

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix – Travail – Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
ECOLE NORMALE SUPERIEUR
D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
D'EBOLOWA
DEPARTEMENT DE GENIE
ELECTRIQUE



REPUBLIC OF CAMEROUN

Peace – Work – Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I
HIGHER TECHNICAL TEACHER
TRAINING COLLEGE OF
EBOLOWA
DEPARTMENT OF ELECTRICAL
ENGINEERING

Filière
Industrie Textile et de l'Habillement (ITH)

**ETUDE EXPERIMENTALE ET CONCEPTION D'UN
PROCEDE INDUSTRIEL DE FABRICATION DES
SERVIETTES HYGIENIQUES BIOMEDICALES A BASE
DE LA CELLULOSE DE MANIOC**

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

Par : **KENNE LONTSI Guilène**

Sous la direction de
Pr NJDAKOMO ESSIANE
Maître de Conférences
Mme EMVOUTOU Sandrine

Année Académique : 2019 - 2020



TABLE DES MATIERES

LISTE DES FIGURES	VI
LISTE DES TABLEAUX	VIII
LISTE DES ABREVIATIONS.....	IX
DEDICACES	XI
REMERCIEMENTS	XII
RESUME	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : ETAT DE L'ART	3
I.1 La plante du manioc.....	3
I.1.1 Généralités.....	3
I.1.1.1 Description de la plante.....	3
I.1.1.2 origine.....	5
I.1.1.3 production.....	6
1.choix de la terre.....	6
2. Préparation du terrain	6
I.1.1.4 Domaines d'utilisation de plante du manioc	7
I.1.1.5 Vertus thérapeutiques de la plante du manioc	7
I.2 La cellulose	8
I.2.1 Généralités.....	8
I.2.2 Structure moléculaire de la cellulose	10
I.2.3 Lignine	10
I.2.4 Les hémicelluloses	11
I.2.5 Extraction de la cellulose	12
I.2.6 Propriété physique de la cellulose	12

I.2.6.1 Propriétés chimique.....	13
I.2.7 Utilisation de la cellulose	14
I.3 Serviettes hygiéniques	15
II.3.1 Généralités.....	15
I.3.2 Historique des serviettes hygiéniques	15
I.3.3 Composition des serviettes hygiéniques	18
I.3.4 Utilisation	19
I.3.5 Différentes marques de serviettes hygiéniques présentées sur le marché camerounais	19
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES	22
II.1 Matériels	22
II.1.1 Matériels d'approvisionnement.....	22
II.1.2 Matériels d'équipement.....	23
II.1.3 Produits chimiques	25
II.2 METHODES	25
II.2.1 Schéma synoptique du procédé expérimental.....	25
II.2.2 Étude détaillée des processus d'expérimentation.....	27
II.2.2.1 Approvisionnement du manioc.....	28
II.2.3 Procède d'extraction des racines de manioc	28
II.2.4 Extraction de la fibre de manioc.....	30
II.2.4.1 Procédé d'extraction chimique de la cellulose de manioc	30
II.2.4.2 Processus extraction de la cellulose.....	30
II.2.4.3 Procédé d'extraction à froid	30
II.2.6 Processus de blanchiment	33
II.2.7 Taux d'impureté	34
II.2.7. 1 Taux d'absorption.....	35
II.2.8 Neutralisation	35
II.2. 9 Broyage	36

