Odeur de cèdre. Présence possible de roulures et de grain d'orge (sillon longitudinale en forme de grain d'orge apparaissant sur le roulant des grumes, le plus souvent invisible sous l'écorce, lié à un disfonctionnement de croissance des arbres).

- **propriétés physiques et mécaniques**

Les propriétés indiquées dans les tableaux ci-dessous, concernent les bois arrivés à maturité. Ces propriétés peuvent varier de façon notable selon la provenance et les conditions de croissance des bois.

Tableau 1 : propriétés physique du bois sapelli

PROPRIETES PHYSIQUES		
	Moyenne	Ecart-type
Densité	0,69	0,04
monnin	4,2	1,0
Coeff de retrait volumique	0,47 ⁰ / ₀	0,06 ⁰ / ₀
Retrait tangentiel total(RT)	7,2 ⁰ / ₀	0,9 ⁰ / ₀
Retrait radiale total (RR)	5,0 ⁰ / ₀	0,6 ⁰ / ₀
Ratio RT/RR	1,4	
Pt de saturation des fibres	29 ⁰ / ₀	
Stabilité en service	Moyennement stable	

Tableau 2 : propriétés mécanique du bois sapelli

PROPRIETES MECANIQUES		
	Moyenne	Ecart-type
Contrainte de rupture en compression	62MPa	7MPa
Contrainte de rupture en flexion statique	102MPa	11MPa
Module d'élasticité longitudinal	13960MPa	2403MPa
A 12 ⁰ / ₀ d'humidité avec 1MPa= 1N/mm ²		
Facteur de qualité musicale :	109,4 mesuré à 2656 Hz	

➤ **NECESSITE D'UN TRAITEMENT DE PRESERVATION**

Il est primordiale avant l'utilisation d'un bois de connaitre la nécessité de son traitement tel que :

- Contre les attaques d'insecte de bois sec : Ce bois ne nécessite pas de traitement de préservation ;
- En cas d'humidification temporaire : Ce bois nécessite un traitement de préservation adapté ;
- En cas d'humidification permanente : L'utilisation de ce bois n'est pas conseillée ;
- Classe d'emploi : Classe 2- à l'intérieur ou sous abri (risque d'humidification) ;
- Imprégnabilité : Classe 3- peux imprégnable.

➤ **SECHAGE**

Un contrôle doit être effectué pour le séchage afin de faire ressortir les points suivant :

- Vitesse de séchage : Normale ;
- Risque de déformation : Elevé ;
- Risque de cémentation : Non ;
- Risque de gerces : Peu élevé ;
- Risque de collapse : Non.

➤ **ASSEMBLAGE**

L'assemblage est fonction du choix du matériau :

- Clouage vissage : Bonne tenue ;
- Collage : Correct.

➤ **REACTION AU FEU**

La réaction au feu dépend du classement conventionnel française : épaisseur > 14 mm : M.3 (moyennement inflammable) ; Epaisseur <14 mm : M4 (facilement inflammable).

❖ **Sciures de Padouk**

La description du bois de Padouk s'effectue selon les étapes suivantes :

- Famille : FABACEAE (angiosperme)
- Nom(s) scientifique(s) : Pterocarpus soyauxii / Pterocarpus osun
- Restrictions commerciales : Pas de restriction commerciale
- Couleur référence : Rouge
- Aubier : Bien distinct

- Grain : Grossier
- Fil : Droit ou contrefil
- Contre fil : léger

Notes : le bois de couleur rouge vif, devient brun violacé à la lumière.

➤ **Propriétés physiques et mécaniques du padouk**

Les propriétés indiquées concernent les bois arrivés à maturité. C'est propriétés peuvent varier de façon notable selon la provenance et les conditions de croissance des bois.

Tableau 3 : propriétés physiques et mécaniques du Padouk

PROPRIETES PHYSIQUES DU PADOUK		
	Moyenne	Ecart-type
Densité	0,79	0,09
monnin	8,3	1,9
Coeff de retrait volumique	0,44 ⁰ / ₀	0,10 ⁰ / ₀
Retrait tangentiel total(RT)	5,0 ⁰ / ₀	0,5 ⁰ / ₀
Retrait radiale total (RR)	3,2 ⁰ / ₀	0,3 ⁰ / ₀
Ratio RT/RR	1,6	
Pt de saturation des fibres	21 ⁰ / ₀	
Stabilité en service	stable	

Tableau 4:propriétés mécaniques du Padouk

PROPRIETES MECANIQUES DU PADOUK		
	Moyenne	Ecart-type
Contrainte de rupture en compression	65MPa	8MPa
Contrainte de rupture en flexion statique	116MPa	24MPa
Module d'élasticité longitudinal	15870MPa	1885MPa
à 12 ⁰ / ₀ d'humidité avec 1MPa= 1N/mm ²		
Facteur de qualité musicale :	148,4 mesuré à 2658 Hz	

➤ **NECESSITE D'UN TRAITEMENT DE PRESERVATION**

Les nécessités de traitements de préservation de bois de Padouk sont les suivantes :

- Contre les attaques d'insecte de bois sec : Ce bois ne nécessite pas de traitement de préservation ;
- En cas d'humidification temporaire : Ce bois ne nécessite pas un traitement de préservation ;
- En cas d'humidification permanente : Ce bois ne nécessite pas un traitement de préservation ;
- Classe d'emploi : Classe 4- en contact avec le sol ou l'eau douce ;
- Imprégnabilité : Classe 2- Moyennement imprégnable.

➤ **SECHARGE**

Lors du séchage du Padouk, il présente les résultats suivants :

- Vitesse de séchage : Normale à lente ;
- Risque de déformation : Absent ou très faible ;
- Risque de cémentation : Non ;
- Risque de gerces : Absent ou très faible;
- Risque de collapse : Non.

➤ **ASSEMBLAGE**

Le bois de padouk présente les atouts d'assemblages suivants :

- Clouage vissage : Bonne tenue
- Collage : Correct

REACTION AU FEU

Elle dépend du classement conventionnel française : Epaisseur > 14 mm : M.3 » (moyennement inflammable) ; Epaisseur <14 mm : M.4 (facilement inflammable)

3.2.1.2 Caractéristiques des chutes de bois d'usinage utilisées

Les chutes de bois proviennent des industries de deuxième transformation de bois après usinages des mobiliers ; Les bois décrit ci-dessous sont celle collectés à l'Industrie Don Bosco d'Ebolawa lors de notre passage pour le stage pédagogique.

