

RÉPUBLIQUE DU CAMEROUN

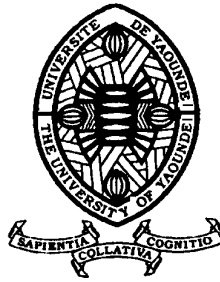
Paix - Travail - Patrie

UNIVERSITÉ DE YAOUNDÉ I

ÉCOLE NORMALE SUPÉRIEURE
D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

DÉPARTEMENT D'INGÉNIERIE DU BOIS

BP. 886 ÉBOLOWA



REPUBLIC OF CAMEROON

Peace-Work-Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I

HIGHER TECHNICAL TEACHERS'
TRAINING COLLEGE

DEPARTEMENT OF WOOD ENGINEERING

P.O BOX: 886 EBOLOWA

CONTRIBUTION À LA CONSTRUCTION DES LOGEMENTS ÉCONOMIQUE ET ÉCOLOGIQUE EN BOIS DANS LA VILLE D'ÉBOLOWA

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

OPTION : MÉTIERS BOIS

Par :

KESSAE OGOLONG Romuald Landry

Matricule : 19W1240

Sous la Direction de :

Pr NJANKOUO Jacques Michel

Ingénieur Polytechnicien, Maître de Conférences

Soutenu le 02/06/2021 devant le Jury constitué de :

Président du jury :	Pr MENGUE MBOM Alex	Maître de Conférences, Université de Yaoundé I
Rapporteur :	Pr NJANKOUO Jacques Michel	Maître de Conférences, Université de Yaoundé I
Examineur :	Dr. DANG Koko	Assistant, Université de Yaoundé I



FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU TRAVAIL

Je soussigné **KESSAE OGOLONG Romuald Landry**, atteste que le présent mémoire est le fruit de mes propres travaux effectués au sein de la Direction de l'entreprise DUCH TECHNOLOGY à Yaoundé, en République du Cameroun, sous la supervision académique du **Pr NJANKOUO Jacques Michel**, Ingénieur Polytechnicien, Maître de conférence. Ce mémoire est authentique et n'a pas été présenté antérieurement pour l'obtention de quelque grade universitaire que ce soit.

NOM ET SIGNATURE DE L'AUTEUR :

KESSAE OGOLONG Romuald Landry

Date.....

VISA DU SUPERVISEUR :

VISA DU CHEF DE DEPARTEMENT :

DATE

DATE

DEDICACE

*Ce Mémoire est dédié à
mes Parents, Monsieur
et Madame Ogojong*

REMERCIEMENTS

Le présent mémoire de fin de formation au sein de l'Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique d'Ebolowa (ENSET) de l'Université de Yaoundé I est le fruit d'un long processus qui a nécessité le soutien de quelques personnes envers lesquelles aucun acte, ni aucun mot ne peut suffire à exprimer ma gratitude. Toutefois, je tiens à leur dire merci ici, notamment :

- Dieu le père pour nous avoir guidé, accordé sa grâce et sa force pour rédiger ce document ;
- **Pr.Dr. Ing. NJANKOUO Jacques Michel**, Ingénieur Polytechnicien, Maître de conférence pour son dynamisme et sa perspicacité dans son travail au sein du département et par ricochet dans la qualité et le suivi de notre formation
- **Professeur Salomé NDJAKOMO ESSIANE**, Directrice de l'ENSET d'Ebolowa qui ne ménage aucun effort pour la bonne marche de notre formation au sein de son établissement ;
- Aux membres du jury pour l'attention et le temps accordé à l'évaluation de ce travail ;
- A toute l'administration de l'Université de Yaoundé I en général, et en particulier l'administration de l'ENSET d'Ebolowa, le corps enseignant du Département **Génie Bois**, pour la formation qu'ils nous ont dispensée sans relâche ;
- A tout le Staff de l'entreprise DUCH TECHNOLOGY, pour m'avoir permis de participer à l'élaboration de ce projet ;
- **Ma famille**, pour leurs efforts consentis à mon égard ;
- A ma belle-famille pour son soutien indéfectible en particulier à **Mme BOADE né ABONA Cécile, SANAMA Glawdis** ;
- Mon Epouse **MOKONG BOADE Justine .M**, pour sa présence sur tous les plans ;
- A tous mes camarades de la vraie 3^{ème} promotion de l'ENSET d'Ebolowa pour l'amitié et le soutien dont ils ont fait preuve ;
- A tous mes ami(e)s qui n'ont pas manqué de me soutenir comme ils ont pu, je pense notamment à ASSANGA Apollinaire, MISSONGLE Éric, ALIMA Marie, ATINE Esther, GUETSING Serge, GUEHOADE Ornella, BOMBA Armel, Mme NGUELE Aline
- Je ne saurais terminer ce propos sans évoquer tous ceux qui de près ou de loin ont contribué de quelque manière que ce soit à ma formation en général, et à la réalisation de ce document en particulier et dont les noms ne sont pas cités ici.

TABLE DES MATIERES

FICHE DE CERTIFICATION DE L'ORIGINALITE DU TRAVAIL.....	i
DEDICACE	1
REMERCIEMENTS	2
TABLE DES MATIERES	3
LISTE DES TABLEAUX.....	5
LISTE DES FIGURES.....	6
LISTE DES ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES	7
RESUME	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCTION GÉNÉRALE	10
0.0 Contexte de l'étude.....	11
0.1 Problématique.....	12
0.2 Objectifs de recherche	13
0.3 Importance de l'étude.....	14
0.4 Plan de rédaction du mémoire	15
CHAPITRE 1 : CADRE CONCEPTUEL, REGLEMENTAIRE ET REVUE DE LA LITTERATURE	16
1.1. Cadre conceptuel	16
1.2 Cadre institutionnel, Réglementaire et juridique.....	18
1.3 Revue de la littérature.....	24
CHAPITRE 2 : APPROCHE METHODOLOGIQUE	35
2.1 Présentation du lieu de stage	35
2.2 Présentation de zone d'étude	35
2.3.1 Cartographie de la zone d'étude (Obs1	40
2.4 Difficultés de l'étude	43
3.1. Résultats	44

3.2 Discussion.....	60
CONCLUSION GÉNÉRALE ET RECOMMANDATIONS	62
. Recommandations	63
BIBLIOGRAPHIE	65
ANNEXES	67

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste de quelques essences commercialisables dans la région du Sud	38
Tableau2 : récapitulatif des Essences de bois retenues pour la MOB.....	49
Tableau3 : Humidité recommandée du bois suivant l'utilisation et la région du Sud.....	55

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : La charpente lamellée collée.....	27
Figure.2 : Les poutres et poteaux contrecollés	28
Figure. 3 : Les poutres et poteaux contrecollés	28
Figure.4 : L'ossature bois.....	29
Figure.5 : Le LVL (Laminated Veneer Lumber)	29
Figure.6 : Quelques techniques d'assemblages utilisés dans la construction en bois	33
Figure 7 : carte détaillée de la zone d'étude.....	39

LISTE DES ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES

- **ABNT** : Association Brésilienne des Normes Techniques
- **ANAFOR** : Agence National d'Appui au développent Forestier ;
- **CENADEFOR** : Centre National de Développement des Forêts ;
- **CIFOR** : Centre de Recherche International sur la Foresterie ;
- **CRESA** : Centre Régional d'Enseignement Spécialisé en Agriculture Forêt-Bois ;
- **CTPB** : Centre Technique de Promotion du Bois ;
- **DTU** : Document Technique Unifié ;
- **FASA** : Faculté d'Agronomie des Sciences Agricoles ;
- **GPS** : Global Positioning System ;
- **LVL** : Laminated Veneer Lumber
- **MINEF** : Ministère de l'Environnement et des Forêts ;
- **MINEPAT** : Ministère de l'Economie de la Planification et de l'Aménagement du Territoire ;
- **MINFOF** : Ministère des Forêt et de la Faune ;
- **MOB** : Maison à Ossature Bois ;
- **NE** : Normes Anglaises ;
- **NF** : Normes Françaises ;
- **PNFL** : Produits Forestier Non Ligneux ;
- **RT** : Règlementation Thermique ;
- **TRC** : Tout Risque Chantier ;

RESUME

La présente étude s'inscrit dans le cadre de restructuration urbaine, elle avait pour objectif de contribuer de montrer que le bois est un bon MATÉRIAUX de construction d'habitats dans la ville d'Ebolowa, en mettant un accent particulier sur l'étude géotechnique de la ville, l'identification des essences retenus pour la construction en bois et leurs emplois de façon spécifique dans les domaines de la construction de maison en bois, identification des exigences de réalisation d'une construction en bois et enfin la détermination de la valeur ajoutée qu'apportera la construction des logements en bois dans la ville d'Ebolowa. Les objectifs de cette étude ont été atteint grâce à la méthode dit de triangulation (revue littéraire, entretiens, observations). Les résultats de l'étude nous donnent de constater que, de par ses caractéristiques géographique, le site de Ngalane est favorable pour un tel projet et les essences bois trouvées dans la zone sont aptes à la construction à bois ; Le constructeur doit absolument respecter toutes les étapes de conception et réalisation d'un projet de construction de maison en bois notamment sur l'aspect isolation du bâtiment (acoustique, thermique, intempéries) ; l'étude du site (caractéristiques géographique, types d'agents destructeurs que l'on retrouve dans la zone, etc.) ; bien faire le choix des pièces qui serviront dans l'ossature de la maison ; grâce à ce projet la visibilité de la ville sur le plan touristique et par ricochet développement ce secteur d'activité sera fait ; La Reconstitution des filières locales complètement intégrées qui permettra un véritable développement du bois en tant que matériau de construction.

Mots clés : Bois ; logement ; logement économique ; logement écologique construction bois

ABSTRACT

The present study is part of the urban restructuring framework, and its objective was to contribute to show that wood is a good MATERIAL for the construction of dwellings in the city of Ebolowa, with particular emphasis on the geotechnical study of the city, the identification of the species selected for wood construction and their specific use in the construction of wooden houses, the identification of the requirements for the realisation of a wooden construction, and finally, the determination of the added value that will be brought by the construction of wooden dwellings in the city of Ebolowa. The objectives of this study were achieved through the triangulation method (literature review, interviews, observations). The results of the study show that, due to its geographical characteristics, the site of Ngalane is favourable for such a project and the wood species found in the area are suitable for timber construction.); the choice of the parts which will be used in the framework of the house; thanks to this project the visibility of the city on the tourist plan and by ricochet development of this sector of activity will be made; the Reconstitution of the completely integrated local dies which will allow a true development of wood as material of construction.

Key words: Wood; housing; economic housing; ecological housing; wood construction

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le matériau bois est très connu au Cameroun dans les domaines de l'ameublement, la sculpture et pour la réalisation des charpentes traditionnelles. Cependant, dans le domaine de la construction des structures en bois (maisons en bois massif, lamellés collés, ponts structuraux en bois ...), il est une aberration puisque les populations ont des préjugés (ignorance) vis-à-vis de l'utilisation du bois dans ces domaines.

Les bâtiments consomment 40% de l'énergie, utilisent 50% des matériaux produits et génèrent 60% des déchets au niveau mondial (Thomas Herzog, Julius Natterer, Roland Schweitzer, Michael Volz et Wolfgang Winter, « Construire en bois »). L'architecture durable s'inscrit tout naturellement au cœur du débat écologique actuel.

Le bois, matériau naturel renouvelable, s'est repositionné récemment dans l'architecture contemporaine grâce à l'action militante d'architectes et ingénieurs comme Roland Schweitzer, Thomas Herzog ou Julius Natterer.

Mais, en quoi les modes constructifs en bois offrent-ils des réponses particulièrement bien adaptées sur les plans économique et écologique durable ? Et plus précisément dans le cadre des logements individuels ou collectifs en milieu urbain et péri-urbain dans la ville d'Ebolowa ?

Nous nous attacherons tout d'abord à étudier les projets de logements en bois et aborderons par l'exemple les spécificités des architectures en bois.

Nous essayerons, de comprendre comment le bois permet de construire la ville aujourd'hui et en quoi les solutions constructives offertes sont efficaces, économiques et écologiquement durables.

Enfin, nous nous demanderons dans quelle mesure le bois permet de développer un langage architectural renouvelé, et comment il contribuera à construire la ville de demain.

0.0 Contexte de l'étude

Le façonnement d'un espace d'habitation a de tout temps fait partie des activités humaines nécessaires à l'existence de l'Homme, ainsi qu'à son développement. Les traces des constructions les plus anciennes représentent un héritage riche d'enseignement quant à l'émergence de la vie communautaire des premières civilisations. Parallèlement aux techniques, l'Homme a fait évoluer son cadre de vie. La voie de l'urbanisation, ainsi que la construction d'espaces et d'édifices particuliers, favorisent une organisation sociale qui se complexifie à travers, notamment, l'établissement d'une société politique, d'institution et de moments de vie publique.

En effet, depuis les temps les plus reculés, l'Homme a su, et avec peu de moyens, utiliser un éventail de matériaux (boue, fougères, glace, peaux) pour dompter puis construire des espaces qui le protègent du froid, de la chaleur, des prédateurs. Avec le développement des méthodes de construction et l'utilisation de nouveaux matériaux, les cabanes ont fait place à des constructions plus pérennes. Aux III^{ème} et IV^{ème} millénaire avant JC, tandis que la maison rurale, faite de boue, de roseaux et de paille, est vouée à une détérioration rapide, l'édification du temple, du palais et de la maison 'urbaine' exige l'utilisation de matériaux plus durables [D'alfonso et Samsa 1995]. Avec l'essor de la brique, la construction devient une activité spécialisée et la production de ces matériaux une affaire d'Etat. Avec la terre et la pierre, le bois représente l'un des plus vieux matériaux de construction. En Afrique, les premières fermes assemblées aux alentours du X^{ème} siècle, puis le développement des structures à colombages, marque les débuts du patrimoine rural bâti qui, jusqu'au XX^{ème} siècle, caractérise l'Afrique forestière. L'utilisation du bois se répand progressivement en Europe, recouvrant aujourd'hui encore une large gamme de constructions, bâtiments publics comme civils, culturels, agricoles et industriels, ou encore ouvrages d'art.

Le bois est également le matériau à l'origine du génie maritime, de l'aéronautique, de la mécanique, etc. L'ère industrielle a révolutionné les modes de construction en apportant de nouveaux matériaux tels que le béton, l'acier, l'aluminium. Après avoir laissé place à ces nouveaux matériaux (qui ont dépassé sa portée et sa rigidité) le bois a ces dernières décennies, été l'objet d'une redécouverte, ses propriétés et ses qualités constructives étant pertinentes. « Face à une évolution tant de l'offre forestière et industrielle que de la demande dans le domaine du bâtiment, le bois a été constamment réinventé » [Bignon 1999]. Ce matériau a

effectivement emprunté de multiples chemins, passant par une utilisation sous la forme de nombreux produits dérivés, il est aujourd'hui mis en œuvre selon de nouveaux assemblages et de nouveaux concepts structuraux.

Ainsi, au fil du temps, les Hommes ont développé des techniques qui leur ont permis de réaliser des bâtiments de plus en plus complexes, et qui affirment, entre autres, l'évolution de la civilisation. Aujourd'hui l'Homme utilise une technologie développée et ne cesse d'inventer des matériaux et des méthodes constructives qui nécessitent une logistique pointue et innovante dans la gestion des nombreux acteurs intervenants dans la construction des bâtiments.

Cette étude, rédigée dans ce document a été effectuée dans le cadre du projet de développement du pays initié dans le secteur de l'habitat par l'Etat du Cameroun à travers le Ministère de l'urbanisation et de l'Habitat centré sur le slogan « **un habitat pour tous** », mené dans la ville d'Ebolowa situé dans la région du Sud du Cameroun dans le département de Mvila pour une période de 01 mois (du 03 Août 2020 au 03 Septembre 2020).