II.2.10 Traitement de la cellulose du manioc	37
II.2.10.1 Extraction de l'huile végétale de coco	37
II.2.10.2 Extraction du gel d'aloès Vera	38
II.2.11.Processus de compactage	39
II.2.12 processus de conception de la serviette hygiénique	39
II.2.12.1 Technique de fabrication.....	40
II.2.13 Processus de conditionnement.....	40
II.2.14 Schéma prévisionnel de l'OST	41
II.2.14.1 Etude détaillée du schéma prévisionnel de l'OST	43
II.2.15 Rôles des différents services organisation du procédé industriel de l'entreprise	43
II.2.15.1 Direction générale	43
II.2.15.2 Direction technique	43
II.2.15.3 La maintenance	44
II.2.15.4 Achat matière première	44
II.2.15.5 Les ateliers de fabrications	44
II.2.15.6 Gestion des déchets	44
II.2.15.7 Direction de la logistique.....	44
II.2.15.8 Magasin	44
II.2.15.9 Prévision des effets environnementaux et sociaux de l'entreprise	45
II.2.16 Statut des responsables des serviettes.....	45
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS	47
III.2 Calcul de la concentration de solution préparée	47
III.2.1 calcul du taux impureté.....	48
III.3 Présentation de la poudre de la cellulose de manioc	49
III.4 Caractérisation des encours du procédé expérimental	49
III.5 Calcul du taux absorption de la cellulose	50
III.5.1 détermination du taux d'absorption de la cellulose de manioc.....	51

III.6	Cout estimatif du procédé expérimental.....	51
III.7	Gestion des déchets au sein de l'entreprise	52
III.7.1	Recyclage des eaux usées	53
III.8	Propriétés physique et chimique de la cellulose de manioc	54
1	Propriété physique de la cellulose	54
2	Propriété chimique de la cellulose	54
III.9	Présentation de la serviette hygiénique à base de la racine de manioc	54
III.9.1	Taux d'absorption de la serviette hygiénique	55
III.9.2	Caractéristique de la serviette hygiénique BIO NATURA	55
III.10	Étude comparative de la serviette hygiénique BIO NATURA a un échantillon existant.	56
III.11	Règles d'entretien de la serviette hygiénique à base des racines de manioc.....	57
III.12	Calcul du prix de vente.....	57
CONCLUSION		59
REFERENCES.....		60

LISTE DES FIGURES

Figure 1: racines de manioc [10].....	4
Figure 2 : feuilles de manioc [10].	4
Figure 3: fruits de manioc [10].....	5
Figure 4 : tiges de manioc [10].	5
Figure 5 : structure chimique de la cellulose [3].....	10
Figure 6 : motif phénolique caractéristique de la lignine [3].	11
Figure 7 : structure chimique de l'hémicellulose (xylane) [3].....	12
Figure 8: les serviettes hygiéniques jetables [9].	18
Figure 9 : les serviettes hygiéniques lavables [13].....	19
Figure 10 : schéma synoptique du procédé de réalisation de la serviette hygiénique à base de la cellulose de manioc.....	27
Figure 11 : approvisionnement du manioc	28
Figure 12 : épluchage du manioc	28
Figure 13: trempage du manioc.....	29
Figure 14: récupération de la racine	29
Figure 15 : séchage des racines	29
Figure 16: préparation de la solution alcaline	32
Figure 17 : les racines de manioc dans le bain la solution.....	32
Figure 18: fibre de manioc dans l'eau froide	33
Figure 19: les fibres dans l'eau de javel	33
Figure 20 les fibres dans l'eau oxygénée.....	34
Figure 21: les fibres de manioc neutralisées	35
Figure 22: cellulose de manioc broyée	36
Figure 23: cellulose de manioc (a) cellulose de manioc séchée (b) cellulose de manioc broyée à sec	36
Figure 24: extraction du lait de noix de coco (a) noix de coco (b) noix de coco râpée (c) extraction du lait.....	37
Figure 25 extraction de l'huile de noix de coco (a) lait de coco (b) extraction de l'huile (c) l'huile de coco	38
Figure 26: extraction du gel d'aloé vera (a) feuille d'aloé vera (b) gel d'aloé vera.....	38
Figure 27: cellulose de manioc dans l'huile de coco et gel d'aloé vera	39