❖ **BOIS D'EBENE**

La description du bois d'ébène se fait à travers les points suivants :

- Famille : EBENACEAE (angiosperme)
- Nom(s) scientifique(s) : Diospiros crassiflora / Diospiros mespiliformis
- Restrictions commerciales : Pas de restriction commerciale
- Couleur référence : Noire
- Aubier : Bien distinct
- Grain : Fin
- Fil : Droit ou contrefil
- Contre fil : Léger

Notes : Le bois est noir uniforme à brun noir.

➤ **Description de la grume**

- Diamètre : De 30 à 60 cm
- Epaisseur de l'aubier : De 5 à 12 cm
- Flottabilité : Non flottable
- Conservation en forêt bonne

➤ **Durabilité naturelle et impregnabilité du bois**

Ce bois d'ébène présente les résultats suivants :

- Champignons : Classe 1- très durable ;
- Insecte de bois sec : Durable- aubier distinct (risque limité à l'aubier) ;
- Termites : Classe D- durable ;
- Imprégnabilité : Classe 4 – non imprégnable ;
- Classe d'emploi : Classe 4- en contact avec le sol ou l'eau douce ;
- Essence ouvrant la classe 5 : Non.

➤ **Propriétés physiques et mécaniques du bois d'ébène**

Les propriétés indiquées dans les tableaux ci-dessous concernent les bois arrivés à maturité. C'est propriétés peuvent varier de façon notable selon la provenance et les conditions de croissance des bois.

Tableau 5 : propriétés physiques de l'Ebène

PROPRIETES PHYSIQUES		
	Moyenne	Ecart-type
Densité	0,90	0,06
	7,0	0,6

Tableau 6 : propriétés mécaniques de l'Ebène

PROPRIETES MECANIQUES		
	Moyenne	Ecart-type
Contrainte de rupture en compression	58MPa	8MPa
Contrainte de rupture en flexion statique	130MPa	31MPa
Module d'élasticité longitudinal	15500MPa	3500MPa
à 12 ⁰ / ₀ d'humidité avec 1MPa= 1N/mm ²		
Facteur de qualité musicale :	123,6 mesuré à 2282 Hz	

➤ **Nécessité d'un traitement de préservation**

La nécessité d'un traitement de préservation de bois d'ébène se présente comme suit :

- Contre les attaques d'insecte de bois sec : Ce bois ne nécessite pas de traitement de préservation ;
- En cas d'humidification temporaire : Ce bois ne nécessite pas de traitement de préservation ;

- En cas d'humidification permanente : Ce bois ne nécessite pas de traitement de préservation.

➤ **Séchage**

Le bois d'ébène présente les résultats suivants lors de son séchage :

- Vitesse de séchage : Lente ;
- Risque de déformation : Elevé ;
- Risque de cémentation : Non ;
- Risque de gerces : Elevé ;
- Risque de collapse : Non.

➤ **SCIAGE ET USINAGE**

Le bois d'ébène a un impact sur l'outil utilisé pour son usinage à savoir :

- Effet désaffûtant : Important ;
- Denture pour le sciage : Denture stellite ;
- Outils d'usinage : Au carbure de tungstène ;
- Aptitude au déroulage : Non recommandé ou sans intérêt ;
- Aptitude au tranchage : Bonne.

➤ **ASSEMBLAGE**

- Clouage vissage : Bonne tenue, avant trous nécessaire ;
- Collage : Correct.

➤ **REACTION AU FEU**

Elle est en fonction classement conventionnel française : Epaisseur > 14 mm : M.3 » (moyennement inflammable) ; Epaisseur <14 mm : M.4 (facilement inflammable).

➤ **UTILISATIONS**

Tabletterie ; Instrument de musique ; Ebénisterie (meuble de luxe) ; Article tournés ; Sculpture.

❖ **Bois de bété**

Le bois de bété présente une description suivant les points suivants :

- Famille : MALVACEAE (angiosperme),

- Nom(s) scientifique(s) : *Monsonia altissima*,
- Restrictions commerciales : Pas de restriction commerciale ;
- Couleur référence : Brun ;
- Aubier : Bien distinct ;
- Grain : Fin ;
- Fil : Droit ;
- Contre fil : Absent.

Notes : Le bois brun jaunâtre à brun gris foncé à reflets violacés. Veinage plus ou moins apparent.

➤ **DESCRIPTION DE LA GRUME**

- Diamètre : De 40 à 70 cm ;
- Epaisseur de l'aubier : De 2 à 5 cm ;
- Flottabilité : Non flottable ;
- Conservation en forêt : Moyenne (traitement recommandé).

➤ **DURABILITE NATURELLE ET IMPREGNABILITE DU BOIS**

- Champignons : Classe 1- très durable ;
- Insecte de bois sec : Durable- aubier distinct (risque limité à l'aubier) ;
- Termites : Classe D- durable ;
- Imprégnabilité : Classe 4 – non imprégnable ;
- Classe d'emploi : Classe 3- hors contact du sol, à l'extérieur ;
- Essence ouvrant la classe 5 : Non.

➤ **PROPRIETES**

Les propriétés indiquées concernent les bois arrivés à maturité. C'est propriétés peuvent varier de façon notable selon la provenance et les conditions de croissance des bois.

Tableau 7 : propriétés physiques du bété

PROPRIETES PHYSIQUES		
	Moyenne	Ecart-type
Densité	0,66	0,03
monnin	3,8	0,9
Coeff de retrait volumique	0,44 ⁰ / ₀	0,06 ⁰ / ₀

Tableau 8 : propriétés mécaniques du bété

PROPRIETES MECANIQUES		
	Moyenne	Ecart-type
Contrainte de rupture en compression	60MPa	6MPa
Contrainte de rupture en flexion statique	110MPa	10MPa
Module d'élasticité longitudinal	13620MPa	1224MPa
à 12 ⁰ / ₀ d'humidité avec 1MPa= 1N/mm ²		
Facteur de qualité musicale :	137,7 mesuré à 2772 Hz	

➤ **NECESSITE D'UN TRAITEMENT DE PRESERVATION**

- Contre les attaques d'insecte de bois sec : Ce bois ne nécessite pas de traitement de préservation ;
- En cas d'humidification temporaire : Ce bois ne nécessite pas de traitement de préservation ;
- En cas d'humidification permanente : L'utilisation de ce bois n'est pas conseillée.