L'étude a pour but de contribuer à l'acceptation de l'Etat et de la population de l'emploi du matériau bois dans la construction des logements économiques et écologique dans la ville d'Ebolowa,

Plus spécifiquement prouver que la ville de par ses spécificités géotechnique et ses ressources en matériaux bois est favorable à la construction des logements en bois, identifier les essences retenues pour la construction bois et leurs emplois dans d'autres secteur, identifier les essences retenus pour la construction en bois et leurs emplois de façon spécifique dans chaque domaine de la construction des maisons en bois, identifier les exigences de réalisation d'une construction en bois et enfin de déterminer les valeurs ajoutées qu'apportera la construction des logements en bois dans la ville d'Ebolowa.

0.1 Problématique

Le bois a joué un rôle fondamental dans le dialogue de l'homme à son environnement. Premier matériau de l'architecture depuis l'aube des temps, il a donné naissance à un art de bâtir qui a précédé, puis orienté les autres modes de construction. (../..) Il nous appartient aujourd'hui de poursuivre cette créativité en engendrant des architectures qui reprendront le dialogue établi depuis l'aube des temps entre les hommes et le bois, en contribuant à la création consciente de lieux de vie dans le respect des équilibres naturels. »1

Voilà comment l'architecte Roland Schweitzer pose la question de la réintroduction du bois dans l'architecture contemporaine.

On peut alors se demander comment le bois peut répondre à la problématique actuelle de développement durable. Le bois est-il plus écologique que les autres matériaux ? Permet-il de mieux construire la ville sur la ville ? Les solutions constructives associées sont-elles économiquement et durablement efficaces ?

0.1.1 Question de recherche

Suite à ces interrogations, la question principale de recherche s'est posée :

Pourquoi devrions-nous employés aussi le Matériau bois comme matériau principale dans les constructions des logements individuels ou collectifs au Cameroun en général et dans la ville d'Ebolowa en particulier ?

0.1.2 Questions spécifiques

De la question centrale de recherche découle quatre questions spécifiques à savoir :

- Quelle sont les caractéristiques géographique, géotechnique et les ressources en matériaux bois de la ville d'Ebolowa ?
- Quelles sont les spécificités des essences répertoriées dans la ville d'Ebolowa et leurs différents emplois ?
- Quelles sont les exigences et les contraintes liés à la construction des logements en bois ?
- Quelle sont les valeurs ajoutées qu'apportera la construction des logements en bois dans la ville d'Ebolowa ?

De ce questionnement découlent les objectifs de recherche de cette étude.

0.2 Objectifs de recherche

0.2.1 Objectif Général

La Présente étude se propose de réaliser une étude technique qui contribuera à la validation de la construction des logements économique et écologique en bois dans la ville d'Ebolowa.

0.2.2 Objectifs spécifiques

Plus spécifiquement, il sera question de :

- Montrer que la ville de par ses caractéristiques géographique et ses ressources en bois est favorables pour de genre de construction et cartographier la zone d'étude ;
- Présenter les essences retenus pour la construction en bois et leurs emplois de façon spécifique dans la construction d'un logement en bois ;
- Identifier les exigences et les contraintes de réalisations d'une construction en bois ;
- Présenter les valeurs ajoutées qu'apporterons l'installation de la construction des logements en bois dans la ville d'Ebolowa.

0.3 Importance de l'étude

Les résultats de la présente étude seront utiles ainsi bien sur le plan théorique que sur le plan pratique, et se veut une capitalisation des connaissances dans le domaine environnemental/forestier ainsi que dans le domaine de la Construction bois :

- Sur le plan théorique, elle va contribuer à fournir la littérature nécessaire à ceux qui s'intéresseront à la construction des logements écologique et économique en Bois au Cameroun.

- Sur le plan pratique, elle fournira aux professionnelles bois des mesures nécessaires qui pourront contribuer à améliorer le système de construction des logements en bois au Cameroun, notamment :

- Les pouvoirs publics compétents dans le domaine de développement peuvent au travers de ces informations appréhender de façon plus claire les différentes solutions proposées en vue d'un meilleur développement urbain.

- Les opérateurs économiques (exploitants forestiers et autres) pourront valablement tirer profit de la diffusion des résultats de cette étude, afin de prendre des décisions appropriées quant à la bonne conduite des opérations entrant dans l'exploitation forestière,

surtout avec la mesure de l'arrêt de l'exportation des grumes à partir du 01 Janvier 2022 au Cameroun.

0.4 Plan de rédaction du mémoire

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

- La partie introductive qui retrace le contexte de l'étude, présente sa problématique, énumère ses objectifs et ainsi que les résultats ;
- Le premier chapitre qui présente le cadre conceptuel, réglementaire et la revue de la littérature ;
- Le deuxième chapitre qui présente l'approche méthodologique employée pour la collecte et le traitement des données.
- Le troisième chapitre qui présente les résultats, la discussion, les recommandations ; - Une conclusion

CHAPITRE 1 : CADRE CONCEPTUEL, REGLEMENTAIRE ET REVUE DE LA LITTERATURE

Le chapitre 1 est consacré à la définition de quelques concepts clés pour la compréhension de l'étude, ainsi qu'à la présentation de l'état d'avancement de la recherche sur la thématique des constructions des logements en ossature bois.

1.1.Cadre conceptuel

Cette section du document est consacrée à la clarification de quelques concepts clés à savoir : Forêts, matériau bois, bois d'œuvre, logements économique, logements écologique, ressources forestière, construction bois.

1.1.1 Forêts

La forêt pourrait être définie de plusieurs façons suivant différents critères. Plus de 90 définitions différentes de forêt sont utilisées dans la littérature scientifique (Lepers et al, 2005). Le Centre de Recherche Internationale sur la Foresterie (CIFOR) souligne que la définition fonctionnelle de la « forêt » reste peu claire. Les modalités d'application du Protocole de Kyoto précisées en 2001 dans les Accords de Marrakech permettent aux pays de spécifier leur propre définition de forêt dans la limite de certains paramètres (hauteur des arbres, hauteur du houppier et taille minimale) pour le calcul des émissions nationales. Sur la base des définitions de la FAO, les Accords de Marrakech de 2001 définissent la forêt comme

: «... une terre d'une superficie minimale comprise entre 0,05 et 1,0 hectare portant des arbres dont le houppier couvre plus de 10 à 30 % de la surface (ou ayant une densité de peuplement équivalente) et qui peuvent atteindre à maturité une hauteur minimale de 2 à 5 mètres. Une forêt peut être constituée soit de formations denses dont les divers étages et le sous-bois couvrent une forte proportion du sol, soit de formations claires. Les jeunes peuplements naturels et toutes les plantations composées d'arbres dont le houppier ne couvre pas encore 10-30 % de la superficie ou qui n'atteignent pas encore une hauteur de 2 à 5 mètres sont classés dans la catégorie des forêts, de même que les espaces faisant normalement partie des terres forestières qui sont temporairement déboisés par suite d'une

intervention humaine telle que l'abattage ou de phénomènes naturels mais qui devraient redevenir des forêts.».

La forêt peut aussi se définir comme un terrain comportant une couverture végétale dans laquelle prédominent les arbres, arbustes et autres espèces susceptibles de fournir des produits autres agricoles (Art 2- de la loi camerounaise N°94-01 du 20/01/94 portant régime des Forêts, de la Faune et de la Pêche)

1.1.2 Matériau bois

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

La norme NF B50-003 (définissant 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.

1.1.3 Bois d'œuvre

Dans la construction et la Menuiserie, c'est un bois servant de matière d'œuvre ; c'est le nom donné aux bois propres à tous les autres emplois autres que le chauffage. Plus spécifiquement il se divise en bois de service et bois de travail. Les bois de services sont ceux qui servent aux constructions civiles et navales ; les bois de travail ou d'industrie comprennent les bois employés par les différents métiers (menuiserie, ébénisterie, etc.) (Wiktionnaire)

1.1.4 Logement économique

C'est une notion proche de celle d'habitat qui intègre une dimension sociale forte ; c'est pour un être humain un besoin vital car chacun a besoin d'un toit, d'un logement pour se protéger, se construire et participer à la vie collective. En somme c'est un habitat qui sied parfaitement à des personnes aux revenus modestes qui auraient des difficultés à se loger.

1.1.5 Logement écologique

C'est un type d'habitat qui se donne pour objectif de produire l'énergie renouvelables, sans pour autant que la consommation d'énergie diminue. Elle n'est ni un label ni une norme reconnue par quelque organisme public que ce soit. On peut cependant définir plusieurs critères qui permettent de démontrer comme telle une maison écologique :

- **Une composition à partir de matériaux naturels et locaux :** (l'usage de tels matériaux doit idéalement se retrouver dans chacune des phases de la construction) ;
- **Le recours à des sources d'énergie propres et en particulier l'énergie solaire :** (capter les rayons lumineux grâce à l'emploi de panneaux solaires photovoltaïques ou des panneaux thermiques) ;
- **Une intégration au territoire :** (construire une maison écologique nécessite de prendre en compte l'environnement dans lequel on construit son habitation)
(www.findevgateway.org)

1.1.6 Constructions en bois

C'est une construction réalisée en *bois de construction* (massif ou non dans la construction neuve ou dans certaines réhabilitation), un matériau souvent promu pour sa résistance au feu et pour sa faible *empreinte carbone* (surtout si la construction est durable et que les bois utilisés proviennent d'essences locales issues de forêt locales gérées de manière soutenable). Au sens large il peut s'agir d'éléments d'infrastructures (ponts, jetée,...), maisons ou immeubles, navires (<http://fr.wikipedia.org/wiki/>),

1.2 Cadre institutionnel, Réglementaire et juridique

1.2.2 Cadre institutionnel

Il existe des acteurs incontournables dans le domaine de la construction en bois qui sont davantage sensibilisés aux questions de la promotion de l'utilisation de ce matériau pour bâtir, ou plus aptes à concevoir, fabriquer et construire en bois

Plusieurs organismes (publics et privés) s'intéressent au commerce et à la mise en œuvre du bois dans les domaines de la construction Cameroun :

➤ **Ministère des Forêts et de la Faune (MINFOF)**

Le MINFOF est la plus haute hiérarchie des questions forestières au Cameroun. Il définit la politique et élabore les lois en matière de gestion forestière ainsi que leurs décrets d'application, il nomme des responsables dans les délégations décentralisées. Le MINFOF a élaboré en 2014 un document intitulé « annuaire statistique du Ministère des forêts et de la faune » premier du genre dans ce département ministériel. Ce document présente en son chapitre trois le programme 963 portant valorisation et promotion des ressources forestières ligneuses et non ligneuses et centré autour de quatre actions notamment la promotion des essences et la commercialisation du bois, l'encouragement de l'intensification de la valorisation du bois, le développement de la filière bois énergie, le développement des filières Produits Forestiers Non Ligneux (PFNL).

➤ **Ministère de l'Environnement et des forêts (MINEF)**

Créé en 1992, il est chargé de la conception et de la mise en œuvre de la politique de l'Etat en matière de forêts et de la faune. Le document énonçant la politique forestière du Cameroun a été publié en 1993 (MINEF, 1993) ; le but poursuivi par l'Etat dans cette nouvelle politique étant «de pérenniser et de développer les fonctions économiques, écologiques et sociales des forêts dans le cadre d'une gestion intégrée qui assure de façon soutenue et durable la conservation et l'utilisation des écosystèmes forestiers ».

➤ **Ministère de l'économie, de la planification et de l'aménagement du territoire (MINEPAT)**

Il définit les objectifs et les priorités sur lesquels se fondent les programmes indicatifs, il sélectionne les projets et les programmes, prépare et présente les dossiers des projets et des programmes, il coordonne, programme et suit la mise en œuvre de la coopération.

➤ **Les entreprises de construction en bois et les charpentiers**

Bien vraie que l'on en trouve pas réellement au Cameroun, la plupart de ces entreprises en occident ont une structure artisanale et familiale, avec un personnel hautement qualifié. Il existe des entreprises de petite taille ayant une activité locale, ainsi que des grandes sociétés travaillant à plus grande échelle. Le domaine d'activité de ces entrepreneurs bois peut englober généralement : les aménagements de combles, les charpentes lamellées-collées, industrielles et traditionnelles, le colombage, l'ébénisterie, la menuiserie, l'ossature bois, etc.

➤ **Les bureaux d'études techniques et les ingénieurs 'bois'**

Les bureaux d'études techniques peuvent être spécialisés dans ce domaine, composés d'ingénieurs 'bois' qui travaillent sur la conception, le chantier, l'économie, l'exécution, l'expertise de la construction en bois. Dans ce domaine plus qu'ailleurs encore, une étroite coopération est indispensable entre architectes et ingénieurs. « Pour optimiser les structures porteuses, la collaboration entre architectes et autres acteurs est aujourd'hui resserrée pour aboutir à une utilisation optimale du matériau » [Schweitzer 2005].

➤ **Les fabricants**

Ces fabricants assurent diverses prestations et services tels que : la découpe, le décolletage, le défonçage du bois, le rabotage, le séchage, le tournage, le placage, etc. Leur champ d'intervention peut couvrir :

- les composants bois industrialisés ;
- les accessoires pour la construction, la quincaillerie, l'outillage, etc.
- le bois comme matériau d'isolation, de calfeutrement, d'étanchéité ;
- les menuiseries ;
- les panneaux et plaques ;
- le parement intérieur et le revêtement de sols ;
- les revêtements et bardages extérieurs ;
- l'étuvage, le rabotage, le séchage et le traitement par trempage ou autoclave.

➤ **Les organismes de recherche et de promotion**

Ces organismes participent à la promotion du bois, et peuvent jouer un rôle de Consultant dans un projet de construction en bois. On peut noter parmi eux :

- Le centre technique de Promotions du bois (CTPB) : sa mission est de promouvoir le progrès technique, de participer à l'amélioration du rendement et à la garantie de la qualité dans l'industrie. Il travaille dans les différents domaines de la filière : exploitation forestière et scierie, charpente, menuiserie, structure, panneaux dérivés du bois, ameublement, emballages et produits divers.
- Les laboratoires universitaires et les centres de transferts (labo-Génie, etc.)

1.2.3 Cadre Réglementaire et Juridique

Le dispositif réglementaire et juridique qui s'y rapporte à la construction d'une maison en bois repose principalement sur :

➤ **Les assurances obligatoires pour la construction d'une maison en bois**

Il est indispensable d'assurer la construction d'une maison. En effet, un tel chantier entraîne forcément des risques importants. Il existe ainsi plusieurs assurances, obligatoires ou non, auxquelles le futur propriétaire peut souscrire :

- **L'assurance dommages-ouvrages**

Que l'on souhaite construire une maison à ossature bois ou non, l'on est dans l'obligation de souscrire à une assurance dommages-ouvrages. Cette obligation est indiquée dans la loi « *Spinetta du 4 janvier 1978* ». Une telle assurance permet de couvrir le propriétaire dans le cas de dommages physiques sur la structure de sa maison. Cette assurance débute dès réception des travaux, et s'étale sur une durée de dix ans. Même si elle est obligatoire, les assureurs ne vont pas forcément accepter une assurance dommages-ouvrages. Ils pourraient ainsi être réticents pour les maisons en kit et l'auto-construction. La présence d'un architecte sera un plus pour souscrire à cette assurance. En cas de non-souscription, la responsabilité pénale du propriétaire n'est pas en cause... mais il risque de perdre beaucoup d'argent.

- **L'assurance tous risques chantiers**

Malheureusement, l'assurance dommages-ouvrages ne couvre pas la maison en bois pendant les travaux. Voilà pourquoi il peut être intéressant de souscrire à une assurance tous risques chantiers (TRC).

Cette assurance facultative va agir comme un complément de l'assurance décennale. Elle permet de couvrir les dommages en cas d'accident durant les travaux.

➤ **Les réglementations pour la construction d'une maison**

Ce n'est pas parce que l'on décide de construire une habitation en bois que la maison ne devra pas respecter les réglementations habituelles. Il existe ainsi des réglementations qui s'appliquent pour la construction de n'importe quelle maison individuelle :

• **La réglementation thermique**

Depuis 2013 en France, la construction d'un logement individuel est encadrée par la réglementation thermique 2012 (RT 2012). Cette dernière vise à la construction d'une maison mieux isolée et moins gourmande en énergie.