Figure 28: compactage de la cellulose de manioc	39
Figure 29: étapes de montage.....	40
Figure 30 : conditionnement du produit	40
Figure 31: schéma prévisionnel de l'ost	42
Figure 32: cellulose de manioc	49
Figure 33: combustion de la cellulose de manioc, (a) cellulose en flamme rouge, (b) cellulose en fume, (c) cendre de la cellulose	54
Figure 34: modèle de serviette hygiénique « BIO NATURA » (a) vue de face ; (b) vue arrière	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: teneur en cellulose de quelques espèces végétale [2].....	9
Tableau 2: Ténacité : le tex est l'unité normale pour les filés de fibres [2].....	13
Tableau 3: Différentes marques de serviettes hygiéniques [14].....	19
Tableau 4: matériels d'approvisionnement.....	22
Tableau 5: matériels d'équipement	23
Tableau 6: Produits chimiques	25
Tableau 7: tableau extraction à froid	31
Tableau 8: statut des responsabilités des services	45
Tableau 9: résultats des différents échantillons obtenus	47
Tableau 10: résultats des différents échantillons obtenus.....	48
Tableau 11 : caractérisation des encours du procédé expérimenta de fabrication de la serviette hygiénique.....	50
Tableau 12: calcul du pourcentage du taux de cellulose	50
Tableau 13: cout estimatif du procédé expérimental.....	51
Tableau 14: gestion des déchets dans l'entreprise	52
Tableau 15: tableau comparatif des serviettes hygiénique	56

LISTE DES ABREVIATIONS

Abréviations	Significations
M	Manihot
M	Mètre
Cm	Centimètre
C	Carbone
H	Hydrogène
O	Oxygène
Dp	Degré de polymérisation
K	Constante de Boltzmann
OST	Organisation Scientifique du Travail
A.N	Application numérique
M	Masse
Mo	masse initiale
V	Volume
C	Concentration
Mh	Masse humide
Ms	Masse sèche
g/ml	Gramme par mole
G	Gamme
Ab	Absorption

Etude expérimentale et conception d'un procédé industriel de fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales à base de la cellulose de manioc.

Imp	Impureté
-----	----------

DEDICACES

A

MES PARENTS

REMERCIEMENTS

Au terme de ce projet de fin d'étude nous tenons à exprimer, Notre profonde gratitude envers toutes les personnes qui nous ont aidées de prêt ou de loin à effectuer ce travail de recherche scientifique. Nous tenons à remercier :

- Professeur NDJAKOMO ESSIANE Salomé (Maitre de conférences), pour la supervision scientifique, académique et pour nous avoir guidées, encouragée, conseillée dans le cadre de ce mémoire ;
- Madame EMVOUTOU Sandrine pour son encadrement, sa disponibilité, son encouragement tout au long de cette recherche et sa confiance qu'elle nous a accordée ;
- Monsieur TIZE directeur de laboratoire de l'ENSET de douala de nous avoir accueillies au sein de son laboratoire, ainsi que ses multiples conseils techniques ;
- Aux enseignements du département Génie Electrique pour leurs conseils qui ont contribué à améliorer la qualité de ce travail ;
- Tout le personnel du corps administratif et enseignant de l'ENSET d' Ebolowa de leurs enseignements et les efforts, consentis pour nous assurer une formation de qualité ;
- A tous mes amis qui n'ont soutenu moralement tout au le long de ce travail et qui ont su créer une ambiance chaleureuse de camaraderie et de travail que restera un souvenir.
- A tous mes frères et sœurs pour leurs encouragements et leur soutien.

RESUME

L'objectif principal de cette étude est de réaliser les serviettes hygiéniques biomédicales à base de la cellulose de manioc. L'idée est de récupérer les racines de manioc afin de les valoriser dans le domaine de l'industrie du textiles et d'habillement ; le but de ce travail est d'obtenir la cellulose de manioc de façon artisanale et d'imprégner les produits antibactérien dans la matière première. Pour bien mener ce travail nous avons choisi au préalable le procédé d'extraction chimique (extraction à froid), réalisée au laboratoire nous a permis d'obtenir les fibres, ensuite sa transformation en cellulose suivi de son blanchiment et broyage. Les matériels que nous avons utilisé lors de l'extraction sont entre autres : la fiole jaugée, la balance analytique, la pipette jaugée. Les résultats obtenus sont satisfaisant. Notre serviette absorbe 50 ml de flux sanguins et son poids est de 14 g, il en ressort que la plus part des serviettes hygiéniques qui existent sur le marché sont réalisées à base d'un super absorbant de 100% cristaux polyacrylate de sodium que causent certaines maladie chez les femmes par ailleurs notre serviettes « **BIO NATURA** » préviennent certaines maladies. Tout au long de ce travail nous avons rencontré plusieurs difficultés parmi lesquelles l'extraction de la cellulose et l'imprégnation des produits. Pour nos recherches avenir nous envisageons d'améliorer les propriétés fonctionnelles de nos serviettes.