➤ **SECHAGE**

- Vitesse de séchage : Normale;
- Risque de déformation : Absent ou très faible ;
- Risque de cémentation : Non ;
- Risque de gerces : Elevé;
- Risque de collapse : Non.

➤ **SCIAGE ET USINAGE**

- Effet désaffûtant : Normal ;
- Denture pour le sciage : Acier ordinaire ou allié ;
- Outils d'usinage : Ordinaire ;
- Aptitude au déroulage : Bonne ;
- Aptitude au tranchage : Bonne.

➤ **ASSEMBLAGE**

- Clouage vissage : Bonne tenue,
- Collage : Correct.

➤ **REACTION AU FEU**

La réaction au feu se fait en fonction du classement conventionnel française : Epaisseur > 14 mm : M.3 » (moyennement inflammable) ; Epaisseur <14 mm : M.4 (facilement inflammable).

➤ **UTILISATIONS**

Ébénisterie (meuble de luxe) ; Face ou contre face du contre-plaqué ; Lambris ; Parquet ; Menuiserie extérieure ; Placage tranché ; Menuiserie intérieur.

Source : Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement (CRAD 1998-2011)

3.2.1.3 Types de colles utilisée⁷

❖ **Colles vinyliques d'assemblages**

⁷ Association ouvrière des compagnons du devoir du tour de France, (Juillet 2012), emploi des colles

Elles se présentent sous une forme laiteuse, de couleur blanche, d'où leur appellation de « colle blanche ». Les colles vinyliques sont des émulsions aqueuses, c'est-à-dire qu'elles ne contiennent pas ou peu de solvants. L'émulsion suppose une suspension forcée des particules obtenu par des produits qui ont tendance à gonfler dans l'eau, d'où une relative faiblesse des collages à l'humidité et à l'eau. On dit de ces colles à émulsions, quelles ont les caractéristiques de la réversibilité. On entend par là, quelles sont en état de décollage, face à la chaleur et à l'humidité. On fera donc attention à ne pas les employer dans ces milieux spécifiques

Tableau 9 : descriptions de la colle vinyliques,

Association ouvrière des compagnons du devoir du tour de France, (Juillet 2012), emploi des colles

Colles	Vinyliques
types	Colles d'assemblages.
Destinations principales	Assemblages de menuiseries et d'ébénisteries ; collage des stratifiés et des parquets mosaïque..
Avantages	Prêtes à l'emploi (sauf dans le cas de vinylique à durcisseur) ; Facilite la mise en œuvre.
Inconvénients	Tenue aux intempéries médiocres sauf s'il s'agit de colle à durcisseur (souvent sujettes au fluage sous l'action d'un effort permanent) ; Exigent pour les assemblages des usinages précis.

3.2.1.4 TYPE DE KAOLIN UTILISE⁸

Les gisements de kaolin peuvent être d'origine primaire ou secondaire. Pour notre travail, nous utiliserons le kaolin provenant du gisement secondaire.

Les gisements secondaires sont les dépôts sédimentaires provenant du transport et de la sédimentation de la kaolinite issue des gisements primaires. Les gisements secondaires sont généralement plus riches en kaolinite que les gisements de kaolin primaires ou résiduels. Dans les gisements secondaires, la kaolinite se présente en cristaux plus fins.

⁸ BLAIS, R.A., (1959). *L'origine des minerais crétacés du gisement de fer Redmond, Labrador*, Le Naturaliste Canadien, Vol. LXXXVI, n° 12, pages 265-299.

À la suite de l'érosion des dépôts résiduels de kaolin, des sédiments sont transportés par des cours d'eau, lavés et débarrassés de leurs impuretés. Ce processus permet aux particules plus fines et plus légères de kaolinite de se déposer dans les eaux calmes des lacs ou des estuaires, produisant ainsi des kaolins exceptionnellement purs (85 à 95 % de kaolinite), pratiquement exempts de particules sablonneuses (Prasad *et al*, 1991). Par contre, lorsque le dépôt de kaolinite se fait en milieu marin plus perturbé, le kaolin peut contenir une quantité élevée de sable.

3.2.2 Réalisations des objets : pot de fleur, porte bijou, horloge

➤ Approvisionnement en sciure de bois et tamisage

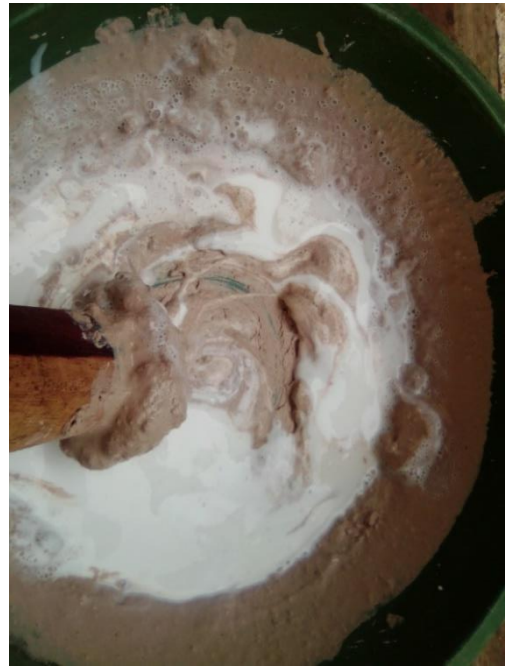
Pour commencer la réalisation nous sommes allées à L'INSTITUT TECHNIQUE DON BOSCO d'Ebolawa s'approvisionner en sciure de bois vue que celle-ci est laissée à l'abandon. La seconde opération consiste à débarrasser la sciure de bois des impuretés (matières étrangères).



Photo 8: Approvisionnements et treillages ; Cliché Fonkwa Noubissi
A.H (ITDB) 30/1/2020 10 :50

➤ Préparation des additifs

La préparation des additifs (kaolin, colle, eau) peuvent se faire séparément ou en direct. Il est préférable de le faire séparément pour se rassuré de la dissolution complète du kaolin dans de l'eau en les remuants dans un bocal sain. 1kg de sciure, ½ verre de kaolin, deux cuillères à soupe de colle et deux verres d'eau suffissent pour mouler un bol.