Le bois est un matériau naturellement isolant. Cela n'empêchera cependant pas d'investir dans des isolants spécifiques pour les murs et plafonds.

La RT 2012 impose entre autres des seuils d'isolation pour la dalle, les murs ainsi que la toiture. L'intérêt de bien respecter cette norme est que la maison en bois sera économe et respectueuse de l'environnement.

• **La réglementation sismique**

La construction d'une bâtisse en bois sur une zone sismique sera particulièrement surveillée. Avec le Plan Séisme, en vigueur au Cameroun, les réglementations sont de plus en plus strictes concernant la construction parasismique.

Si une construction est faite en zone sismique, l'on aura l'obligation de prendre des précautions dans la construction, et de suivre une série de normes.

On évitera alors les kits de construction en bois, qui ne sont pas forcément conçus pour les zones sismiques.

➤ **Les normes pour les constructions en bois**

Les maisons en bois vont être encadrées par différentes règles et par des normes spécifiques. Nous allons lister les différents règlements qui peuvent encadrer leur construction :

- **Les Eurocodes**

Des réglementations européennes encadrent la construction de bâtiments. C'est le cas des Eurocodes, qui visent à uniformiser les méthodes de calculs pour le dimensionnement d'une structure.

Deux Eurocodes s'intéressent particulièrement aux constructions à ossature bois :

L'Eurocode 5 : encadre les calculs de conception d'une charpente en bois.

L'Eurocode 8 : définit les calculs de résistance sismique des constructions. Il précise des règles particulières pour les constructions en bois.

- **Les Documents Techniques Unifiés**

Les DTU sont des documents de référence, qui rassemblent les règles techniques relatives à l'exécution d'un chantier de construction.

Pour une maison en bois, on peut se fier aux DTU suivants :

Le 31.1 DTU : qui encadre la construction de charpentes et escaliers en bois.

Le 31.2 DTU : qui définit les chantiers de construction des bâtiments à ossature bois.

Le 41.2 DTU : qui s'attarde sur la pose des bardages extérieurs (en bois ou non).

Il est indispensable de respecter les DTU au moment du chantier, sans quoi un assureur pourrait refuser de la couvrir ou de rembourser des indemnités suite à des dommages.

1.3 Revue de la littérature

1.3.1 Bois et bilan écologique des matériaux

Le bois est l'unique matériau couramment utilisable en structure qui soit une matière première renouvelable. De plus, c'est un puits de carbone important à l'échelle planétaire. La prise de conscience écologique devrait donc assurer au bois une progression significative dans le secteur de la construction, ainsi que le relève une étude récente qui souligne « le gisement potentiel encore conséquent de la maison en bois, laquelle pourrait s'attribuer 15 à 20% du marché global »¹. Mais, c'est un peu plus compliqué.

La nécessité d'adopter des comportements responsables d'un point de vue environnemental dépasse largement les caractéristiques carbonées de tel ou tel matériau : l'essentiel de la consommation d'énergie d'un logement se concentre en effet durant la durée de vie du bâtiment - chauffage, eau chaude sanitaire, électricité, entretien ; et ce choix s'avère plus ou moins vertueux selon la localisation.

Concernant le choix des matériaux de construction, une étude très récente établit que les options bois et béton sont en fait équivalentes du point de vue des performances thermiques, et relativement similaires en termes d'émissions de CO₂ (se reporter à l'étude Qualité environnementale des bâtiments dont un résumé est donné pages 14 et 15).

Un autre aspect intéressant du bois sur le plan environnemental est son caractère recyclable, par opposition au béton par exemple qui ne peut pas être strictement recyclé - mais uniquement concassé afin d'être réutilisé pour le soubassement des routes ou la consolidation des infrastructures. On fabrique ainsi 25 milliards de tonnes de béton chaque année et, selon une étude récente du World Business Council for Sustainable Development⁴, l'Europe, les Etats-Unis et le Japon produisent annuellement une masse de 900 millions de tonnes de déchets de construction, dont une bonne partie est composée de béton.

Pour autant, il ne faut pas oublier que le caractère recyclable du bois dépend des traitements fongicides et insecticides appliqués ; par exemple, les traitements CCA (Cuivre Arsenic Chrome sont toxiques) rendent le bois impropre à sa transformation en énergie, et son recyclage devient alors très complexe.

Enfin, le bilan écologique du bois dépend fortement de sa provenance : aujourd'hui, le bois utilisé dans la construction en France est majoritairement importé (pays nordique, Russie, Afrique et Asie). Des progrès importants restent donc à faire pour pouvoir construire durable en bois en France.

Il n'en reste pas moins que le bois est un puits de carbone à l'échelle planétaire. Et c'est certainement là qu'il présente le meilleur avantage à court-terme d'un point de vue écologique. Ainsi, Olivier Sidler, directeur du bureau d'études Enertech, rappelle qu'« une tonne de bois stocke 500kg de carbone. (...). Ce qui signifie que construire en bois permet de réduire la quantité de CO₂ dans l'atmosphère. Certes, à l'échelle de deux siècles, ou moins, ce bâtiment sera endommagé et probablement démolé, son bois finira donc tôt ou tard par relâcher son carbone. (...). Pour autant, à l'échelle de quelques décennies – la première étape cruciale consistant à inverser la courbe de concentration des gaz à effet de serre se situant en 2015, cette solution est bel et bien réductrice de gaz à effet de serre. »

Enfin, n'oublions pas qu'il n'y a aucun matériau qui puisse satisfaire à lui seul la construction de tous les types de bâtiments. D'autant plus que si l'usage du bois dans le nord de l'Europe est particulièrement bien adapté parce que ce sont des régions froides et que le bois y est une ressource de proximité, lorsque l'approvisionnement s'effectue au prix de milliers de kilomètres parcourus par la route, son emploi risque d'être plus critiquable. Le propos n'est donc pas d'opposer les matériaux entre eux, mais bien d'utiliser intelligemment leur complémentarité.

1.3.2 étude qualité environnementale des bâtiments

Quels sont les systèmes constructifs les plus vertueux d'un point de vue thermique et environnemental ? c'est la question à laquelle a tenté de répondre une étude parue en 2009. Commanditée par le Centre d'Information sur le ciment et ses applications (Cimbeton) en accord avec les filières concernées, l'étude a été réalisée par un cabinet d'étude indépendant, Ecobilan, avec le concours de différents bureaux d'études techniques.

L'étude s'est attachée à analyser de manière approfondie une maison témoin dite « Mozart » bâtiment de plain-pied de 100m² habitables sous combles non aménagés sur toute sa durée de vie : production, mise en œuvre, vie, déconstruction et recyclage de la totalité des matériaux. Le modèle a été décliné selon cinq typologies constructives en parois verticales

(plancher, plafond et toiture identiques pour les 5 modèles) : bloc béton, ossature bois, briques, béton cellulaire ou briques Mono mur terre cuite.

Les résultats des bilans énergétiques et environnementaux diffèrent relativement peu selon les options constructives ont présentés que : Le bois s'avère l'option la plus favorable concernant les émissions de CO2 juste après le bloc béton (7% plus émetteur), tandis que sur le plan énergétique, l'option bloc béton l'emporte très légèrement. Il faut par ailleurs relativiser ces résultats en notant que la marge d'erreur de ces calculs est d'environ 10%. Enfin, il faut noter que, pour le béton, le choix de mis en œuvre (bloc béton, béton banché ou béton cellulaire) modifie significativement les performances énergétiques et environnementales. Il faut donc regarder de près les techniques constructives mises en œuvre pour pouvoir évaluer la pertinence environnementale d'une solution.

En fait, c'est surtout que les avantages ou inconvénients d'un matériau s'effacent facilement derrière la consommation énergétique durant la vie du bâtiment qui représente entre 50 et 70% de sa consommation énergétique totale. Raison pour laquelle le facteur prépondérant s'avère être la géographie et le climat.

1.3.3 Bois, vecteur d'innovation constructive

Le bois est le matériau de la mixité. Depuis bien longtemps, le bois porte, renforce, résiste, accompagne et dialogue avec les autres matériaux de l'architecture. Il semble même que bien avant les autres, il ait su tirer parti de cette richesse. Ces qualités dans le dialogue, tant constructif qu'esthétique, confèrent au bois une grande richesse dans les opérations de densification urbaine. Par ailleurs, le bois présente en tant que matériau des propriétés uniques qui en font, depuis toujours, un très bon candidat pour construire : léger et résistant, il remplit tous les besoins en structure ou parement dans les constructions de taille moyenne et permet de construire même lorsque le chantier est très difficile d'accès ; facile à découper et à assembler, il s'adapte dans tous les contextes et sa mise en œuvre est rapide.

Enfin, le bois permet une préfabrication en atelier très importante, offrant au constructeur la possibilité d'optimiser les temps de réalisation et au maître d'ouvrage de réduire les temps d'intervention sur le chantier. Atouts particulièrement utiles lorsqu'il s'agit d'intervenir dans un contexte urbain complexe, avec un existant et des contraintes fortes.

Mais, au-delà de ses aspects pratiques, le bois porte surtout une symbolique forte qui nous renvoie à un besoin d'une ville moins minérale, plus organique. Ainsi, « le bois combiné à d'autres matériaux donne un cachet si particulier à une réalisation, qui lui confère un caractère de proximité qu'aucun autre matériau ne saurait produire. L'explication tient sûrement dans le fait que le bois conserve en lui une référence à son origine. Malgré toutes les transformations qu'il peut subir, il continue à évoquer, de près ou de loin, l'arbre et la forêt.

1.3.4 Principaux systèmes constructifs en bois

- Le lamellé-collé

Élément structurel obtenu par collage de lamelles de bois dont le fil est généralement parallèle, le lamellé-collé est le procédé le plus utilisé dans la construction bois. Stable et sans fentes, il offre un bon rapport caractéristiques mécaniques/ masse volumique, entraînant des économies sur les fondations, et se prête aux formes architecturales complexes (arcs curvilignes, portiques...). Il permet des portées exceptionnelles (105 m pour le palais des Expositions d'Avignon, 130 m pour le Stade de Poitiers).

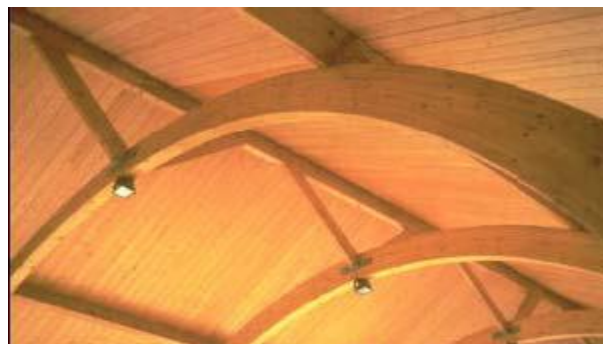


Figure 1 : La charpente lamellée collée

- Les poutres et poteaux contrecollés

Le bois contrecollé est similaire au lamellé-collé mais avec des lames de sections supérieures qui sont assemblées par 2, 3 ou 4. Les poutres et poteaux contrecollés bénéficient de la même classe de résistance que le bois massif. Il peut être utilisé comme bois de structure en poteaux, pannes, solives, chevrons et contreventements. Et a pour avantages, la possibilité de traitement classe 2 par trempage et classe 3 par autoclave - collage résistant aux intempéries - rectitude des poutres et poteaux.



Figure.2 : Les poutres et poteaux contrecollés

- **Les poutres composites en I**

Poutres dont la section en forme de I est composée de membrures généralement en bois et d'âme en bois ou panneaux dérivés du bois. Elles sont utilisées pour les solivages de plancher et pannes ou chevrons de couverture - poteaux d'ossature pour des parois à très forte isolation ainsi que pour la réalisation de petites fermes portiques. Et a pour avantages : réduction des ponts thermiques - légèreté, facilité d'utilisation - grande stabilité dimensionnelle - charge admissible élevée - installation de gaines techniques facilitée



Figure. 3 : Les poutres et poteaux contrecollés

- **L'ossature bois**

Le système constructif de l'ossature bois consiste à ériger une trame régulière et faiblement espacée de pièces verticales en bois de petite section, les montants, et de pièces horizontales hautes, basses et médianes, les traverses et entretoises. Sur cette ossature, supportant planchers et toiture, est fixé un voile en panneau dérivé du bois qui assure le contreventement. L'isolant thermique s'insère entre les panneaux qui recouvrent les parements intérieurs et extérieurs. Ce système est utilisé pour les murs de maison ou

immeuble intégrant isolation et réseaux et a pour avantages : stabilité dimensionnelle - faible épaisseur - coût - préfabrication importante



Figure.4 : L'ossature bois

- **Le LVL (Laminated Veneer Lumber) ou KLH**

Il désigne un matériau composé de placages minces de bois collés à fil parallèle. Il permet une utilisation - par recoupe de plateaux - soit en membrure de poutre composite en I, soit disposé sur chant, directement comme poutre à section rectangulaire, soit encore comme un panneau autoporteur.



Figure.5 : Le LVL (Laminated Veneer Lumber)

1.3.5 Les exigences du processus de conception d'un bâtiment en bois

Quatre exigences émergent durant le processus de conception de bâtiments en bois, et doivent être maîtrisées par les concepteurs : la maîtrise des solutions techniques, la rigueur de la définition du projet, l'anticipation de l'organisation de chantier et la prise en compte des problèmes de maintenance.

- **La maîtrise des solutions techniques**

La construction en bois crée aujourd'hui une situation neuve pour nombre des intervenants de la filière bâtiment, qui est bien plus qu'une simple transformation technologique. Il existe un problème quant à la redéfinition des rôles propres de chacun des acteurs dans la filière, plus spécifiquement celui de l'architecte. En effet, ce dernier est invité à retrouver un nouveau rôle de concepteur maîtrisant les solutions technologiques dans le processus 'conception-construction'. « A priori, s'il y a un produit nouveau, le rôle de leader revient aux acteurs de la filière dont la fonction est la conception des produits, alors qu'en l'absence de renouvellement notable, il est exercé par ceux dont la fonction est organisationnelle ou commerciale » [Lochu 1983].

Dans la construction bois, les industriels jouent un rôle important. Cependant, leurs échanges avec les architectes dans la phase de conception restent limités. « A quelques exceptions près, il n'existe pas de traditions de travail conjoint entre les architectes et les industriels » [Bignon 1986]. En admettant que le projet d'une construction en bois fédère des entités fortement formalisées, l'architecte pourra modifier ses comportements de conception en coopérant avec les industriels. « Il faut que les architectes comprennent le monde industriel. Il ne s'agit pas qu'ils arrivent dans l'usine en disant « Voilà ce dont j'ai envie, essayez de me le fabriquer ». Il faut au contraire qu'ils aient l'humilité de comprendre l'outil industriel, de se mettre à son écoute, de saisir ce qu'il peut faire. Mais pour cela, il faut connaître son langage, ses possibilités et ses limites. Alors, ils pourront dire à l'industriel « voilà ce qu'on pourrait faire avec votre outil » » [Sarfati 1978].

Malheureusement, ce type de coopération n'est pas prescrit par la loi MOP, qui stipule le travail avec les entreprises seulement en phase aval du projet, après la passation des marchés.

- **La rigueur et la précision de la conception du projet**

La construction en bois invite à plus d'exactitude. C'est une technique qui demande une mise en œuvre rigoureuse. Elle exige une certaine précision, car le rattrapage y est moins facile qu'en maçonnerie (avec la maçonnerie, on peut toujours rattraper un petit écart de dimension, mais ce n'est pas le cas du bois). Le matériau impose une grande précision, il faut donc que tout soit bien dessiné dans les plans d'architectes [Braghieri 2004]. « Le bois est un

matériau exigeant, qui ne supporte pas les défauts de conception. Le comportement et la durée de vie de l'ouvrage en dépendent. Ainsi, il est absolument nécessaire de s'entourer de partenaires ayant la connaissance et l'expérience de ce matériau » [Calvi 1998]. Ces caractéristiques exigent des concepteurs une rigueur et une précision importantes dans le travail de conception « Il existe une nécessité de s'attarder sur la définition statique des ouvrages en bois » [Trancart 1997], d'où l'intérêt d'assister la conception coopérative des nombreux détails d'assemblage, de juxtaposition et de montage des différents éléments en bois.