Mots clés : cellulose, réalisation, racines de manioc, serviette hygiénique, biomédicale.

ABSTRACT

The main objective of this study is to produce biomedical sanitary pads based on cassava cellulose. The idea is to recover the cassava roots in order to promote them in the textile and clothing industry; the aim of this work is to obtain cassava cellulose in an artisanal way and to impregnate antibacterial products in the raw material. To carry out this work we have chosen the chemical extraction process (cold extraction), carried out in the laboratory allowed us to obtain the fibers, then its transformation into cellulose followed by its bleaching and grinding. The materials we used during the extraction are among others: the volumetric flask, the analytical balance, the volumetric pipette. The results obtained are satisfactory. Our pad absorbs 50 ml of blood flow and its weight is 14 g, it emerges that most of the sanitary pads that exist on the market are made with a super absorbent of 100% sodium polyacrylate crystals that cause certain diseases in women besides our pads «BIO NATURA» prevent certain diseases. Throughout this work we encountered several difficulties including the extraction of cellulose and the impregnation of products. For our future research we plan to improve the functional properties of our pads. Keywords: cellulose, realization, cassava roots, sanitary pads, biomedical.

Keywords: cellulose, realization, cassava roots, sanitary pad, biomedical.

INTRODUCTION GENERALE

Dans cette introduction nous présenterons le contexte scientifique, la problématique, objectifs et l'intérêt, enfin l'organisation et le contenu du travail.

Contexte scientifique

Depuis longtemps les femmes utilisent les serviettes hygiéniques pour se protéger des flux sanguins soit issus des menstruations ou suite à une intervention chirurgicale du vagin et du col de l'utérus ou encore après un accouchement. La plus part des serviettes hygiéniques sont conçues avec des super absorbants, produits chimiques permettant une meilleure absorption mais qui peuvent causer des effets indésirables (irritation, les mycoses vaginales, les infections ...). Ces serviettes jetables sont principalement composées de matières synthétiques (plastique et polymère de synthèse) et de fibre de bois et coton. Les voiles sont composées de plastique, tandis que les polymères de synthèse sont employés pour former le gel absorbant des serviettes [9]. Par ailleurs ceux-ci peuvent également être fait à base des fibres naturelles issues des ressources vivrières les plus communément cultivées dans les zones forestières et les savanes du Cameroun. C'est dans cette optique que notre choix porte sur la fibre végétale de manioc biodégradable, cette plante à de nombreuses vertus thérapeutiques. Nous allons nous attarder principalement sur les déchets de manioc (la racine de manioc) qui sont négligées dans l'environnement afin de les appliquer dans l'industrie de l'habillement. D'où le thème intitulé « **ETUDE EXPERIMENTALE ET CONCEPTION D'UN PROCEDE INDUSTRIEL DE FABRICATION DE SERVIETTE HYGIENIQUE BIOMEDICALE A BASE DE LA CELLULOSE DE MANIOC**».

Problématique

Au Cameroun nous avons constaté que la plupart des déchets sont négligés et moins valorisés à l'instar les racines de manioc biodégradables que l'on retrouve dans les poubelles. C'est dans cette optique que nous voulons valoriser cette fibre dans l'industrie textile et de l'habillement pour la transformation de la matière première et la fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales. Notre choix a été porté sur la fibre de manioc pour plusieurs raisons à savoir : sa biodégradabilité, sa disponibilité au Cameroun.