**Photo 9 : Préparation des additifs (colle, kaolin, eau) ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H
09/2/2020 08 :46**

❖ Addition des différentes composantes et préparation des moules

La sciure de bois doit être mélangée progressivement en fonction de la quantité des additifs ; remuer en se rassurant que toutes les particules de sciure se sont imprégnées des additifs. Le composant ne doit être ni très sec, ni très mouillé pour éviter le bul d'air lors du compactage. Préparer le moule en le revêtant d'un plastique pour faciliter le démoulage du composant.



**Photo 10 : Additions des composant et préparation des moules ; Cliché Fonkwa Noubissi
A.H 09/2/2020 09 :15**

➤ **Moulage et compactage**

L'insertion de la sciure de bois dans le moule doit se faire progressivement et en pilant pour éviter l'apparition des boules d'aires qui peuvent fragiliser le produit final. Le compactage manuel se fera avec un serre joint qui sera magné prudemment pour éviter le déséquilibre de la pièce.



Photo 11 : moulage et compactage ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H 09/2/2020 10 :05 / 14 :10

➤ **Démoulage et séchage**

Après le compactage, le démoulage doit se faire avec un maximum de précaution pour éviter les brisures. Le séchage peut se faire à l'air libre ou sous une autre source de chaleur. Après une journée passée au soleil l'objet doit être mis à l'abri du soleil pour achever son séchage afin d'éviter les fissures.



Photo 12 : démoulages et séchage ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H 10/2/2020 09 :00 / 15 :10

➤ Ponçages

Le premier ponçage s'effectue avec un papier abrasif de granulation 80 afin d'éliminer les petites ondulations d'irrégularités afin de rendre la surface uniforme.



Photo 13 : ponçage ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H 11/2/2020 08 :28

➤ ASSEMBLAGES

L'objet à réaliser s'est moulé en plusieurs compartiments, et nécessite un assemblage pour obtenir celui-ci en entier. De ce fait il est primordial de bien préparer les surfaces qui seront en contact afin de faciliter leurs prises lors du serrage.



Photo 14 : Assemblage ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H 06/3/2020 09 :14

3.2.2.1 Approvisionnement en chutes de bois d'usinage

Dans les industries de deuxièmes transformations nous avons des chutes de bois en quantité considérable et d'essences différentes en fonction des travaux effectués. Pour la réalisation de notre projet, L'INSTITUT TECHNIQUE DON BOSCO D'EBOLOWA a été notre lieu d'approvisionnement en chutes de bois d'usinages.



Photo 15 : chute de bois d'usinage ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H (ITDB) 30/1/2020 10 :55

Une fois les chutes de bois en notre possession, un triage est effectué afin de les classés par essences et par taille, pour la rectification (sciage à la scie circulaire à table) et l'assemblage en fonction du projet à réaliser.

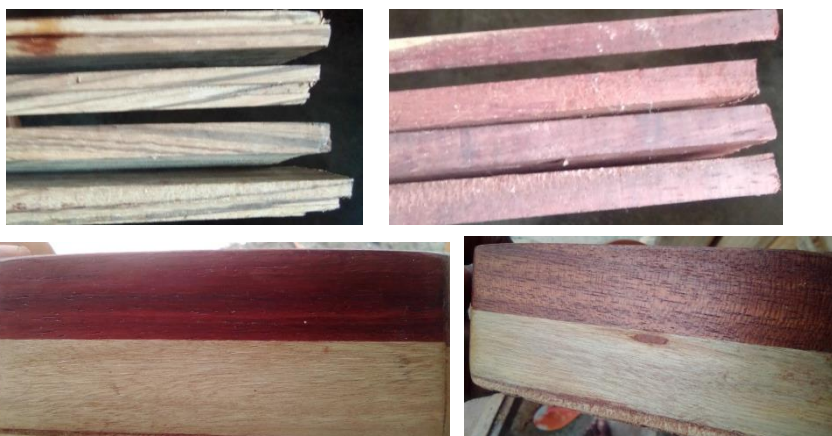


Photo 16 : rectification et assemblage des chutes de bois d'usinage Cliché Fonkwa Noubissi A.H (ITDB) 13/3/2020 13 :50

➤ **Sculpté les motifs d'aigle sur les chutes de bois.**

Exécuter la sculpture sur les chutes de bois d'essences différentes



Photo 17 : sculpture dès l'aigle décomposé ; Cliché Fonkwa Noubissi A.H. 06/5/2020 15 :03

➤ **Montage de la carcasse de l'horloge**



Photo 18 : montage de la carcasse de l'horloge Cliché Fonkwa Noubissi A.H. 07/5/2020 10:09

CHAPITRE 4 . : RESULTATS ET DISCUSSION

Ce chapitre fera ressortir les données statistiques des résidus de bois d'usinage dans les industries de transformation de bois et une description et analyse des objets réalisés.

4.1 INDUSTRIE DE LA MENUISERIE, CONSTRUCTION ET DE L'AMEUBLEMENT

4.1.1 Les copeaux et sciures de bois sain

Les copeaux, sciures et poussières sont les plus souvent collectées et/ou stockés ensemble.

Dans les menuiseries, ils sont gérés ainsi d'après les figures présentées ci-dessous :

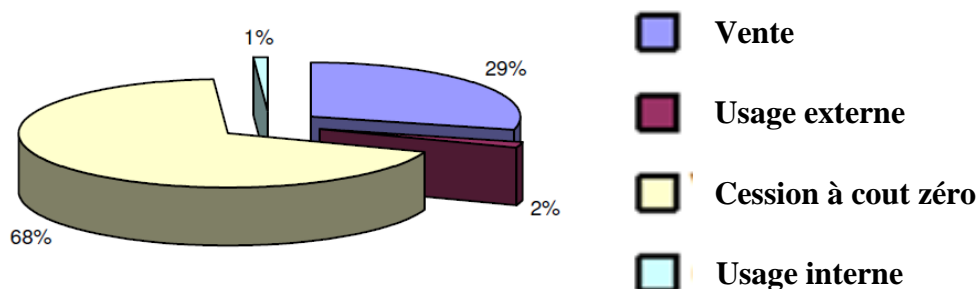


Figure 10: Gestion copeaux et sciures de bois sain

Dans les menuiseries, les sciures et copeaux sont encombrantes car les entreprises n'ont pas encore organisé une filière « commerciale ». Nous remarquons ainsi que 29% de ces résidus sont vendus à des particuliers pour des utilisations diversses (élevage, cuisson) ; 68% de ces résidus sont cédées à cous zero car la demande n'est pas forte ; dans le domaine de la menuiserie 1% est utilisé pour des rectifications des assemblages et servent également de mastic ; 2% sont utilisés à l'extérieur pour la confection des isolants, la fabrication des charbons.