- **L'anticipation de l'organisation de chantier**

D'une façon générale, on cherche, pour des raisons économiques, à raccourcir au maximum la durée du chantier afin de commencer au plus tôt à rentabiliser le bâtiment. Cela nécessite donc de la part du conducteur de chantier (architecte ou entreprise générale) de prévoir une organisation optimale du déroulement des différentes phases. Il faut anticiper afin de gérer au mieux la mise en œuvre des moyens matériels et humains. Dans le domaine de la construction en bois, depuis le processus de conception, l'architecte doit prendre en compte la rationalisation des opérations du chantier et doit penser à l'ordre du montage de la construction (qui commence ? qui suit ? etc.) Prévoir de construire la charpente et la toiture avant les murs pour protéger la construction ou éviter un certain nombre de problèmes d'assemblage, induit un mode d'organisation du chantier particulier et un découpage adapté en éléments de la construction en bois.

Ainsi, il ne s'agit pas, pour organiser un chantier, de viser seulement une meilleure distribution et une meilleure application des énergies, mais de conduire la conception et l'élaboration même du projet en bois en étroite corrélation avec l'anticipation de sa réalisation.

- **L'intégration de la maintenance dans le processus de conception**

Dans une construction en bois, le choix d'une solution technique ou d'une essence de bois se fait généralement en fonction de ce qui conviendra le mieux à l'usage tout en restant dans l'enveloppe financière d'investissements. Il importe donc à l'architecte d'évaluer dès la conception si les moyens d'exploitation-maintenance prévus permettent de garantir les

performances initiales. Idéalement, il doit œuvrer à privilégier des solutions et à en éliminer d'autres pour réduire au maximum les coûts de maintenance. La volumétrie d'une construction en bois, la nature des essences, le choix des traitements, et le climat du site (humide ou sec, intempéries, etc.) concourent principalement à la qualité architecturale. La prise en compte de l'exploitation- maintenance permet à l'architecte d'intégrer l'examen du comportement des éléments bois face aux phénomènes climatiques, aux conditions de nettoyage, d'éclairage naturel, etc. et ainsi choisir les essences ayant les propriétés les plus adaptées aux usages attendus.

1.3-6 Les exigences techniques de la construction en bois

La construction en bois s'organise autour de systèmes constructifs qui ont évolué suivant deux directions. La première tire ses origines de l'abri primitif, la hutte de branchages sommairement dressés ou liés, dans laquelle les structures sont parfaitement homogènes et la notion de mur n'intervient pas. La seconde est issue de la distinction de deux fonctions 'couvrir et clore'. Le système comprend un comble charpenté qui reçoit la couverture, et des parois définissant le volume de l'édifice. Cette dissociation du mur et du comble amène à traiter isolément d'une part l'architecture de bois s'articulant principalement autour de trois types de structures (la construction à ossature bois, poteaux poutres et en bois massif), et d'autre part la charpente en bois pouvant être portée par une architecture de pierre ou d'autres matériaux [Natterer et al. 1994]

- La construction à ossature bois, un système réglé au centimètre

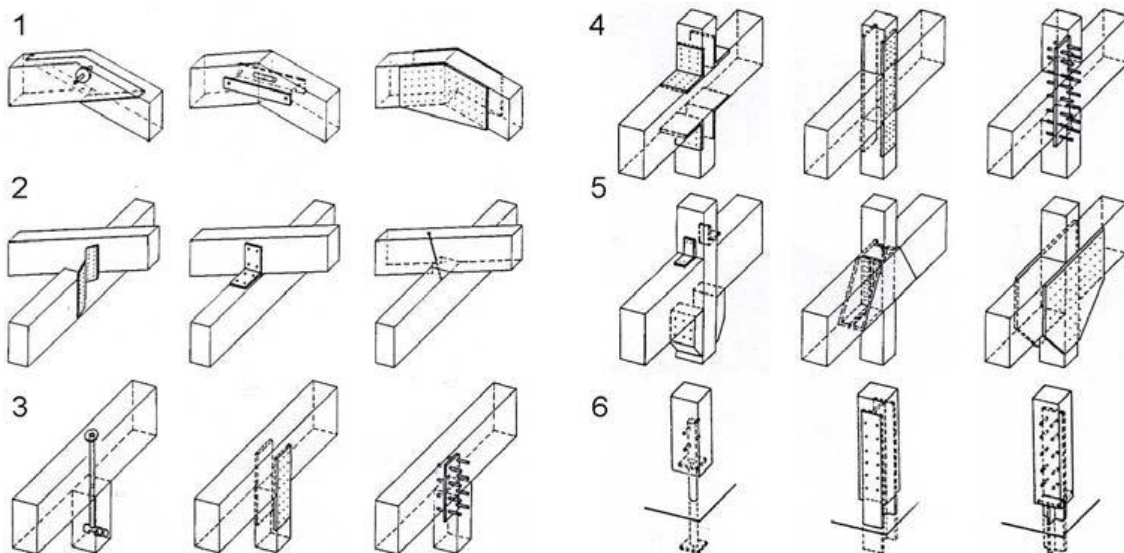
La structure est composée d'un tramage régulier de pièces de bois verticales (les montants), et de pièces horizontales en partie haute, basse et médiane (les traverses et les entretoises). L'ensemble forme ainsi une ossature sur laquelle sont fixés planches ou panneaux composant les parois.

Ce système possède une grande flexibilité constructive. Il peut être fabriqué sur site ou préfabriqué industriellement en éléments standard ou sur mesure. Ce type de construction nécessite donc une grande rigueur et une grande précision. Les abords du chantier doivent être particulièrement soignés, et les éléments préfabriqués doivent répondre à une exigence de fabrication au centimètre près.

- La construction poteaux – poutres, un système nécessitant une qualité des détails

Le système poteau-poutre, présente une structure porteuse composée de poteaux et de poutres de fortes sections.

L'apparition des poutres en bois reconstituées (BLC, PSL, LVL, etc.) qui sont caractérisées par une grande résistance à la flexion a permis d'augmenter la portée des portiques. Ce type de structure réclame un examen attentif du mode de contreventement selon des plans longitudinaux, transversaux et en plan. La connaissance des détails d'assemblage des éléments de structure est fondamentale pour obtenir une conception cohérente. C'est un système où les détails constructifs prennent une grande importance, et qui exige une ingénierie de production qualifiée.



- 1- Liaison entre arbalétriers en faîtage
- 2- Liaison entre panne sablière et arbalétrier
- 3- Liaison poutre sur poteau

- 4- Liaison poutre traversante entre poteaux
- 5- Liaison poteaux traversante entre poutres
- 6- Pieds de poteaux

Figure.6 : Quelques techniques d'assemblages utilisés dans la construction en bois

- La construction en bois massif / madriers empilés, un système nécessitant une anticipation de l'assemblage

La construction en bois empilé est un système très ancien. Les murs sont composés de rondins (25 à 35 cm de diamètre), de madriers calibrés, empilés et assemblés (assemblages d'angle à mi-bois, etc.). La construction peut être pré montée dans les entreprises fabricantes,

les troncs sont alors percés verticalement pour recevoir les chevilles. La construction est alors démontée puis reconstruite sur le site définitif. Un tel procédé impose une attention particulière vis-à-vis de l'établissement préalable de l'ordre de montage et de démontage des différents éléments.

Nous n'approfondirons pas les contraintes et exigences techniques liées aux autres procédés plus au moins utilisés appartenant à cette famille de systèmes constructifs tels que les panneaux contrecollés, les éléments composites industrialisés de parois, etc.

CHAPITRE 2 : APPROCHE METHODOLOGIQUE

Le présent chapitre présente à la fois le lieu de stage en lien avec le sujet (Direction où le stage a été effectué), la zone d'étude, les sources de données, le matériel et les outils utilisés, ainsi que les méthodes mises en œuvre pour la collecte et l'analyse des données.

2.1 Présentation du lieu de stage

2.1.1 Historique

L'entreprise **DUCH TECHNOLOGY** est une entreprise privée installée au Cameroun depuis 2017 dans la région du Centre plus précisément à Yaoundé département du MFOUMDI. Elle voit le jour grâce à son promoteur **M. EYINGA OTYA'A Harnold** qui est à la base un Ingénieur en bois mais aussi un PLET en sciences Technique du Bois. Passionné par le bâtiment en général, il décide après avoir obtenus ses diplômes de l'Ecole Nationale Supérieur de Polytechnique de Yaoundé d'ouvrir en plus de son site de transformation du bois un Bureau d'Etude travaillant exclusivement dans le Bâtiment et Travaux Public.

2.1.2 Organisation

D'une manière générale **DUCH TECHNOLOGY** est d'une organisation simple : notamment à sa tête un Directeur ; une secrétaire et un groupe d'expert ingénieur qui sont charge de la réalisation des consultations auprès des entreprises/particulier, client sur plusieurs domaines techniques dont la structure est orientée (Électricité, plomberie, maçonnerie...)

2.2 Présentation de zone d'étude

2.2.1 Historique de la ville et Localisation de la zone d'étude

Créée par arrêté n°3420 du 10/12/1947, portant promulgation de la loi du 18/11/1947 réorganisant le régime municipal au Cameroun, la commune d'Ebolowa changera de statut et deviendra tour à tour et au fil du temps : (commune d'Ebolowa ; commune plein exercice d'Ebolowa ; commune urbaine d'Ebolowa ; commune urbaine à régime spécial d'Ebolowa au lendemain du 25/11/1993 enfin Communauté Urbaine d'Ebolowa en 2008 par décret N°2008/023 du 17 Janvier 2008 regroupant les communes d'Ebolowa 1^{er} et Ebolowa 2^{ième}.

La ville d'Ebolowa de son nom d'origine « Ebolowo'o » qui signifie « chimpanzé pourri » en traduction Bulu.

La majorité des infrastructures étaient fait en brique de terre cuite, d'autre en piquet recouvert par la boue (potopoto) et certains en planche.



PAROISSE EPC D'ELAT en Brique de Terre



MAISON EN PIQUET+BOUE

MAISON EN BRIQUE AU QUARTIER ODIN



MAISON EN BOIS AU QUARTIER ABAN



Notre projet sera acclimaté dans la région du Sud Cameroun, plus précisément dans la ville d'Ebolowa chef-lieu Ebolowa, département de la Mvila, sis au quartier **NGalane**.

Longitude 2°54'37.40"N et latitude 11° 8'55.11"E pour le monument **Martin Paul Samba**. Ebolowa est une ville camerounaise située au cœur de la forêt équatoriale. C'est le chef-lieu de la Région du Sud et du département de la Mvilla. Altitude Min. 570 m – Max. 620 m

Superficie 56 000 ha = 56 km², Météo : 22 °C, vent SO à 6 km/h, 93 % d'humidité

Population : 250 000 hab. (2019), Densité de 4464 hab./km².

2.2.2 Climat

Le climat d'Ebolowa en général et de NGalane en particulier est de type équatorial humide à quatre saisons avec les précipitations moyennes annuelles oscillant entre 1500 et 2000 mm (. On distingue deux périodes de pointe :

➤ La grande saison des pluies de septembre à novembre et la petite saison des pluies de Mars à Mai ;

➤ La grande saison sèche se situe entre décembre et février. La température moyenne annuelle est de 24.4 °C.

2.2.3. Relief et le sol

La région du Sud du Cameroun a une altitude qui oscille entre 650 et 900 m ; elle a un relief accidenté par endroits du fait des collines isolées ou des complexes de collines, des pentes variables et la présence de quelques roches. Les sols de la région sont de texture sablonneuse, poreux et ne retiennent pas l'eau et les éléments nutritifs. Ils sont de couleur brun-jaunâtre ou blanchâtre. Formés de sable fin, parfois recouverts de vase aux abords des cours d'eau. On y distingue 4 grands groupes de sols (Nlomo, 2000) :

- Les sols ferralitiques acides ;
- Les sols d'apports marins recouverts par la mangrove ;
- Les sols d'apports fluvial, qu'on retrouve le long de la Sanaga et de ses Affluents et sur les îlots de sable en saison sèche ;
- Les sols hydro morphes le long des marécages.

2.2.4 Flore

La végétation de la région du Sud en générale et celle d'Ebolowa en particulier est dominée par les forêts denses humides Sempervirentes de basse et moyenne altitudes à *Sacoglottis gabonensis* et *Lophira alata*, du sous type biafréenne (Letouzey, 1985). Elle est composée de 4 grands groupes (CENADEFOR, 1985) :

- Une forêt dense humide sempervirente périodiquement inondée à *Mitragyna spp*;
- Une mangrove à *Avicenne nitida* et *Rhizophora spp*. Dans les estuaires du Nyong, de la Sanaga de la Di Bamba et du Wouri et le long des criques ;
- Une forêt dense humide sempervirente à *Césalpiniacée* et *Myristicaceae*.

Cette région du Sud est riche en essences commercialisables dont les plus importantes sont représentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Liste de quelques essences commercialisables dans la région du Sud

NOM COMMUN	NOM SCIENTIFIQUE	FAMILLE
Ayous	<i>Triphochiton scleroxylon</i>	Sterculiaceae
Azobé	<i>Lophira alata</i>	Ochnaceae
Doussié	<i>Afzelia bipindensis</i>	Cesalpiniaceae
Moabi	<i>Baillonella toxiisperma</i>	Sapotaceae
Sapelli	<i>Entandrophragma cylindricum</i>	Meliaceae
Sipo	<i>E. utile</i>	Meliaceae
Kossipo	<i>E. candolei</i>	Meliaceae
Tiama	<i>E. angolensis</i>	Meliaceae
Iroko	<i>Milicia excelsa</i>	Moraceae
Fraké	<i>Terminalia superba</i>	Combretaceae
Beté	<i>Mansonia altissima</i>	Sterculiaceae
Tali	<i>Erythroploeum ivorensis</i>	Cesalpiniaceae
Acajou	<i>Khaya sp</i>	Meliaceae
Fromager	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae
Bilinga	<i>Nauclea diderrichii</i>	Rubiaceae
Padouk	<i>Pterocarpus soyauxii</i>	Fabaceae
Kotibé	<i>Nesogordonia papaverifera</i>	Sterculiaceae
Bibolo	<i>Lovoa trichilioides</i>	Meliaceae
Aningré	<i>Aningeria sp</i>	Sapotaceae
Ilomba	<i>Picnanthus angolensis</i>	Myristicaceae
Assamela	<i>Pericopsis elata</i>	Papilionaceae
Bossé	<i>Guarea cedrata</i>	Meliaceae
Wengué	<i>Millettia lorentii</i>	Fabaceae
Mouvingui	<i>Distemonantus bentamianus</i>	Cesalpiniaceae

Source : MINFOF (2019).

2.3. Matériels et Méthodes

Cette section du document est consacrée à la présentation du matériel et des techniques utilisés pour parvenir à la réalisation des différents objectifs de l'étude. Elle s'articule autour de deux grands éléments à savoir :

- La réalisation d'une cartographie de la localisation de notre zone d'étude
- La Présentation des méthodes utilisées pour réalisations des différents objectifs spécifiques en relation avec notre thématique.