Vue sous cet angle, notre sujet soulève plusieurs questions suivantes :

1. Quels sont les méthodes que nous allons utiliser pour extraire la cellulose de manioc ?

2. Comment allons-nous concevoir les serviettes hygiéniques à base de la cellulose de manioc ?

3. Pour prévenir certaines maladies, quels sont les produits naturels que nous allons imprégner dans la cellulose, afin de rendre ces serviettes hygiéniques biomédicales ?

Objectifs et intérêts du sujet

L'objectif de cette étude est de fabriquer les serviettes hygiéniques biomédicale à partir de la cellulose issue de la fibre de manioc et de mettre les femmes à l'abri de certaines maladies telles que : les infections vaginales, les mycoses, le cancer... A cet effet, nous allons énumérer les objectifs spécifiques de notre étude :

1. Mettre sur pied sur un nouveau procédé expérimental de fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales ;
2. Industrialiser le procédé de fabrication pour l'utilisation des machines adaptées à ce nouveau procédé ;
3. Améliorer la fabrication des serviettes hygiéniques ;
4. la valorisation des déchets (racines de manioc) ;

Organisation et contenu du mémoire

Notre travail s'articulera autour de trois chapitres :

Chapitre I : Présentation des travaux déjà réalisées (état de l'art) sur la plante du manioc, la cellulose afin de produire les serviettes hygiéniques ;

Chapitre II : Description des produits et matériaux utilisés et des techniques expérimentales ;

Chapitre III : Discussion des résultats.

CHAPITRE I : ETAT DE L'ART

Un état de l'art est un panorama des savoirs, un état synthétique des travaux, modelés et avancées théoriques, auparavant réalisés sur un thème ou dans un domaine de la recherche scientifique et médicale. Dans ce chapitre, il sera question pour nous de présenter l'état de l'art sur la plante de manioc, la cellulose, enfin serviettes hygiénique.

I.1 La plante du manioc

I.1.1 Généralités

De son nom scientifique *Manihot esculenta*, le manioc est l'une des cultures vivrières les plus cultivées et les plus consommées dans de nombreuses régions du monde. Arbuste de 1 à 4 mètres de hauteur environ, il est cultivé pour ses tubercules et ses feuilles. Les tubercules sont très riches en amidon. Les tiges sont quant à elles utilisées comme matériel de plantation. Consommé tant pour l'alimentation humaine qu'animale, le manioc est très utilisé dans l'industrie alimentaire (pâtisseries, tapioca, pâtes alimentaires, cossettes, ...). Avec plus de cinquante produits dérivés, le manioc sert également dans l'industrie textile, la production du papier, de colles, d'alcool ou d'amidon. Sa culture procure des revenus importants aux petits producteurs à travers le monde. Les tubercules de manioc, ainsi que ses sous-produits, s'écoulent partout sans difficulté. Les tiges des variétés améliorées sont également vendues comme matériel de plantation [10].

I.1.1.1 Description de la plante

Le manioc appartient à la famille des Euphorbiacées, tribu des *Manihoteae*, genre *Manihot*. Les différentes variétés rencontrées appartiennent toutes à l'espèce *M. esculenta* CRANTZ. Cette dernière est originaire du Brésil. Le genre *Manihot* est relativement large ; il comprend un grand nombre d'espèces (près de 100 espèces réparties en 17 sections). Toutes les espèces du genre possèdent $2n = 36$ chromosomes. Le manioc est une plante arbustive, semi-ligneuse, atteignant en culture 2 à 3 m de hauteur. Elle est pluriannuelle, mais généralement cultivée comme une plante annuelle et bisannuelle. Comme toutes les Euphorbiacées, ses diverses parties contiennent du latex.

Le système racinaire du manioc est bien développé et lui confère une bonne tolérance à la sécheresse. Les racines principales ont tendance à se tubériser. Ces racines riches en féculose sont disposées en faisceaux et mesurent 30 à 80 cm de longueur et de 5 à 10 cm de diamètre. Elles ont une écorce brunâtre ou rougeâtre [10].