4.1.2 Les chutes de bois sain

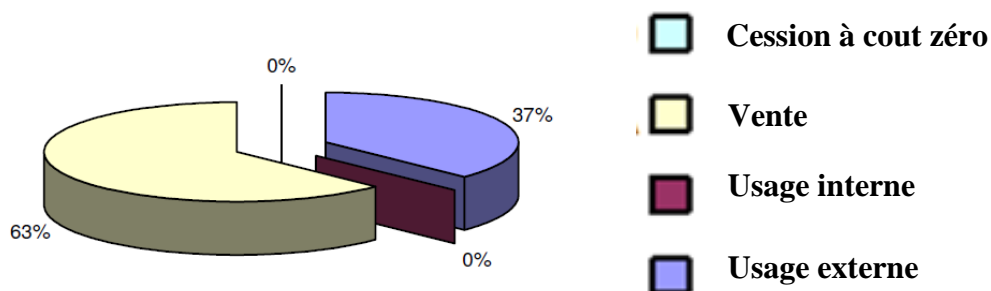


Figure 11: gestion des chutes de bois sain

Dans l'industrie de deuxième transformation les chutes de bois sont considérables, mais très précieux car 0% sont à cession à coût zéro. 63% des chutes de bois sont vendues par les menuiseries à des particuliers comme bois de chauffages.

Source : *GIPEBLOR, CRITT Bois, (2004), Agence de l'Environnement et la Maitrise de l'Energie. (s.n)*

4.2 CARACTERISTIQUE DES OBJETS REALISES A PARTIR DES SCIURES DE BOIS

La maitrise des caractéristiques des objets à partir des matériaux utilisés pour la réalisation de notre projet est primordiale, car elle déterminera la performance et la qualité du produit.

➤ Œuvre final pot de fleur à base de sciure du bois

Ce pot de fleur faite à partir de sciure de Sapelli a été teinté en rouge couleur de Padouk et verni afin de changé son aspect mate et lui conférée une esthétique particulière, son poids est de 2,5 Kg.



Photo 19 : pot de fleur fini, cliché Cliché Fonkwa Noubissi A.H. 19/06/2020 16h59

➤ **Porte bijou final à base de sciure du bois**

Ce porte bijou est faite en sciure de Paduk et verni, son poid est de 1,5 Kg et comporte un couvercle.

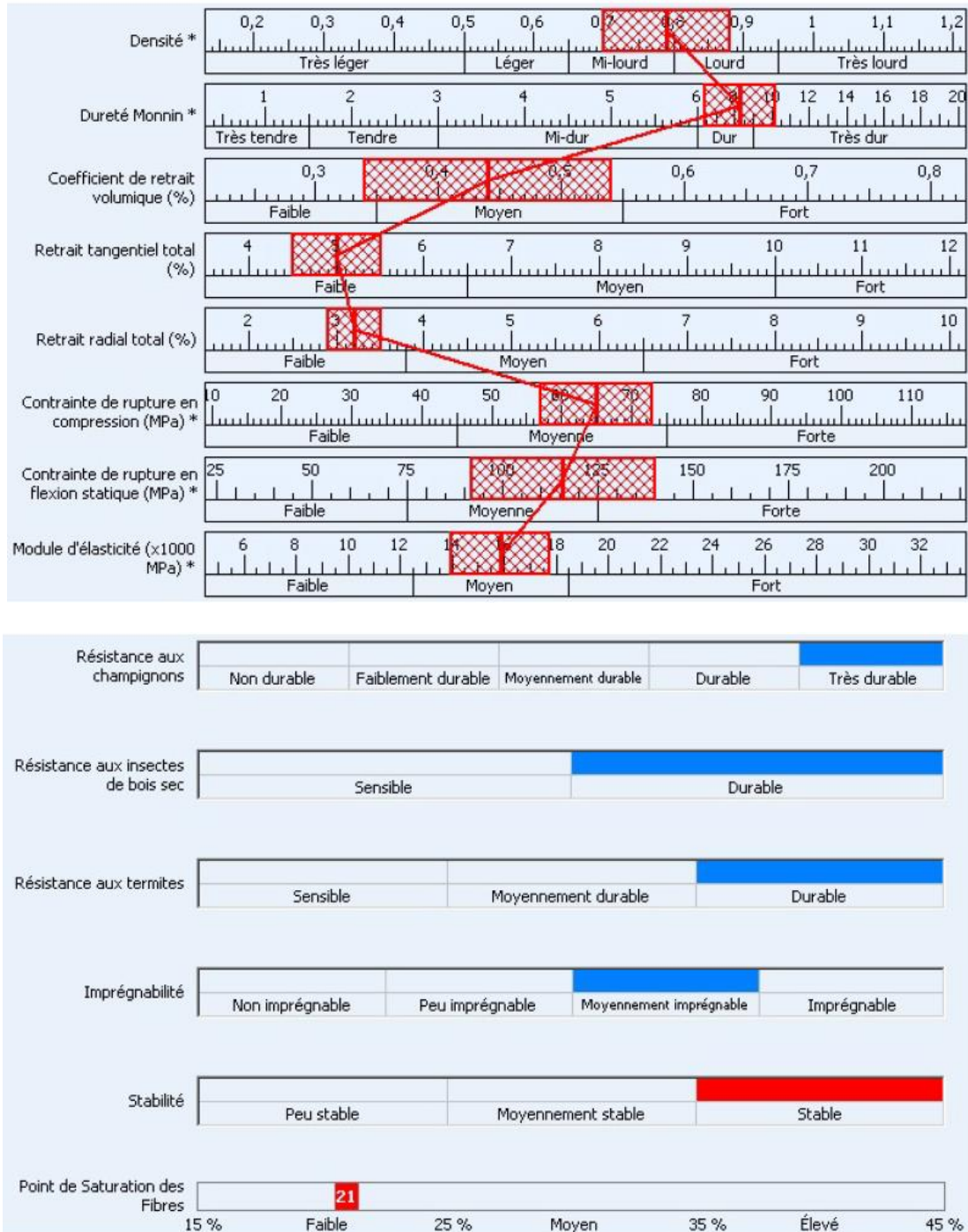


**Photo 20 : porte bijou, cliché Cliché Fonkwa
Noubissi A.H. 19/06/2020 17h00**

4.2.1 Analyse descriptive des caractéristiques du bois padouk et sapelli

Les sciures de bois d'essences padouk, sappeli, répondent aux propriétés relativement comparables à celle de leurs origines une fois compacté.