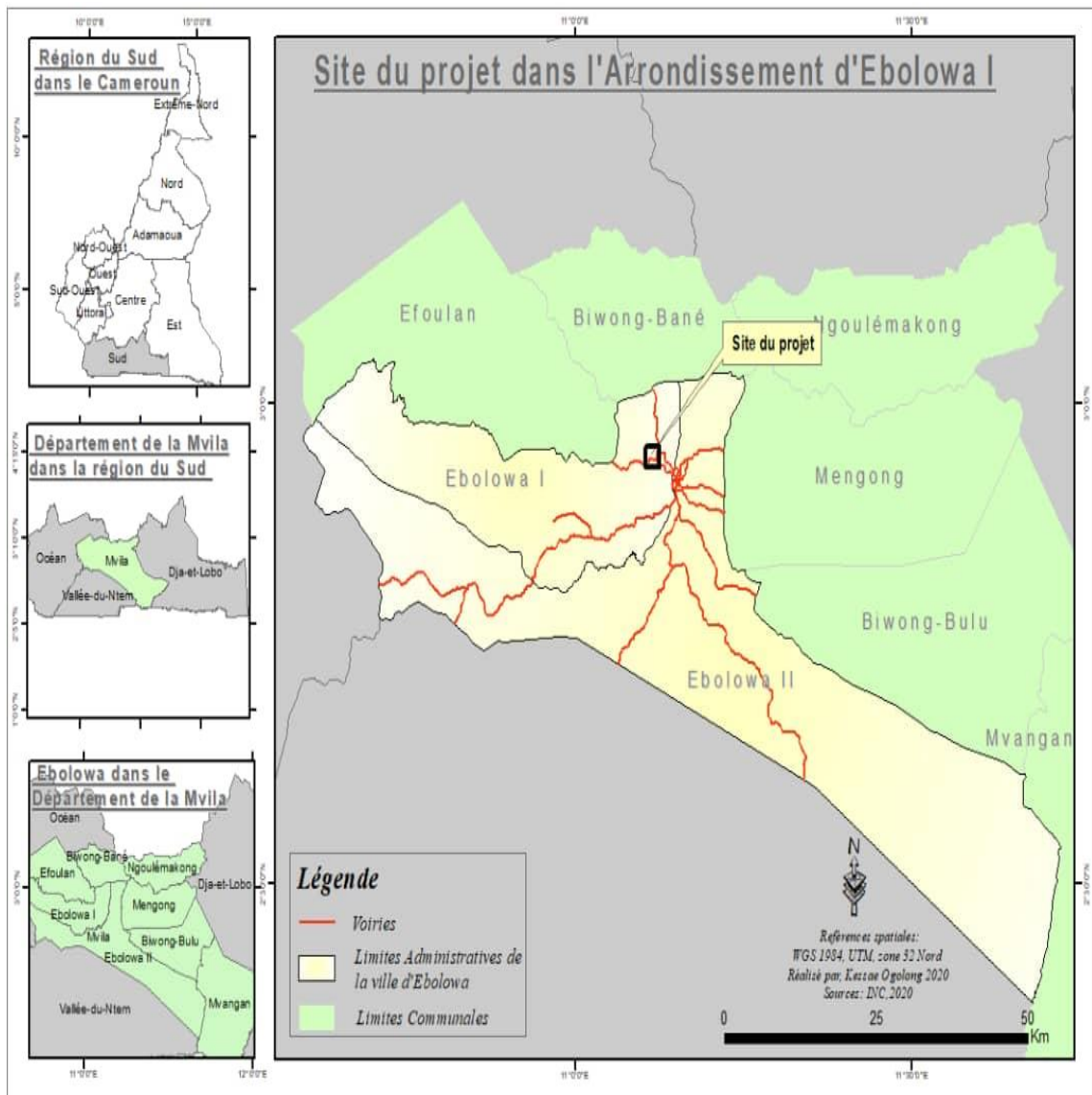


Figure 7 : carte détaillée de la zone d'étude

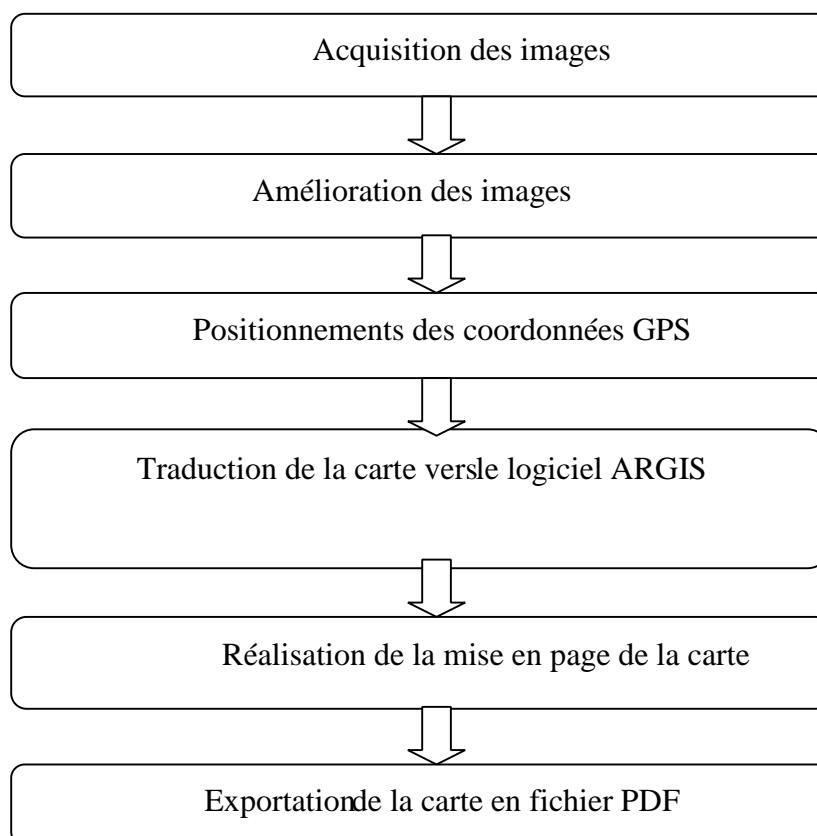
Source : WGS 1944, UTM, zone 32N adapté par KESSAE OGOLONG.R. L, Décembre 2020

2.3.1 Cartographie de la zone d'étude (Obs1

2.3.1.1 matériels

- Le fond topographique du Cameroun ;
- Points GPS ;
- Un logiciel QGIS 10.1, pour le positionnement des coordonnées GPS sur les fonds topographiques et la réalisation de la carte ;
- Logiciel ARGIS, pour la traduction de la carte réalisée sur le logiciel QGIS 10.1 ;
- Ordinateur portable de marque DELL pour permettre la rédaction de ce document et l'utilisation des logiciels de cartographie

2.3.1.2 Méthode



2.3.2 Présentation des essences retenus pour la construction en bois et leurs emplois de façon spécifique dans la construction d'un logement en bois (Obs2).

2.3.2.1 matériels

Le matériel utilisé pour la réalisation de cet objectif est le suivant :

- Consultation du guide d'utilisation de bois au Cameroun ;
- Documents nécessaires pour la prise des notes (blocs notes, papier formats A4, stylos, crayons, etc.) ;
- Ordinateur portable de marque Dell pour la saisi et la capitalisation des informations recueillies ;
- Sac à dos pour le transport des différents matériels mentionnés en sus.

2.3.2.2 méthode

La réalisation de cet objectif a été faite grâce à la méthode de triangulation qui est basée sur trois plans : la Revue de la littérature, les Entretiens et les Observations de terrains.

- La partie Revue de la littérature consistait à la recherche des informations à travers le site internet, les bibliothèques du département de foresterie de la FASA et du CRESA Forêt-Bois de Yaoundé de l'Université de Dschang ; de l'ANAFOR Yaoundé ;

- Le second plan qui s'articule autour des entretiens, c'est tenu avec certains responsables des structures bois ainsi que certains ingénieurs en ameublement et construction bois au Cameroun. Le choix de ces responsables c'est fait suivant leur degré d'implication dans le processus de construction en bois et suivant leur position géographique en, rapport avec notre thématique. Notre questionnaire préalablement établi retrouvé en annexe dans ce document, avec le principe de jeux (questions –réponses).

- Le troisième plan était basé sur les observations de terrains. Les observations directes au niveau de la mise en œuvre de chaque bois, ont permis de juger leurs meilleurs conditions d'emplois pour chaque partie de la construction.

2.3.3 Identification des exigences et des contraintes de réalisations d'une construction en bois (Obs3).

2.3.3.1 Matériels

Le matériel utilisé pour la réalisation de cet objectif est le suivant :

- Consultation du guide d'utilisation de bois au Cameroun ;
- Documents nécessaires pour la prise des notes (blocs notes, papier formats A4, stylos, crayons, etc.) ;
- Ordinateur portable de marque Dell pour la saisie et la capitalisation des informations recueillies ;
- Sac à dos pour le transport des différents matériels mentionnés en sus.

2.3.3.2 Méthode

Pour réaliser cet objectif, nous avons effectué une recherche afin d'acquérir des informations liées à la construction en bois (via la revue de la littérature et les moteurs de recherche) ; contextualisation des informations avec la zone d'étude.

2.3.4 Présentation de la valeur ajoutée qu'apportera l'installation de la construction des logements en bois dans la ville d'Ebolowa

2.3.4.1 Matériel

Le matériel utilisé pour la réalisation de cet objectif est le suivant :

- Consultation du guide d'utilisation de bois au Cameroun ;
- Consultation de la littérature ayant trait aux apports positifs des MOB
- Ordinateur portable de marque Dell pour la saisie et la capitalisation des informations recueillies ;

2.3.4.2 Méthode

Pour la réalisation de cette objectif, nous avons Consulté des documents allant dans le même sens de notre thématique et ceux ayant trait aux bien fait qu'apporte la mise sur pied d'un projet de construction des MOB et puis nous avons fait une simulation de transposition par rapport à notre zone étude en déduisant les résultats de celle-ci.

2.4 Difficultés de l'étude

Parler des constructions des MOB est apparu très délicat et sensible pour certains entrepreneurs ; ingénieurs et mêmes pour une partie de la population ciblée comme échantillon. Les responsables rencontrés étaient réticents et ne voulaient surtout pas entendre parler de cet aspect car craignant de temps en temps que nous sommes une mission de contrôle. Ceci a rendu l'obtention des informations difficiles chez certains et quasiment incomplète chez d'autres. Il fallait avant tout entretien, les mettre en confiance en leur rassurant que nous ne sommes pas venus faire le contrôle mais trouver des solutions aux problèmes liés à l'aménagement du territoire. Pour cela, un bref rappel des objectifs de travail leur était toujours fait.

Malgré toutes les précautions prises, certains ne nous ont pas rendu la tâche facile refusant de communiquer avec nous. De plus le temps imparti à cette étude relativement court et les moyens limités ont constitué également une difficulté.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Le présent chapitre est consacré dans un premier temps à la présentation des résultats obtenus au cours de cette étude après synthèse et analyse, les discussions.

3.1. Résultats

3.1.1. La ville d'Ebolowa de par ses caractéristiques géographique et ses ressources en bois est favorables pour de genre de construction (R1)

3.1.1.1 analyse du site

- **Température**

D'après les données météorologiques fournies par la station météorologique d'Ebolowa, la température moyenne de la ville d'Ebolowa en comparaison avec la ville de Yaoundé est de 23,5°C pour la période de 2021. La température moyenne mensuelle la plus élevée est observée pendant le mois de Décembre (25,4°C) et le mois le moins chaud est Août (22,6°C).

- **Taux humidité relative**

L'humidité relative dans la ville d'Ebolowa est de 79,95% pour l'année 2011. L'humidité la plus élevée est observée au mois d'Aout (85%) et les mois de Décembre et Janvier correspondent à la petite valeur (75%). L'humidité relative y est élevée variant selon les mois de l'année et les heures de la journée entre 62 et 98 %.

- **Hydrographie**

Le régime hydrologique des cours d'eau est intimement lié au rythme pluviométrique. Ainsi observe-t-on les crues entre octobre et novembre et les étiages entre janvier et février (Delbene, 2003). Situé en pleine zone équatoriale, Ebolowa est exclusivement une zone forestière.

- **Géologie**

L'altitude moyenne est comprise entre 600 et 700 m. Le relief est caractérisé par une juxtaposition de collines basses à sommet plat et à versants courts, d'altitude moyenne 600 m, de collines moyennes en demi-orange à sommet arrondi et à versants courts, d'altitude

moyenne 700 m et de collines hautes à versants escarpés, souvent rocheux, parfois supérieure à 900 m (Delbene, 2003).

- **Pédologie**

Les sols résultent d'une évolution pédologique continue sous climat humide (Delbene, 2003) durant une longue période de stabilité tectonique (Dubroeuq, 1991). Le sol dominant est ferrallitique rouge ou jaune, acide et fortement dénaturé, caractérisé par les altérites très profondes, un niveau induré plus ou moins épais et un niveau argileux et meuble constitué essentiellement de kaolinite associée à l'hématite et à la goethite (Anonyme, 2005).

Ebolowa possède un climat de savane avec hiver sec(AW) selon la classification de Köppen-Geiger. La nuit les températures chutent à 20°C et la journée elles peuvent atteindre 29°C. en observant de près le milieu naturel, la situation géographique et les caractéristiques géographique de la ville nous pouvons voir que non seulement la ville est située en plein cœur de la région du Sud qui selon le plan de zonage forestier du Cameroun est l'une des plus grandes zones contenant des forêts du domaine forestier permanent, ce qui traduit une matières d'œuvres à proximité de la ville ainsi que des exploitant certifiés ; mais aussi que la villes répond favorablement aux conditions de mises en œuvre du bois pour un projet de construction des MOB.

3.1.2 Les essences retenus pour la construction en bois et leurs emplois de façon spécifique dans la construction d'un logement en bois sont identifier et présenté (R2).

Le choix des essences de bois aptes pour la réalisation des différents éléments de structure a été porté sur les critères suivants : bonne résistance mécanique, dureté, durabilité naturelle vis-à-vis des agents de détérioration biologiques tels que les termites et les champignons enfin coût et disponibilité dans le marché local du site du projet. Le tableau ci-dessous présente les différentes essences de bois en fonction des éléments de la structure

	Élément de structure	Condition de mise en œuvre	Propriété mise en œuvre	Essences appropriés	Essence retenue	Observations
Charpente	Panne et fermes	- Sous abri et isolé du sol, mais en Contact d'une source d'humidité (Pannes). - Sous abri, isolé de toute source D'humidité (ferme).	Tenue aux pointes et visées, bonne Stabilité dimensionnelle, Durabilité naturelle moyenne, Résistance à la Compression, à la Traction, à la flexion (pannes, lattis) et au cisaillement	LOTOFA, DABEMA, SAPELLI, KOSIPO, EUCALYPTUS, MOABI, ADOUM/OKAN, BILINGA, LIMBALI, NIOVE, DOUSSIE	DABEMA	Disponibilité sur le marché. Coût d'achat raisonnable. Finition facile à exécuter.
	Poteaux	Sous abri, Isolé du sol, non exposé à l'humidité	Très bonne Durabilité naturelle, résistance à la compression, à la flexion et au	AZOBE, TALI, MOABI, MAKORE, MUKULUNGOU, BILINGA, OKAN, PADOUK, TECK,	PADOUCK	Usinage facile. Meilleur état de surface

			Cisaillement, bonne stabilité Dimensionnelle, Tenue aux pointes et vises	ASSAMELA, DOUSSIE		Après la finition. Ne présente pas les risques de déformation au séchage
Plancher	frises	Isolé du sol, hors abri, exposition Permanente à l'humidité/sécheresse	Stabilité dimensionnelle couleur, dessin, finition appréciable	IROKO, MOVINGUI, BILINGA, BUBINGA, MOABI	IROKO	Disponibilité sur le marché. Usinage Satisfaisant
	Solive	Isolé du sol, hors abri, exposition permanente à	Stabilité dimensionnelle	TALI, MOABI, PADOUK, DOUSSIE, BILINGA,	PADOUK	Toujours disponible sur le marché
		l'humidité/sécheresse	couleur, dessin, finition appréciable	ASSAMELA, MOVINGUI, WENGE, ZINGANA		d'Ebolowa, coût abordable

	Revêtement mural extérieures	Hors abri, isolé du sol, exposition Permanente à l'humidité/sécheresse	Durabilité naturelle très bonne, couleur, dessin, finition Appréciable, bonne stabilité Dimensionnelle Bonne résistance aux intempéries (champignons et insectes)	PADOUCK, TALI ADOUM/OKAN, DOUSSIE, MOVINGUI	MOVINGUI	Disponibilité sur le marché. Coût d'achat raisonnable. Finition facile à exécuter (à l'exception du Tali qui est très dur lors de l'usinage)
	Revêtement mural intérieures	Sous abri, isolé du sol, non exposé à l'humidité	Durabilité naturelle très bonne, couleur, dessin, finition appréciable, bonne	ANINGRE, AYOUS, OKOUME, EYONG, OVENGKOL, MOABI	SAPPELI	Toujours disponible sur le marché d'Ebolowa,
			Stabilité Dimensionnelle bonne résistance aux intempéries, champignons et insectes lorsque le traitement a été bien fait	EMIEN, SIPO, FRAKE, BOSSE, SAPPELLI		Coût abordable Bonne stabilité dimensionnelle

	Portes et fenêtres	Isolé du sol, hors abri, exposition Permanente à l'humidité/sécheresse	Stabilité dimensionnelle couleur, dessin, finition appréciable	IROKO, MOVINGUI, BILINGA, BUBINGA, MOABI	BUBINGA	Disponibilité sur le marché. Usinage Satisfaisant
--	--------------------	---	---	---	---------	--

Tableau2 : récapitulatif des Essences de bois retenues pour la MOB

3.1.2.1 JUSTIFICATION DU CHOIX DES ESSENCES

- **Essence de charpente**

Pour la mise en œuvre de notre charpente, nous avons choisi l'essence Dabéma (*Piptadeniastrum africanum*) pour sa bonne tenue aux pointes et visées, sa bonne Stabilité dimensionnelle, sa durabilité naturelle moyenne, sa résistance à la compression, à la traction, à la flexion et au cisaillement aussi, grâce à sa disponibilité en grande quantité sur le marché d'Ebolowa et son coût moyen.