Figure 1: racines de manioc [10].

Les tiges, dont le diamètre ne dépasse pas 2 à 4 cm, sont en grande partie remplies de moelle et de ce fait fort fragiles tant que l'aoutement est incomplet. Les feuilles sont disposées en spirale selon une phyllotaxie de $2/5$ et caractérisées par de multiples lobes foliaires. La couleur des feuilles, quelques fois pourpre dans le jeune âge, est vert clair à vert foncé. Les feuilles sont portées par les pétioles de 5 à 30 cm de longueur, plus longs que le limbe. Les pétioles, de même que les nervures foliaires, sont de couleur verte ou rouge à pourpre, plus rarement blanchâtre [10].



Figure 2 : feuilles de manioc [10].

Les inflorescences sont monoïque, rarement dioïques, en racèmes ou en panicules terminales ou à l'aisselle des feuilles supérieures, généralement composées d'une à plusieurs fleurs femelles basilaires longuement pédicellée et de nombreuses fleurs males à pédicelle plus court. Les fleurs males sont relativement petites, à calice campanulé ou tubuleux, pétales nuls,

10 étamines disposées en deux verticilles libres à déhiscence longitudinale. Les fleurs femelles sont relativement grandes, à calice identique à celui des fleurs mâles, pétales nuls, ovaire trilobulaire, un ovule par loge, styles lobés. Les fruits sont des capsules déhiscentes à trois loges comprenant chacune une graine. Les graines sont ovales et grossièrement triangulaires en coupe transversale. Elles portent une caroncule, croissance apicale du tégument (DEMOL, 2001). Le poids varie en général de 1 à 4kg. Dans certaines circonstances, elles peuvent atteindre 1 mètre de longueur et peser 20 à 25kg [10].



Figure 3: fruits de manioc [10].

La longueur des entre-nœuds est décroissante du sommet vers la base et varie avec les variétés et les conditions de culture. Les feuilles sont alternées, palmatilobées et caduques. Les inflorescences apparaissent au point de ramification de la tige et des branches. Ce sont des grappes, avortant souvent, ce qui restreint la multiplication du manioc par graine et favorise son bouturage [10].



Figure 4 : tiges de manioc [10].

.I.1.1.2 origine

Le manioc, originaire de l'Amérique du Sud, comprend plusieurs espèces dont *Manihot glaziovii*(*Céare*), plante à caoutchouc et surtout *M. utilisima* (manioc) qui est la plante

vivrière la plus importante de la zone tropicale humide par sa productivité et sa plasticité. Son aire s'étend même à la zone tropicale sèche car il est extrêmement rustique. Le manioc fut amené en Afrique à la fin du XVI^{ème} siècle par les navigateurs portugais. Il s'est rapidement répandu principalement dans l'Afrique de l'Ouest, l'Afrique centrale et les pays riverains du Golfe de Guinée et pénétra plus à l'intérieur par le bassin du fleuve Congo en Afrique orientale ; la progression du manioc se situa plus tardivement, à la fin du 17^{ème} siècle, via les îles de la région de Madagascar et de Zanzibar [10].

I.1.1.3 production

1.choix de la terre

Le manioc est une plante peu exigeante qui se contente des sols les plus divers. Le site propice à la culture du manioc présente les caractéristiques suivantes :

- Une végétation dense abritant beaucoup de feuilles mortes qui, en se dégradant, augmentent la fertilité du sol.
- Un sol léger et profond de bonne texture. Les sols sablonneux et argileux sont moins indiqués pour la culture du manioc. Il faut prélever une petite quantité de sol, l'humidifier et en faire une boule. Si la terre humidifiée ne peut être modelée en boule, le sol est alors qualifié de sablonneux. Si la boule s'effrite sous la pression des doigts, il s'agit d'un sol léger. En revanche, si la boule ne s'effrite pas sous la pression des doigts, il s'agit d'un sol argileux.
- Un terrain plat ou légèrement en pente pour éviter l'érosion capable de détruire la terre arable riche en humus.
- Des antécédents cultureux favorables : tirer des leçons des maladies rencontrées, de la présence de termites ou autres ravageurs, des mauvaises herbes difficiles à gérer. Ces informations peuvent guider quant au choix du site et aider à mettre en place un programme adapté de protection du manioc [1].