Tableau 10 : Analyse des caractéristique de bois padouk



D'après le tableau(14) d'analyse des caractéristique de bois Padouk, sa densité est Mi-lourd/Lourd situé entre 0,7-0,9 ; La dureté Monnin est dur situé entre 6,4-10 ; Le coefficient de retrait volumique est moyen situé entre 0,39-0,59% ; Le retrait tangentiel total est faible, vari de 5% -5,5% ; Le retrait radial total est faible et vari de 2,59% -3,25% ; La contrainte de rupture en compression est moyenne et varie de 50,97 MPa-70,30 MPa ; La contrainte de rupture en flexion statique est moyenne et varie de 75,80 MPa-125,60 MPa ; Le module d'élasticité est moyenne de 14-17,99x1000MPa. La résistance aux champignons est très durable ; La résistance aux insectes de bois sec est durable ; La résistance aux termites est durable ; L'imprégnabilité est moyennement imprégnable ; La stabilité est : Stable ; Le point de saturation des fibres est faible 21.

4.2.2 Description et analyse de l'œuvre

Tableau 11 : Analyse des caractéristiques du bois Sapelli

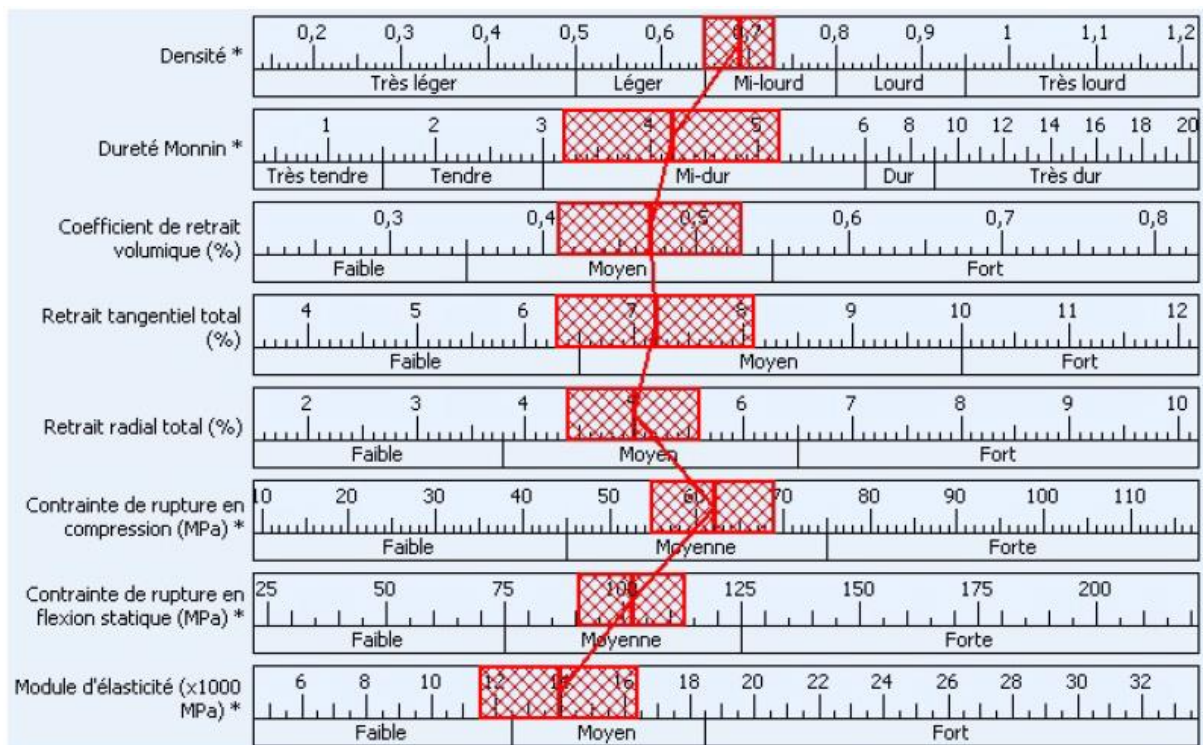
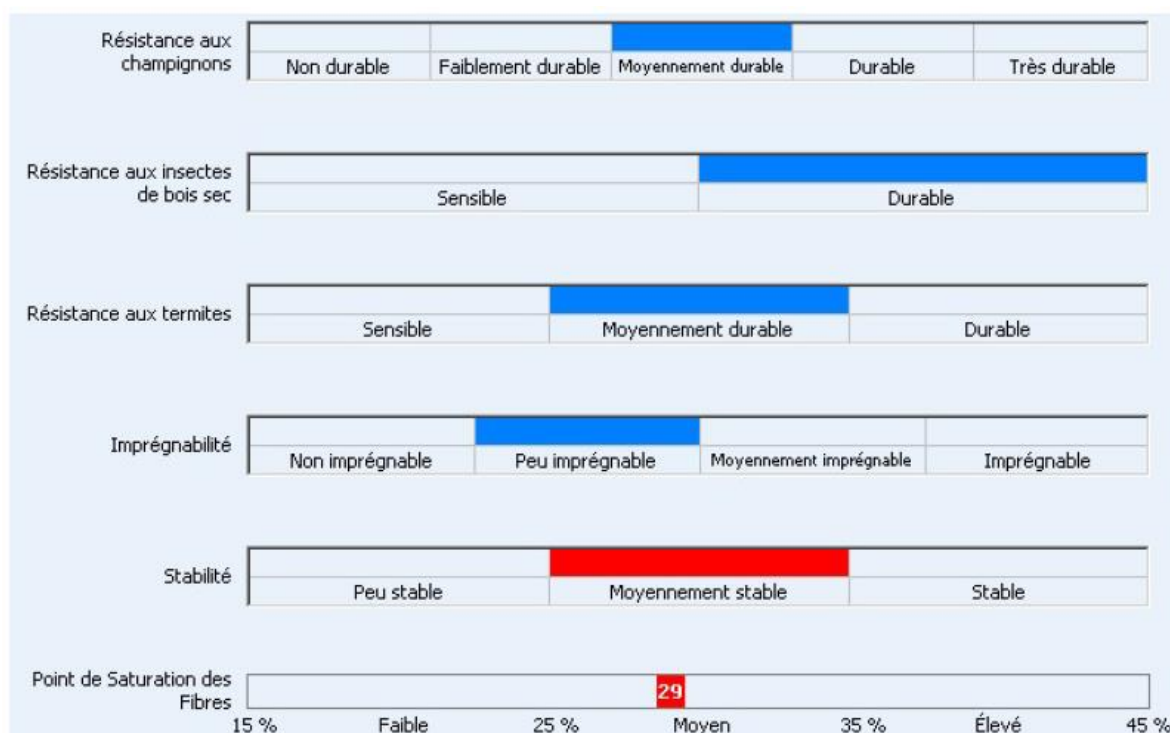