- **Essence de poteaux**

Nous avons préféré le Padouk (*pterocarpus soyauxii*) pour la mise en œuvre des poteaux car il présente une très bonne résistance vis-à-vis des agents de détérioration, en plus cette essence est considérée comme très durable selon la norme NF EN 305-7 et moyennement imprégnable. Son usinage facile, meilleur état de surface après la finition. Ensuite, elle ne présente pas les risques de déformation au séchage. Enfin, elle est disponible sur le marché d'Ebolowa et à un bon prix.

- **Essence pour plancher**

- **Frises**

Nous avons sollicité l'Iroko (*Milicia excelsia*) pour la réalisation des frises à cause de sa disponibilité sur le marché d'Ebolowa, son coût d'achat raisonnable, en plus elle présente un usinage satisfaisant malgré les contrefils et prend un bon poli à la finition. Cette essence est moyennement à peu stable, très résistant et non imprégnable.

- **Solives**

Le choix du Padouk (*pterocarpus soyauxii*) pour la réalisation de nos solives se justifie par son aspect esthétique, et une stabilité moyenne, en plus le sciage est assez facile mais parfois contrarié par les singularités de fil. En fin, elle est moyennement durable et disponible sur le marché d'Ebolowa.

- **Essence pour Revêtement mural extérieures**

Nous avons sollicité le Mouvingui (*Distemonanthus benthanianus*) pour le revêtement extérieur car elle est résistante aux agents de détérioration biologiques, en plus c'est une essence moyennement durable, moyennement stable, non imprégnable, et très résistante. Sa finition est satisfaisante sans difficulté particulière.

Enfin, elle est également disponible sur le marché d'Ebolowa et à meilleur prix.

- **Essence pour revêtement mural intérieur**

Pour le revêtement intérieur, nous avons choisi le Sappeli (*Entendrofragma cylindricum*) à cause de sa durabilité naturelle vis-à-vis des agents de détérioration, son usinage assez facile, en plus elle présente un aspect esthétique désirable et est disponible sur le marché d'Ebolowa. En fin, elle est considérée comme peu imprégnable.

- **Essence pour porte et fenêtre**

Nous avons sollicité le Bubinga (*Guibourtia tessmanii*) pour la réalisation des portes et fenêtres à cause de sa disponibilité sur le marché d'Ebolowa, son coût d'achat raisonnable, en plus elle présente un usinage satisfaisant malgré les contrefils et prend un bon poli à la finition. Cette essence est moyennement à peu stable, très résistante et non imprégnable.

3.1.3. Les exigences et contraintes liés à la construction en bois sont connues et présentées (R3).

D'une manière générale les exigences liées à la construction en bois tiennent compte de plusieurs aspects visibles partout où l'on voudrait construire une MOB. Pour mieux voir ces exigences nous nous baserons sur les normes établies par l'Association Brésilienne des Normes Techniques.

Selon l'ABNT NBR 15.575-1, les exigences constructives pour les usagers sont les suivants :

A. La stabilité structurelle

Les structures doivent être conçues, construites et assemblées de façon à répondre aux exigences de l'ABNT NBR 15575-2 (2013) :

- Ne peut pas s'effondrer ou perdre la stabilité de l'une de ses parties.
- Assurer la sécurité des utilisateurs sous l'action d'impacts, chocs, vibrations et autres comportements normaux du bâtiment, prévisibles au moment où le projet est conçu.
- Ne pas provoquer des sentiments d'insécurité aux usagers par des déformations d'éléments du bâtiment.
- Ne pas passer au-delà d'états inacceptables de rupture, d'étanchéité et de finition.
- Ne pas affecter la manœuvre normale des portes et fenêtres en mouvement.
- Suivre les dispositions de l'ABNT NBR 5629, de l'ABNT NBR 11682 et l'ABNT NBR 6122, relativement à des interactions avec le sol et avec l'environnement du

B. L'ignifugation

Selon l'ABNT NBR 15575/2013-1 (2013), les exigences en matière de lutte contre le feu sont de protéger la vie des occupants des bâtiments et les zones à risques en cas d'incendie. Tout d'abord, il faut empêcher la propagation du feu pour réduire les dommages à l'environnement et au patrimoine. Enfin, les bâtiments doivent fournir des moyens pour maîtriser et éteindre l'incendie. Troisièmement, il est nécessaire d'offrir des conditions d'accès pour les opérations des services d'incendie.

Selon la norme de l'ABNT NBR 14432 (2001), le temps de résistance au feu pour les bâtiments multifamiliaux de hauteur supérieur à 30 m est de 120 minutes.

C. La sécurité d'utilisation du bâtiment

- Ne pas mettre en danger l'intégrité physique des occupants ou des piétons à proximité de la propriété.

- Minimiser le risque de chute des gens des toits, des greniers, des dalles de toit et des parties hautes du bâtiment.
- Les composants du système constructif ne doivent pas présenter des perturbations, déstabilisations, renversements ou chutes de ses parties, exposées coupées ou perforées.
- Les déformations et défauts doivent atteindre les limites spécifiées dans l'ABNT NBR 15575-2 (2013) à l'ABNT NBR 15575-6 (2013).
- Minimiser les chutes humaines en raison de perturbations avec des protections qui doivent être testées selon l'ABNT NBR 14718.
- Nécessité d'être calculé par un professionnel responsable qui prouve sa performance. Minimiser le risque de chute des gens en raison d'irrégularités des planchers, des escaliers et des rampes, selon l'ABNT NBR 15575-3 (2013).
- Éviter des blessures causées par la rupture de sous-systèmes ou de composants pouvant présenter des parties pointues ou causer des perforations.
- Éviter des blessures en raison du mauvais fonctionnement des composants des pièces telles que les fenêtres, les portes mobiles, les trappes et autres éléments.

D. L'étanchéité

- L'exposition à la pluie doit être prise en compte lors de la conception du bâtiment, car l'humidité accélère les mécanismes de détérioration et entraîne une perte des conditions minimales d'hygiène nécessaires pour y habiter.
- Assurer l'étanchéité de la construction face aux sources externes d'humidité.
- La tuyauterie des lavabos, des toilettes et de la douche passe entre la dalle et le plafond suspendu du voisin du dessous vers un passage vertical.
- Assurer que tout est correctement attaché pour éviter les fuites d'eau et, par conséquent, des perturbations pour les usagers.

E. L'isolation thermique

- Selon la norme de l'ABNT NBR 15575-1 (2013), Recife est classée dans la zone climatique 8 où la moyenne de températures minimales en hiver est de 18,8 ° C, et la moyenne de température minimale en été est de 31,4 ° C.
- Le critère de rendement pour l'isolation thermique pour l'été dans la zone 8 doit respecter le fait que la valeur maximale de la température à l'intérieur du logement doit être égale ou inférieure à la valeur maximale de la température à l'extérieur du logement.
- La ventilation et l'ombrage sont aussi responsables du rendement thermique dans le logement.

F. L'insonorisation

Dans la norme de l'ABNT NBR 15575-4 (2013), il est montré que la limite minimale en décibels de l'isolation sonore pour une pièce est de 35 décibels ; pour comprendre aisément ce qui se passe dans une pièce adjacente, la limite est de 40 décibels ; pour comprendre avec difficulté, la limite est de 45 décibels ; pour ne rien entendre, la limite est de ≥ 50 décibels.

G. L'éclairage (naturel et artificiel)

- Pendant la journée, chaque pièces d'un logement devrait recevoir un éclairage naturel adéquat provenant directement de l'extérieur ou indirectement à travers des pièces adjacentes.
- Pour la nuit, le système d'éclairage artificiel doit assurer des conditions satisfaisantes pour les usagers en termes de confort et de sécurité.

H. La salubrité

Tout d'abord, l'édifice doit présenter des conditions minimales de salubrité, de taux d'humidité et de température à l'intérieur de l'unité d'habitation. Ensuite, les matériaux, les équipements et les systèmes utilisés dans le bâtiment ne peuvent pas dégager des produits polluant l'air en milieu confiné ou provoquer des niveaux de pollution supérieurs à ceux observés à proximité, tels que les aérosols ou le dioxyde de carbone. Cependant, la vérification doit être faite selon la norme de l'ABNT NBR 15575-1 (2013).

Selon la Loi 16292 (1997), les pièces destinées à la préparation d'aliments ainsi que les pièces pour l'hygiène doivent présenter des murs intérieurs et des planchers en matériaux imperméables.

I. La convivialité environnementale

Selon la norme de l'ABNT NBR 15575-1 (2013), les entrepreneurs doivent exploiter les ressources naturelles de façon rationnelle. Il est préférable de limiter les détériorations de l'environnement et la consommation d'eau, d'énergie et de matières premières ainsi que d'utiliser des matériaux à faible impact environnemental de la phase d'extraction des ressources naturelles jusqu'à son utilisation finale

3.1.3.1 L'humidité des bois en fonctions de leurs utilisations

En se basant sur le découpage des zones climatique au Cameroun, Ngalane situé dans la ville d'Ebolowa se retrouve donc dans la grande zone BLEU avec une humidité de référence « sec à l'air » de 15% , on trouvera donc ci-dessous l'humidité recommandé du bois en fonction de son utilisation.

UTILISATION	ZONE CLIMATIQUE/ BLEU
Menuiserie Intérieure non climatisée	13%
Menuiserie Intérieure climatisée	11%
Menuiseries extérieures	14%
Charpentes	19%
Ossatures et bardages	17%
Extérieur non protégé 1	20%
Au contact avec le sol	± 25%
Immergée dans de l'eau	± 30%

Tableau3 : Humidité recommandée du bois suivant l'utilisation et la région du Sud

Source : Guide d'utilisation des bois P.20

3.1.3.2 Le confort thermique et la ventilation naturelle

Certaines régions tempérées ont besoin de concevoir leurs bâtiments avec une parfaite étanchéité à l'air et à partir de matériaux de forte inertie thermique pour assurer une excellente isolation.

À l'inverse, les singularités climatiques régionales au Cameroun, en particulier les températures élevées de Ngalane par Ebolowa :

- Permettent de s'affranchir de l'utilisation systématique de matériaux à haute performance
- D'isolation (laine de verre, laine de roche), sauf éventuellement dans le cas où l'utilisateur veut climatiser ses locaux.
- Doivent privilégier des matériaux locaux de faible conductivité thermique tel que le bois.
- Imposent de recourir à la ventilation naturelle pour améliorer le confort.
- L'utilisation de jalousies ou nacos pour la ventilation des pièces.
- Les galeries et balcons, toitures débordantes pour éviter les incidences directes du soleil et de la pluie.
- Les amples couloirs de circulation.
- L'utilisation de brise soleil
- Le vide d'air pour la circulation sous les toitures.

3.1.3.3 La fondation

La fondation est destinée à supporter l'ensemble du poids du bâtiment. Le calcul détaillé des charges et de leur répartition déterminera le type de fondation nécessaire en tenant compte du type de construction, de la topographie de l'emplacement et des aspects géologiques. Il en existe trois types de fondations adaptés :

- Simple dalle béton, ou radier, posée à même le sol ;
- Aménagement d'un vide sanitaire sur semelle périphérique continue ;
- Réseau de plots.

Dans le contexte local de notre site, la légèreté de l'habitat structure bois, la simplification de mise en œuvre et une meilleure salubrité permettent d'envisager la fondation sur semelle ou plots, elle a un grand avantage en terme d'isolation et de salubrité, grâce à une bonne ventilation, et permet la pose d'un plancher bois, elle réduit la consommation de béton et rend la mise en œuvre plus simple. La consommation de produits lourds et denses ainsi que celle d'eau étant réduite, le chantier est ainsi plus « propre »

Afin de pallier à tout risque ultérieur de désordres liés aux infiltrations d'eau (ruissellement, fortes pluies, terrains imperméables...) dans le sol, plus particulièrement à proximité des fondations, plots ou semelles, un réseau de drainage est fortement recommandé : il est destiné à éloigner cette humidité du bâtiment et à limiter les problèmes d'affouillement (particules du sol entraîné par l'eau de ruissellement), causes de déstabilisation des fondations, donc du bâtiment.

Le drainage est assuré par enfouissement d'un drain en périphérie des fondations, recouvert de matériaux perméables.

3.1.3.4 Dalle- Plancher bas

Les « bases » du bâtiment étant désormais en place suivant les détails décrits dans le paragraphe précédent, les premiers éléments de la construction proprement dite peuvent alors être montés : il s'agit de la structure horizontale inférieure, dalle bois (ou plancher bas).

Pour des raisons de salubrité, la distance minimale entre le sol et la face inférieure du plancher bas devra être de 0.4 m en général et de 0.8 m si un risque termites est avéré. Cette contrainte est assurée par la hauteur hors sol des plots ou du mur de soubassement.

Les porteuses sont fixées sur les longrines et devront reposer sur la lisse basse sur une longueur d'au moins 50 mm et la fixation entre ces 2 éléments sera assurée par cloutage ou vissage.

3.1.3.5 La Structure (Ossature Bois)

Le système repose sur la production, si possible industrielle en atelier, de modules rectangulaires composés de :

- Traverses filantes horizontales : la lisse basse et la lisse haute.
- Des montants verticaux espacés généralement de 0.60 m (largeur des panneaux des parois). L'ensemble de ces éléments est réalisé à partir de bois massif sec, éventuellement brut de calibrage après sciage, ou mieux, rabotés, aboutés et lamellés. Leur section est de 38 mm x 120 mm.
- Un système de contreventement : généralement un panneau hydrofuge dérivé du bois type OSB, voire un réseau d'écharpes bois posées en diagonales.

- Les assemblages lisses /montants puis des panneaux de contreventement, sont réalisés par clouage ou vissage.

3.3.3.6 Entretien, traitements

• Entretien

Le bois peut être utilisé sans produit de finition. Il va devenir gris, mais ne demandera pas d'entretien spécifique.

❖ Portes et fenêtres

L'entretien courant des menuiseries extérieures (**portes et fenêtres**) doit se faire régulièrement de manière non abrasive pour ne pas affaiblir la couche de traitement. On utilisera de l'eau tiède et du savon pour le nettoyage et un rinçage à l'eau claire.

Dans le cas où une dégradation de la surface est avérée, plus ou moins rapide suivant l'exposition au soleil, à la pluie et au vent, il faudra réappliquer la couche de finition :

- Égrainer au papier de verre fin dans le sens du fil du bois.
- Appliquer une couche de lasure ou de peinture claire microporeuse de manière à laisser respirer le bois. On choisira les tons de la finition initiale.
- Ne pas appliquer plusieurs couches superposées au risque de perdre la porosité du produit.