2. Préparation du terrain

Elle varie selon le climat, la nature du sol, la végétation et le relief. Il s'agit d'ameublir la surface du sol, de l'enrichir en matière organique, et de réduire le développement des mauvaises herbes.

- En culture manuelle, il faut procéder au défrichage de la parcelle et labourer le sol. Il s'agit ensuite de procéder à un buttage ou un billonnage dans le cas de sols lourds.

- En culture mécanisée, gyrobroyer, labourer et billonner dans le cas de sols lourds [1].

I.1.1.4 Domaines d'utilisation de plante du manioc

Le manioc subit une transformation en différents produits alimentaires ou industriels, le produit transformé a une durée de conservation plus ou moins longue. Le procédé de transformation peut passer ou non par la fermentation. Il est réalisé au niveau domestique ou au niveau industriel. Au cameroun , les principaux produits issus des tubercules sont les suivants :

- Au niveau domestique: attiéké, foutou, gari, toh, ragoût, tapioca, placali, liqueur, etc.
- Au niveau industriel : amidon, farine, pain, granulé, apprêt de textile, colle [1].

I.1.1.5 Vertus thérapeutiques de la plante du manioc

Le manioc apporte de quantités de vitamines A, et C, du fer, du potassium et du calcium c'est aussi :

- **Un puissant digestif**

Il est facile à digérer et aide à soulager certains problèmes d'estomac ou de digestion. Par exemple, il est recommandé chez les personnes qui souffrent de mauvaises absorptions de nutriments, d'acidité, d'ulcères et de flatulences. Le manioc aide aussi à soulager les mauvaises digestions, les diarrhées et la constipation [11].

- **Un bon remède pour la peau**

Pour profiter de ses bienfaits, on peut utiliser les feuilles ou la poudre de la racine en usage externe. Les feuilles permettent de traiter les affections causées par une abrasion ou une intoxication alors que la poudre est utilisée en cas de brûlures, d'eczéma ou d'irritation de la peau [11].

- **Un détoxifiant et un purifiant**

Le manioc doit ces deux propriétés à la grande quantité de resvératrol qu'il contient. C'est un principe actif qui agit sur le niveau de mauvais cholestérol (LDL), tout en améliorant la circulation sanguine et en augmentant la production de plaquettes.

Par ailleurs, le manioc :

- **Prévient l'athérosclérose et la formation de thrombus ;**
- **Facilite le drainage lymphatique ;**

- **Réduit l'excès d'acide urique, et il est donc idéal pour les personnes qui souffrent de la goutte ;**
- **Un anti-inflammatoire [11].**

Soulage les patients atteints de problème articulaires comme les rhumatismes, l'arthrose ou encore l'arthrite rhumatoïde. Il est aussi utile pour lutter contre les douleurs musculaires, osseuses ou dans les tendons [11].

- **Un merveilleux immunostimulant**

Parce qu'il renforce le système immunitaire, le manioc évite les maladies en empêchant les micro-organismes nocifs d'entrer dans le corps. Il est aussi conseillé pour les allergies saisonnières grâce aux saponines qu'il contient. Le manioc peut être utilisé pour désinfecter les blessures grâce à ses propriétés bactéricides [11].

- **Idéal pour les femmes enceintes**

Au vu de sa haute teneur en acide folique, le manioc est conseillé aux femmes enceintes et qui allaitent. Il améliore non seulement la santé de la mère, mais prévient aussi les maladies chez l'enfant [11].