Tableau 12 : Analyse des caractéristiques du bois Sapelli



Le tableau(15) d'analyse des caractéristique de bois de Sapelli ci-dessus donne les résultats suivantes : Densité Mi-lourd situé entre 0,65-0,73 ; La dureté Monnin est Mi-dur situé entre 3,2-5,2 ; Le coefficient de retrait volumique est moyen situé entre 0,41-0,58% ; Le retrait tangentiel total est moyenne, vari de 6,8% -8,1% ; Le retrait radial total est moyenne et vari de 4,40% -5,60% ; La contrainte de rupture en compression est moyenne et varie de 50,50MPa-60,90 MPa ; La contrainte de rupture en flexion statique est moyenne et varie de 75,50 MPa-100,50 MPa ; Le module d'élasticité est moyenne de 10,90-16,10x1000 MPa. La résistance aux champignons est moyennement durable ; La résistance aux insectes de bois sec est durable ; La résistance aux termites est moyennement durable ; L'imprégnabilité est peu imprégnable ; La stabilité est : Moyennement stable ; Le point de saturation des fibres est moyen 29.

4.2.3 Descriptions de pot de fleur et porte bijou :

Les objets réalisés en sciure de bois de sapelli et de padouk ne doivent pas être en contact avec de l'eau donc nécessitent une utilisation interne, car ils seront mis à l'abri des intempéries pour éviter leurs dégradations. Ces objets réalisés en sciure de bois sont facilement recyclables à cause des composantes utilisées pour le compactage, à savoir : eau + sciure de bois + colle vinylique à eau+ kaolin. L'objet en lui-même n'as pas une influence négative sur l'environnement car il est constitué à 90% de produit naturel.

4.3 DESCRIPTION ET ANALYSE DE L'HORLOGE FAITE A PARTIR DES CHUTES DE BOIS D'USINAGE

Les photos d'horloge ci-dessous suscitent une analyse et une description vue les inscriptions gravées dessus :



Photo 21 : horloge, cliché Cliché Fonkwa Noubissi A.H.
19/06/2020 17h05



Photo 22 : horloge, cliché Cliché Fonkwa Noubissi A.H.
1/06/2020 12h1317h05

4.3.1 Descriptions de l'horloge

L'horloge que nous avons réalisée contient des motifs incrustés dessus. Ces motifs sont inspirés de l'aigle, ce qui donne une autre vision du temps aux yeux de l'homme, tous en apportant une esthétique à l'œuvre réalisée afin de valoriser les chutes de bois d'usinage.

Nous prendrons appuis sur les rapaces (oiseaux aigles) afin de donner une autre vision à l'homme. L'aigle à travers son histoire est sensé attirer notre attention à l'endroit de nos actes posés car parmi tous les oiseaux, l'aigle est le seul dont la longévité est la plus importante, au moins soixante-dix ans. Toutefois, pour vivre jusque-là, il doit passer le cap des quarante ans ; En effet, à quarante ans, l'aigle royal est confronté à une crise existentielle exceptionnelle dans sa nature. La corne de son bec devient si épaisse et tellement recourbée, qu'il ne peut plus se nourrir. Ses serres sont tellement dures qu'il est incapable d'attraper sa proie. Ses ailes magnifiques pèsent si lourd qu'il ne peut plus voler avec aisance dans sa performance habituelle. Alors, un choix s'impose : soit il meurt rapidement de faim, soit il s'isole très haut, dans la montagne pour une

cure de jouvence (rajeunissement). Dans Le second cas, isolé de tout, il va disparaître pendant trois mois et enchainera un exercice délicat, peu orthodoxe et propre à lui :

- Il frappera d'abord la corne de son bec contre la paroi rocheuse jusqu'au moment où son bec cassera afin qu'un autre puisse repousser ;
- Avec son bec neuf, il arrachera ses griffes, l'une après l'autre et en laissera pousser d'autres ;
- Et quand ce processus naturel aura eu lieu, il arrachera son plumage avec ses serres neuves ;
- Une huile coulera alors de ses blessures et un plumage tout neuf pourra pousser ;

4.3.2 Analyses de l'horloge

Le temps est représenté par le cours cyclique de la nature, l'alternance du jour et de la nuit, le passage de saison en saison. L'horloge donne la cadence aux vies humaines et l'existence humaine se déroule dans le temps : le temps cosmique et historique, le temps individuel, le temps de chacun et des collectivités.

L'homme doit avoir la vision de l'aigle pour mieux voir et prédire l'avenir, en commençant par appréhender le présent. Si l'Homme à une vision plus claire de son environnement, il pourra constater que la préservation de la nature reste primordiale. Dans les forêts, les arbres sont abattus et transformés par des industries ; cependant, si l'on ne parvient pas à exploiter à 90% les arbres abattus, la déforestation entrainera un déséquilibre de la nature. C'est pour cette raison que l'on dit que la pensée et la vision de l'homme doit être comme l'œil de l'aigle.

Le développement et l'innovation prend du temps et l'horloge est là pour nous le rappeler. Il n'est que question de temps pour que la nature sois complètement dégradé et question de temps pour rétablir le déséquilibre atmosphérique et climatique, puisque La qualité de notre vie dépend de la qualité de notre temps. La jouvence de l'aigle doit être une source d'inspiration pour l'homme, car l'innovation demande des efforts et des sacrifices dans le sens du travail.