❖ Terrasses

Elles devront être nettoyées au moins deux fois par an à l'eau savonneuse et au jet d'eau. Eviter les trop hautes pressions qui pourraient dégrader les profils et creuser les fibres du bois. Si on souhaite améliorer la résistance et le visuel du platelage, on peut y appliquer un saturateur de préférence teinté de manière à atténuer les impacts des rayons ultra-violets.

❖ Bardages

- Dégraisser, déshuiler et dégriser le bardage. On utilisera un nettoyeur haute pression (en contrôlant la pression pour les raisons ci-dessus) ou un jet ainsi que des produits spécifiques.
- Traiter le bois avec un produit fongicide et/ou insecticide si nécessaire.
- Protéger le bois avec une huile performante

- **Traitement ignifugeants**

Contrairement aux idées reçues, le bois présente des avantages en cas d'incendie :

avantages

- Il ne se déforme pas, ne dégage pas de gaz toxique (sauf s'il est traité chimiquement).
- Il brûle lentement laissant le temps pour les interventions de sécurité.
- Sa dilatation thermique est quatre fois plus faible que celle de l'acier et du béton évitant de pousser les structures sous l'effet de chaleurs très élevées et ceci jusqu'à l'effondrement.
- La couche carbonisée, dont la conductivité thermique est encore plus faible (comparable à de l'isolant), protège les couches internes et ralentit l'avance du feu.

3.1.4 La valeur ajoutée apportée par l'installation de la construction des logements en bois dans la ville d'Ebolowa est connue et présentée (Obs4)

Au-delà de ses aspects pratiques, le bois porte surtout une symbolique forte qui nous renvoie à un besoin d'une ville moins minérale, plus organique. Ainsi, « le bois combiné à d'autres matériaux donne un cachet si particulier à une réalisation, qui lui confère un caractère de proximité qu'aucun autre matériau ne saurait produire. L'explication tient sûrement dans le fait que le bois conserve en lui une référence à son origine. Malgré toutes les transformations qu'il peut subir, il continue à évoquer, de près ou de loin, l'arbre et la forêt.

Donc pour une ville comme Ebolowa à travers l'implémentation d'un projet de constructions des logements sociaux en bois, elle pourrait gagner en terme :

- De visibilité sur le plan touristique et par ricochet développer ce secteur d'activité ;
- De logement moderne construit rapidement, à des coûts raisonnables et surtout qui s'inscrivent dans le plan écologique de préservation de l'environnement ;
- Reconstitution de filières locales complètement intégrées qui permettra un véritable développement du bois en tant que matériau de construction : depuis la gestion des domaines forestiers jusqu'à la réalisation d'un ouvrage en bois, ce sont propriétaires terriens, bucherons, scieurs, menuisiers, charpentiers, architectes, collectivités et maîtres d'ouvrage qui doivent travailler ensemble.

- La création d'emplois dans la ville suite au développement de la filière bois.
- Pour un bâtiment en bois construit selon les règles du DTU (document technique Unifiée), la durée minimale sans entretien quelconque est d'au moins 10 ans.

3.2 Discussion

Il est certain que le premier habitat de l'homme primate fut l'arbre. Ensuite, les hommes trouvent refuge dans les grottes naturelles, avant d'élaborer et construire leur abri. Mais « le végétal et le minéral resteront à jamais gravés dans leur mémoire comme des référents à une symbolique sécuritaire. La construction en pierre (dur) est un signe de pérennité, la construction en bois, de sécurité. »

Aujourd'hui, le bois représente très certainement le symbole du monde végétal, par opposition au monde minéral construit par l'homme. Le caractère biodégradable, périssable du bois devient une vertu dans nos villes devenues par trop minérales, inertes, presque mortes à vouloir trop d'immortalité.

Dans ce contexte, l'utilisation du bois, que ce soit en façade sur la ville, ou à l'intérieur de notre habitat, réintroduit une certaine vie dans notre monde trop aseptisé. Sous cet angle, le bois pourrait bien constituer le symbole d'une ré-évolution architecturale, qui propose une autre manière de construire et une autre manière d'habiter.

Bien que la construction d'un même bâtiment en bois parait plus moins chère en béton sur le visuel, le bois révèle bien plus d'avantages sur le moyen et le long terme en ce sens que :

- Le choix de ce matériau (bois) et son utilisation crée de nouveaux débouchés dans la filière, d'où réduit le chômage ;
- La construction d'un logement en bois est très rapide (1 à 3 mois maximum en terme de travaux), et permet ainsi d'économiser sur la main d'œuvre, les frais de gardiennage du matériel, la sécurité du matériel, la location des machines pour l'exécution du chantier ;
- Les propriétés thermiques du bâtiment en bois réduit toute dépense sur les frais de ventilations à l'intérieur du bâtiment. En effet, le bois est 12 fois plus isolant que le béton ;
- Toute ouvrage en bois bien exécuté représente un signe de grandeur ou de suprématie, et attribue une certaine notoriété au propriétaire, compte tenu des problèmes environnementaux actuels et du stockage du carbone ;
- La légèreté du bâtiment en bois par m³ permet de réaliser des fondations légères, d'où une économie sur le béton ;

- Toute ouvrage en bois bien exécuté représente un signe de grandeur ou de suprématie, et attribue une certaine notoriété au propriétaire, compte tenu des problèmes environnementaux actuels et du stockage du carbone ;
- La légèreté du bâtiment en bois par m³ permet de réaliser des fondations légères, d'où une économie sur le béton ;
- Le bois permet de stocker durablement du carbone. 1m³ de bois transformé est égal à 1tonne de CO₂ en moins dans l'atmosphère. Pour créer 1m³ de bois, il faut 2 fois moins d'énergies grises que pour créer 1m³ de béton.

CONCLUSION GÉNÉRALE ET RECOMMANDATIONS

Au terme de ce travail qui avait pour objectif principal de réaliser une étude technique qui contribuera à la validation d'un projet de construction des logements économiques et écologiques en bois dans la ville d'Ebolowa, il en ressort que la ville d'Ebolowa de sa position géographique, est proche de la ressource première bois et par ricochet apte à recevoir un projet de construction des logements économiques et écologiques en bois

Le Département de la Mvilla dans la Région du Sud Cameroun regorge des essences qui répondront sur tous les plans à la réalisation d'un logement en bois et s'adapteront parfaitement au milieu ambiant du site témoin de Ngalane qui peut abriter le projet.

La réalisation de ces logements est toutefois liée à certaines exigences et contraintes qui doivent être prises en compte lors des projets de construction des Maisons en Bois.

En résumé, A travers ce rapide voyage sur les chemins de la littérature sur la construction bois, nous avons pu découvrir dans quelle mesure et comment le bois est utilisé dans les projets de logements aujourd'hui.

. Recommandations

Prenant en compte les résultats obtenus dans le cadre de cette étude, quelques
Recommandations à l'endroit des différents intervenants dans le processus de
construction en Bois au Cameroun ont été formulées.

Au Gouvernement :

- L'une des premières recommandations serait de reconsidérer le volet de la
Sensibilisation. En effet, à l'état d'avancement actuel du processus de construction des
MOB, certains acteurs impliqués directement ou non ignorent encore leur rôle et considèrent
certaines exigences trop contraignantes ;
- De mettre en place une plate-forme de collaboration avec toutes les structures
Impliquées de façon permanente (exploitants forestiers, société civile, MINFOF,
institutions de recherche, ONG...) Intervenants dans le Système de construction en Bois du
Cameroun afin que celles-ci travaillent toujours en synergie ;
- De procéder à la vulgarisation de construction des logements sociaux en bois,
car ceci les fera gagner en temps et en argent non seulement pour le recasement des
populations mais aussi pour inscrire un peu plus le pays dans le programme de protection de
l'environnement mondiale en respectant l'aspect écologique des bâtiments ;
- De faire un accompagnement aux populations qui voudraient effectuées ces
types de construction en leurs allégeant certaines taxes, en leurs accompagnants dans le volet
technique et en leurs accordants des primes qui seras une contrepartie de leurs engagements à
la préservation de l'environnement.
- Exiger des études techniques plus approfondies ainsi qu'une coordination
compétente des intervenants tout le des différentes phases du projet (processus de conception
intégrée)

Au Ingénieurs et Professionnelles exécutant :

Par quelques gestes simples lors du projet et de sa réalisation, chacun doit contribuer à
la conservation et au développement de la forêt :

- Utilisation de pièces aux dimensions standards que l'on trouve sur les marchés,
quel que soit leur destination dans le projet. Les pertes sont alors réduites, d'où un

prélèvement moindre sur la forêt et une rentabilité accrue. Voir au chapitre 6 les normes dimensionnelles existantes au Cameroun.

➤ Recherche de l'essence adaptée en sortant des habitudes pour explorer des essences moins connues, tout en s'assurant que leurs caractéristiques techniques et mécaniques conviennent à l'utilisation finale. La pression sur la forêt et ses essences phares en est ainsi réduite. Cela se traduira également par une réduction du coût des approvisionnements.

➤ Dans le cas d'utilisations temporaires (coffrages, échafaudages,) une utilisation et un recyclage doit être étudié, soit directement sur le chantier, soit vers d'autres utilisations.

➤ Un recyclage des résidus du chantier (chutes, bois cassés, palettes, ...) doit être également systématiquement étudié.

➤ Faire une étude (géographique physique et climatique) systématique sur la zone qui recevra le projet de construction.

➤ S'assurer du professionnalisme et des compétences de tous les acteurs clés de la conception et de la réalisation du projet de construction en bois (surtout sur les calculs de structures).

Aux organismes internationaux :

➤ D'appuyer les administrations des forêts et les sociétés d'exploitation forestière dans la sensibilisation, la formation, l'encadrement du personnel dans la bonne mise en œuvre des procédés d'exploitation des bois à travers des séminaires et des tables rondes ;

➤ D'appuyer le gouvernement et les professionnelles du bois dans l'organisation d'atelier de formation sur les techniques de montage et de réalisation des projets de construction des maisons en bois afin de mieux vulgarisé ce type de construction ;

BIBLIOGRAPHIE

❖ LITTERATURE

Amsallem, I., Kone, P.D., Mette, L. et Wilkie. 2002. Situations et tendances de l'aménagement forestier en Afrique centrale. Document de travail en aménagement forestier. FAO.

Benoit, Y. (2014). Maison ossature bois par les schémas. Eyrolles.

Collectif. (2014). Construire avec le bois : Logement collectif. ATLANBOIS.

Collectif. (2014). Construire avec le bois : Maison individuelle. ATLANBOIS.

Collectif. (1999). Guide des assemblages de charpente. FCBA, CAPEB.

Collectif. (2012). Guide des revêtements extérieurs. AFCOBOIS.

Guide de la construction en bois au Cameroun.

Michel Vernay, Sylvie Mouras. (2009). Utilisation des bois de Guyane pour la construction. Quae. sVarios autores, Coordenador Geraldo José Zenid. (2009).

Manual Construção Casa de Madeira. Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Varios autores, Coordenador Oswaldo Poffo Ferreira. (2003). **Madeira : Uso sustentavel na construção civil.** Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Éditions T.I. - Ressources documentaires :

- Sciences et ingénierie du bois
- Matériaux de construction traditionnels
- Techniques du bâtiment

Marie-Hélène Contal et Jana Revedin, Architectures durables, Ed. Le Moniteur, 2009, Paris.

Norme de l'ABNT NBR 15575 de 2013 sur les exigences constructives pour l'habitation au Brésil

OPPBTP, AFCOBOIS. (201CI3). Construction bois : de la conception à la mise en oeuvre. Graphi-Centre.

Pierre-Gilles Bellin, Antoine Mazurier. (2012). Autoconstruire en bois. Eyrolles.

Thomas Herzog, Julius Natterer, Roland Schweitzer, Michael Volz et Wolfgang Winter, « Construire en bois », Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne, 2005
Abdel-Kader, N. (1976). *Adaptabilité des techniques de production et de construction industrialisées aux besoins des usagers en habitation* (Thèse de doctorat, Aménagement,

Université de Montréal), Montréal.