Source : Dr. CHOUBEU André (2015) ; les secrets du mystère de l'aigle ; cl ; France.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Parvenue au terme de notre projet d'étude intitulé « Conception et réalisation des designs d'objets artistique à partir des résidus de bois d'usinage » et rédigé en quatre chapitre, nous fait comprendre que les entreprises de deuxième transformation du bois produisent des quantités considérables des sous-produits du bois, dont nous avons eu à étendre leurs domaines d'utilisation dans ce projet d'étude, à travers la fabrication des objets fonctionnel et utilitaire. Les sous-produits du bois (sciure, copeaux, chute) produits par ces entreprises de secondes transformations sont encombrants pour ladite entreprise, raison pour laquelle ils sont souvent incinérés, enfouies dans le sol ou laissé à l'abandon, car leurs exploitations sont réduites. L'exploitation de ces résidus par la fabrication des objets, pourrons influencer sur la déforestation et la préservation de la nature, puisque le tronc de bois abattus seras exploité à 90%.

En outre pour la réalisation de ces produits nous utiliserons la méthodologie de création classique implémenté par M.Bengono Edgard Fortuné, pour exploité les éléments culturelle afin d'en ressortir les formes originales de nos produit. L'obtention de ces formes se fera par la sculpture, le moulage et le compactage. Toutes ces méthodes nous ont permis de concevoir et réaliser un pot de fleur, un porte bijou en sciure de bois et une horloge à partir des chutes de bois. Ces produits fonctionnels et utilitaires offres une originalité particulière à travers ses formes et ses inscription tiré de la nature et de culture camerounaise. De plus, ces objets obtenus sont moins lourd et moins couteux.

Dans la continuité de notre projet, nous comptons étendre la chaine de production après avoir étudié les caractéristique physiques et mécaniques de l'objet réalisé à base de la sciure de bois, ce qui fera l'objet d'un nouveau thème de recherche, afin de facilité la fabrication des mobiliers et des objets décoratifs. Ainsi que la fabrication des parquets en sciure de bois compactés ; afin d'exploité au maximum les résidus de bois d'usinage. Cela nous permettra de crée des emplois car jusqu'à présent, la technique implémenté pour la réalisation n'est pas connue de tous. En revanche les produits obtenus à partir de la sciure de bois sont perméables à l'eau et pour remédier à cela dans les prochains jours à venir, nous comptons mettre sur pied une colle de revêtement à base de produit naturel, qui recouvrira les surfaces des objets, afin de les rendre imperméables à l'eau (hydrofuge).

RECOMMANDATIONS

Ce projet relève d'une innovation particulière à travers l'exploitation des résidus de bois d'usinage des industries de deuxième transformation du bois. De ce fait, nous recommandons :

A l'Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique et Professionnelle (ENSET) d'Ebolawa d'ouvrir un atelier spécialisé dans la valorisation des résidus de bois d'usinage à travers la fabrication des ouvrages utilitaires, afin de former les futurs enseignants de Métiers Bois et Industries Bois.

Au lycée technique, filière Ameublement Ebénisterie (AMEB), d'implémenter cette technique de moulage dans la leçon intitulée « Produits dérivés du bois » en cours d'atelier. Pour que les élèves s'imprègnent de cela, afin d'approfondir les recherches et innovations dans le monde de la recherche tous en s'auto-employant.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Audrey I (2007), *histoire d'un objet décoratif*, France, cralon.

BENGONO EDGARD Fortuné. (2016), *Les cahiers pédagogiques de Foumban Art Room No 1 ; mode et patrimoine, expérience de l'institut des beaux-arts de Foumban. Les éditions Francs jeu.*

BLAIS R (1959). *L'origine des minerais crétacés du gisement de fer Redmond.*

CAIRO Emmanuel (2000), *la démarche design comme outil de compétitivité*, Soizick berthelot ergonomiste. Paris, Nathan.

CIRAD 1998-2011, Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement.

CHOUBEU André (2015), *les secrets du mystère de l'aigle*, cl ; France.

Christian Sales, (2003), *Innovation technologique et valorisation des sous-produits des filières bois*, France, Montpellier.

Dominique et Paul Mariottini, (2005), *la vision des rapaces : très performante*, France, St-Lazare.

GHOMARI Fouad (2003), *science des matériaux de construction*, université aboubekr belkaid.

Jean Nke Ndihi (2006), *Impacte de la déforestation et des changements climatiques*, Cameroun [s.n].

Labrador, *Le Naturaliste Canadien*, Vol. LXXXVI, n 12, pages 265-299.

Marc Marzano (2014), *les matériaux composites*, M Piperaud. Nante.

NOTUE, J.P, Triaca B., (2005). *Bandjoun trésors royaux au Cameroun*, 5^{ème} Edition milan.

Organisation de coopération et de développement économiques alinéa 115, OCDE, Page. 46.

FAO (2015), *Evaluation des ressources forestières mondiales.*

Winner, E, al (2013), *L'art pour l'art ? Un aperçu*, Éditions OCDE.

Youcef (2008), *généralités sur les matériaux composites.*

SOURCES CONSULTEES

Association ouvrière des compagnons du devoir du tour de France, (Juillet 2012), *emploi des colles*.

DJEBLOUN Youcef (2014), *matériaux composites* [s.n].

Dumon, R, *valorisation énergétique du bois et de la biomasse*. Masson, édit, paris, 200p, [s.d].

Eyrolles (2008), *guide des essences de bois*, Galimard.

Girard, P, al, 2003. *Valorisation énergétique des sous-produits de scieries*. BFT, n°227 (3), pp 5-17.

J. Vivien et JJ. Faure. *Arbre des forêts dense d'Afrique centrale. Espèce du Cameroun*, édit paris.

Duedal M (1985), « *Guide pratique des matériaux composites*. » Paris.

NOTUE.J.P, PERROIS L, (1993). *Les rois sculpteurs »Art et pouvoir dans les grassland camerounais*.

R. Kamila, (2014) «*Elaboration, caractérisation mécanique et hygrothermique d'un stratifié renforcé par des fibres naturelles*» Mémoire de Magister, Faculté des sciences.

Sales C (2003). *Innovation technologique et valorisation des sous-produits des filières bois et forêt des tropiques*, n°277 (3), pp 35-43.

DAAWE David (2019), *caractérisation de la kératine issue des cornes de bœufs pour élaboration des matériaux composites*, mémoire ENSET d'Ebolawa.

SOURCES ELECTRONIQUES

Histoire des instruments de la mesure du temps. <http://pedagogie.ac-toulouse.fr/daac/religieux/mesuredutemps.htm> 10/3/2020 12:14

Maurille Larivière "Le design ou l'innovation pensée par et pour tous" https://www.lexpress.fr/emploi/business-et-sens/le-design-ou-l-innovation-pensee-par-et-pour-tous_1223165.html 04/04/2020. 10:45