❖ SITES INTERNET

Baumschlager & Eberle <http://www.baumschlager-eberle.com/>

Collectif des métiers du bois <http://www.holzbau-kunst.at>

Comité national pour le développement du bois <http://www.bois-construction.org>

La filière bois française <http://www.bois-foret.info.com>

L'organisation de la filière bois en Suisse <http://www.lignum.ch>

Le label suisse Minergie <http://www.minergie.ch>

L'association belge Bois et habitat <http://www.bois-habitat.com>

Institut d'architecture du Vorarlberg <http://www.v-a-i.at>

Hermann Kaufmann <http://www.kaufmann.archbuero.com/>

Martin Rauch <http://www.lehmtonerde.at/>

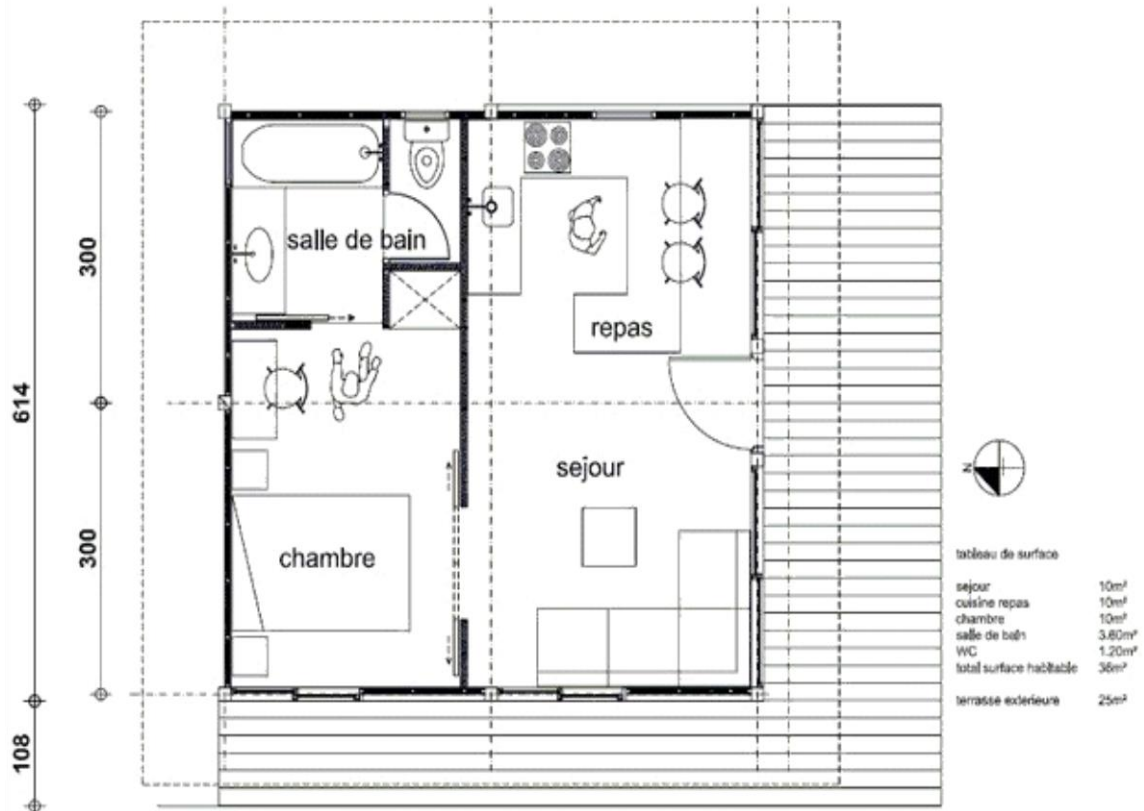
ANNEXES

ANNEXE 1: Model de construction de maison en bois

Modèle 1 : Bois empilé



Modèle 13 : Poteaux-Poutres

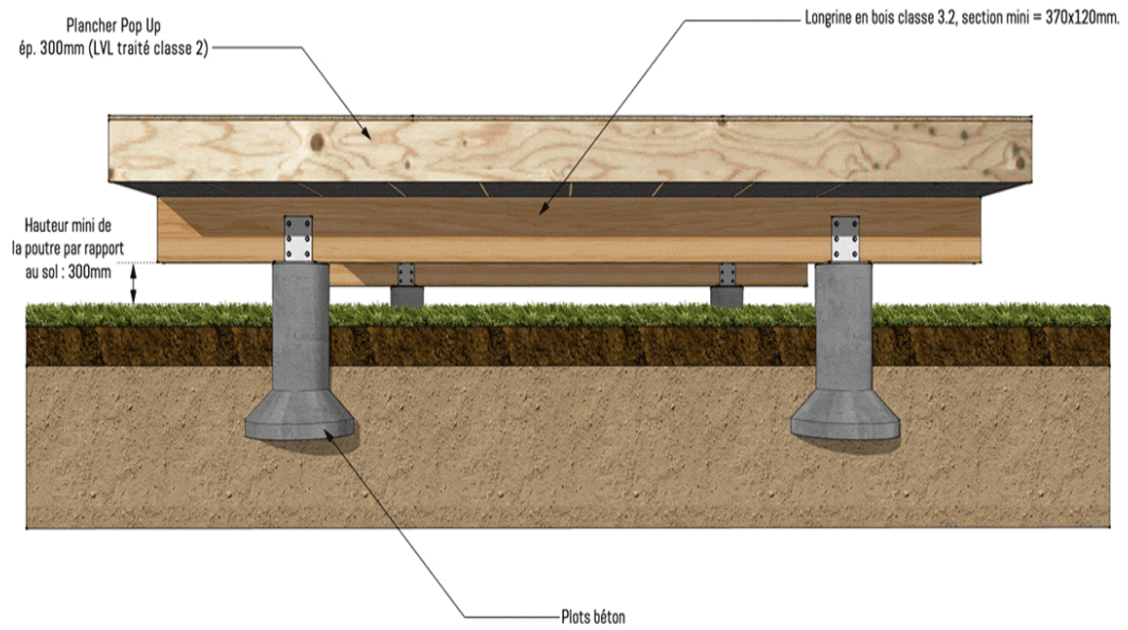




Annexe 2 : Rappel des normes camerounaises ANOR en phase d'homologation

NC 001	Bois Matériau	Bois Matériau - Propriétés physiques et mécaniques.
NC 002-1	Bois Matériau	Produits à base de bois – Durabilité et classes d'emploi
NC 002-2	Bois Matériau	Produits à base de bois – Agents biologiques et classes de risques
NC 002-3	Bois Matériau	Produits à base de bois - Durabilité naturelle et préconisations
NC 003-1	Technologie	Sciages - Dimensions nominales et méthodes de mesurage
NC 003-2	Technologie	Sciages - Humidité moyenne et qualité du séchage d'un lot
NC 004	Construction	Structures en bois - Dimensions et tolérances dimensionnelles
NC 005-1	Construction	Structures en bois - Résistance et classement visuel
NC 005-2	Construction	Structures en bois - Classes de résistance - Méthode d'affectation
NC 005-3	Construction	Bois de structure - Détermination des valeurs caractéristiques des propriétés mécaniques et de la masse volumique.
NC 005-4	Construction	Bois de structure - Conception et calcul des structures en bois - Partie 1-1: Généralités - Règles communes et règles pour les bâtiments
NC 006-1	Technologie	Structures en bois - Traitement contre les attaques biologiques
NC 006-2	Technologie	Structures en bois - Lamellé collé - Composants et production
NC 007	Construction	Structures en bois – Charpentes taillées: exigences
NC 008-1	Construction	Platelages extérieurs bois - Lames de platelage: caractéristiques
NC 008-2	Construction	Parquets bois - Définitions et caractéristiques
NC 009 - 1	Construction	Portes - Définitions
NC 009 - 2	Construction	Vantaux de portes et fenêtres - Standard dimensionnels, planéités - Méthodes de mesure
NC 009-3	Construction	Portes, fenêtres et escaliers – Ebauches et profilés semi-finis en bois pour usages non structurels - Exigences
NC 010	Ameublement	Aménagement de cuisine - Dimensions standardisées
NC 011	Ameublement	Mobilier pour établissements d'enseignement - Dimensions
NC 012	Ameublement	Siège de travail pour bureau – Méthodes pour détermination des dimensions

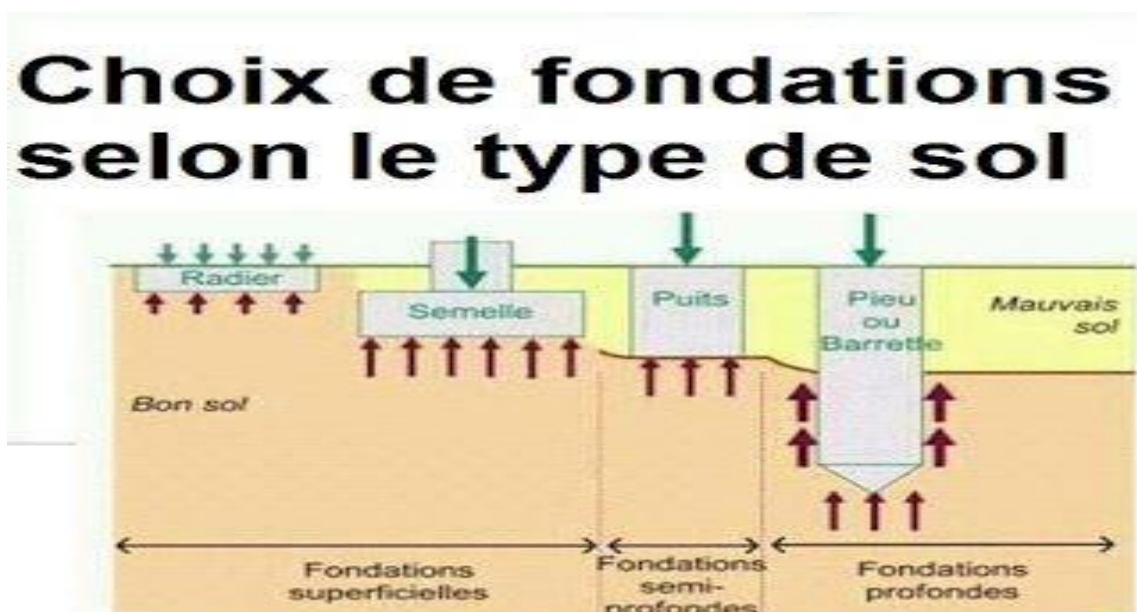
ANNEXE 4 : Fondation sur Plot



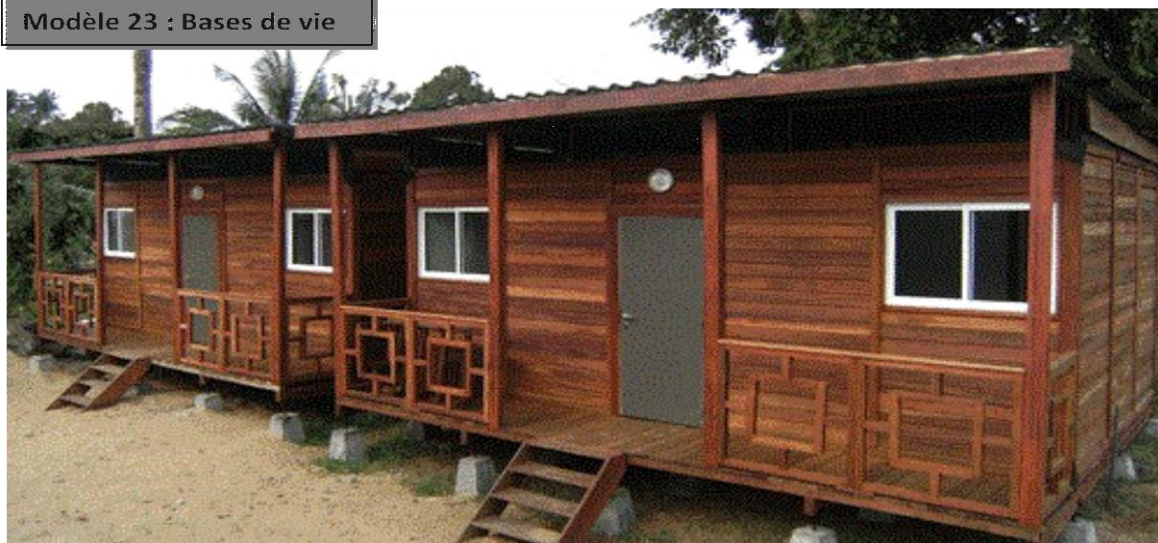
ANNEXE 5 : Eléments constitutifs du Mur d'une MOB



ANNEXE 6 : Choix des fondations selon le Sol



Modèle 23 : Bases de vie



Concept BAO Construct – Edea – Cameroun

ANNEXE 7 : exemple d'une base vie en bois dans la ville d'Edéa

ANNEXE 8 : UTILISATIONS POSSIBLES DES ESSENCES PAR TYPE D'OUVRAGE

	4.3 TERRASSE EN ÉLEVATION, BALCON, COURSIVE	4.4 ABRIL, MOBILIER À USAGE EXTÉRIEUR ET AIRE DE JEUX	4.5 PORTAIL	4.6 PANNEAU BRÈSE-VALE ET BRÈSE-VENT, PERGOLA	5 UTILISATION INDUSTRIELLE ET TRAVAIL Lourd	5.1 TRAVAUX HYDRAULIQUES EN MILIEU MARIN IMMERGÉ	5.2 COUVRAGE ET PONT AU CONTACT DU SOL ET DE L'EAU DOUCE	5.3 ÉCRAN ACOUSTIQUE MILIEU URBAIN (VOIES FERRÉES ET ROUTIÈRES)	5.4 TRANCHE, BIS DE CALAGE	5.5 PLANCHER INDUSTRIEL ET CHARPENTE Lourde	5.6 FOND DE VÉHICULE, MAGASIN ET CONTENEUR	6 CONSTRUCTION NAVALE	6.1 BORNE ET PONT DE BATEAU	6.2 AMÉNAGEMENT BATEAU, YACHTING	6.3 PONTOONS DE PLISSANCE	7 UTILISATIONS DIVERSES	7.1 TONNELIÈRE COUVRE	7.2 TOURNIÈRE, COUILLÈRE, BRUSSE	7.3 MANCHE OUIL (BOIS RÉSILIENT)	7.4 INSTRUMENT DE MUSIQUE	7.5 SCLAPTURE	7.6 ENBALLAGE ET CAISSE	
ABURA																						✓	✓
ACA.JOU CAILCÉDRAT										✓			✓	✓								✓	✓
ACA.JOU D'AFRIQUE													✓	✓									
AFRORMOSIA	✓	✓	✓	✓									✓		✓								
AIELE																							✓
AKO																							✓
AKOSSIKA																							
ALEP	✓						✓	✓	✓	✓	✓												
ANDOUNG																							✓
ANGUEUK		✓	✓	✓						✓	✓												
ANIÉGRÉ																							
AVODIRÉ																							
AWOURA										✓	✓												
AYOUS																						✓	✓
AZOBÉ	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓							✓					
BÉTÉ	✓						✓	✓	✓	✓	✓												
BILINGA	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓												
BODIOA										✓	✓												
BOMANGA																		✓					✓
BOSSÉ CLAIR		✓	✓	✓									✓	✓									
BOSSÉ FONCÉ		✓	✓	✓									✓	✓									
BUBINGA										✓	✓												
CONGOTALI	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓										✓		
CORDIA D'AFRIQUE																							
COULA							✓	✓	✓	✓	✓							✓					
DABÉMA										✓	✓												
DANIA										✓	✓												✓
DIBÉTOU																							
DIFOU	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓				✓							✓	✓
DOUKA	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓											✓	✓
DOUSSIE	✓	✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓			✓	✓								
EBÈNE D'AFRIQUE																							
EBIARA																							
EKABA																							
EKOUNE																							
EMIEN																							
ESSESSANG																							
ESSIA										✓	✓												
ETIMOÉ																							
EVEUSS	✓						✓	✓	✓	✓	✓												
EYONG																							
EYOUM	✓						✓	✓	✓	✓	✓												
FARO																							✓
FRAMIRÉ																							
FUMA																							✓
GOMBÉ											✓												✓
IATANZA		✓	✓	✓																			✓
IGAGANGA																							✓
ILOMBA																							✓

	4.3 TERRASSE EN ÉLÉVATION, BALCON, COURSIVE	4.4 ABRIS, MOBILIER À USAGE EXTÉRIEUR ET TAIRE DE JEUX	4.5 PORTAIL	4.6 PANNEAU BRISE-VENT ET BRISE-VENT, PERGOLA	5 UTILISATION INDUSTRIELLE ET TRAVAUX LOURDS	5.1 TRAVAUX HYDRAULIQUES EN MILIEU MARIN IMMERGÉ	5.2 OURRAGE ET PONT AU CONTACT DU SOL ET DE L'EAU DOUCE	5.3 ÉCRAN ACOUSTIQUE MILIEU URBAIN VOBES FERRÉS ET FROTTERES	5.4 TRAVERSE, BOIS DE CALAGE	5.5 PLANCHER INDUSTRIEL ET CHARPENTE LOURDE	5.6 FOND DE VÉHICULE, WAGON ET CONTENEUR	6 CONSTRUCTION NAVALE	6.1 BORDÉ ET PONT DE BATEAU	6.2 AMÉNAGEMENT BATEAU, YACHTING	6.3 PONTS DE PLAISANCE	7 UTILISATIONS DIVERSES	7.1 TONNELLERIE, COUVERIE	7.2 TOURNERIE, COUPELLERIE, BROUSSERIE	7.3 MANCHE OUTIL (BOIS RÉSILIENT)	7.4 INSTRUMENT DE MUSIQUE	7.5 SCAULPTURE	7.6 EMBALLAGE ET CAISSERIE	
IROKO											✓		✓				✓	✓					
IZOMBÉ		✓	✓	✓							✓		✓	✓	✓			✓	✓			✓	
KANDA	✓	✓	✓	✓							✓		✓					✓	✓				
KONDROTI																		✓	✓				✓
KOSIPO														✓									
KOTIBÉ											✓							✓	✓	✓		✓	
KOTO																		✓	✓				✓
LANDA	✓										✓		✓										✓
LATI																							✓
LIMBA																		✓	✓				✓
LIMBALI										✓	✓		✓					✓	✓				✓
LONGHI																		✓	✓				✓
LOTOFA																		✓	✓				✓
MAKORÉ	✓	✓	✓	✓			✓				✓		✓		✓			✓	✓			✓	✓
MAMBODÉ																		✓	✓				✓
MOABI	✓					✓	✓		✓	✓					✓			✓	✓			✓	
MONGHINZA	✓					✓	✓	✓	✓	✓								✓	✓				✓
MOVINGUI																		✓	✓				✓
MUKULUNGU	✓					✓	✓		✓	✓	✓				✓			✓	✓				✓
MUTENYÉ										✓								✓	✓				✓
NAGA																		✓	✓				✓
NIANGON													✓					✓	✓				✓
NIOVÉ	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓	✓		✓		✓			✓	✓				✓
OBOTO			✓	✓																			✓
OKAN	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓				✓			✓	✓			✓	✓
OKOUMÉ														✓									✓
OLON																							✓
OLONVOGO																							✓
ONZABILI																							✓
OSANGA									✓	✓	✓				✓								✓
OSSOKO																		✓	✓			✓	✓
OVÉNGKOL																		✓	✓		✓		✓
OZIGO																							✓
OZOUGA	✓						✓		✓	✓	✓				✓								✓
PACHY	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		✓						✓
PADOUK	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓			✓	✓			✓	✓
PAO ROSA																	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SAFUKALA																							✓
SAPELLI													✓	✓									✓
SIPO													✓	✓									✓
SOUGUÉ						✓																	✓
TALI	✓	✓	✓	✓			✓		✓	✓	✓				✓								✓
TCHITOLA																							✓
TIAMA													✓	✓									✓
TOLA													✓	✓									✓
WAMBA	✓					✓	✓		✓	✓													✓
WENGÉ																		✓	✓		✓		✓
ZINGANA																		✓	✓				✓