- **Bon pour les os**

Cette plante représente un bon apport en calcium, ce qui contribue à renforcer les os et les dents, et aide à rester en bonne santé. Le manioc est utilisé chez les personnes souffrant d'ostéoporose et doit être consommé à partir de 35 ans pour éviter les fractures ou les luxations. Ses feuilles contiennent de la vitamine K qui est excellente pour les os [11].

- **Bienfaisant pour les diabétiques**

Le manioc contient beaucoup de fibres qui permettent de ralentir la vitesse d'absorption du sucre dans le sang. Il a aussi un faible indice glycémique et est recommandé aux personnes qui souffrent de diabète de type 2 [11].

I.2 La cellulose

La cellulose est un polymère d'origine végétale que l'on trouve dans une membrane des cellules de toutes les plantes et les arbres.

I.2.1 Généralités

De formule chimique $(C_6H_{10}O_5)_n$, c'est un glucide constitué de chaînes linéaires de molécules de D-glucose liées entre elles pour former des polymères linéaires, mais, transversalement, ils peuvent développer et s'arrimer par des liaisons inter ou

supramoléculaires de type liaison hydrogène. Ces interactions confèrent une structure fibrillaire à la cellulose, dont le degré de polymérisation varie fortement selon l'origine (fourrage, plante, bois...) de 20 000 à 100 000. Les microfibrilles comportent environ 1500 molécules par fibre. La cellulose est la composante la plus abondante contenue dans la paroi des cellules végétales.

La cellulose n'est pas digérée par l'homme, elle est cependant recommandée et utile sous forme de fibres végétales pour une bonne digestion. Les animaux herbivores digèrent la cellulose grâce à des enzymes fournis par des bactéries de leur flore intestinale. Les termites, grands ennemis des charpentes, sont capables de transformer la cellulose du bois en sucres puis en méthane comme des usines de bio-carburant ou de bio-gaz.

La cellulose transformée a de multiples applications et envahit notre vie quotidienne, entre autres par les journaux (le papier) ou les vêtements (le tissu de coton). Le papier peut être fabriqué à partir du bois, de chiffons de tissus ou de papier à recycler. On broie les copeaux de bois en milieu aqueux basique à chaud, la pâte à bois est ensuite lavée et pressée ; on y ajoute du carbonate de calcium, du kaolin, du polystyrène, puis le calandrage et le séchage donnent les immenses rouleaux que l'on connaît, imprimés à la vitesse de 60 km/h par les rotatives de la grande presse.

Les recherches sur la cellulose s'intensifient dans le domaine de la production du bioéthanol et du bio-gaz. La transformation de la lignine et de la cellulose de la biomasse en alcool est une voie plus intelligente que celle de la transformation des sucres issus des récoltes vivrières. Cette transformation peut se faire au moyen d'enzymes (hydrogénases), par thermolyse à haute température ou par action de l'eau supercritique [2].

Tableau 1: teneur en cellulose de quelques espèces végétale [2].

ESPECES VEGETALES	TENEUR EN CELLULOSE (%)
Coton	95-99
Lin	70-75
bouleau, bambou, blé	40-50
Maïs	17-20

- **Définition**

La cellulose est un polymère d'origine végétale que l'on trouve dans une membrane des cellules de toutes les plantes et les arbres [3].

I.2.2 Structure moléculaire de la cellulose

Le nombre d'unités D-glucopyranose dans une chaîne de cellulose, appelé degré de polymérisation (DP), est exprimé en valeur moyenne puisqu'on trouve une large distribution de longueur de chaîne au sein d'un même échantillon. Cette valeur moyenne varie selon la source. Des DP de 10000 g/mol sont mesurés pour le bouleau par exemple, 20000 pour le coton et 27000 pour la Valonia, ce qui correspond à des longueurs de l'ordre du micromètre. Chaque unité anhydroglucose porte trois groupements hydroxyles libres : une fonction alcool primaire sur le carbone 6 et deux fonctions alcool secondaire sur les carbones 2 et 3. Ces liaisons ainsi que les liaisons glycosidiques sont en position équatoriale alors que les liaisons avec les atomes d'hydrogène sont en position axiale[3].

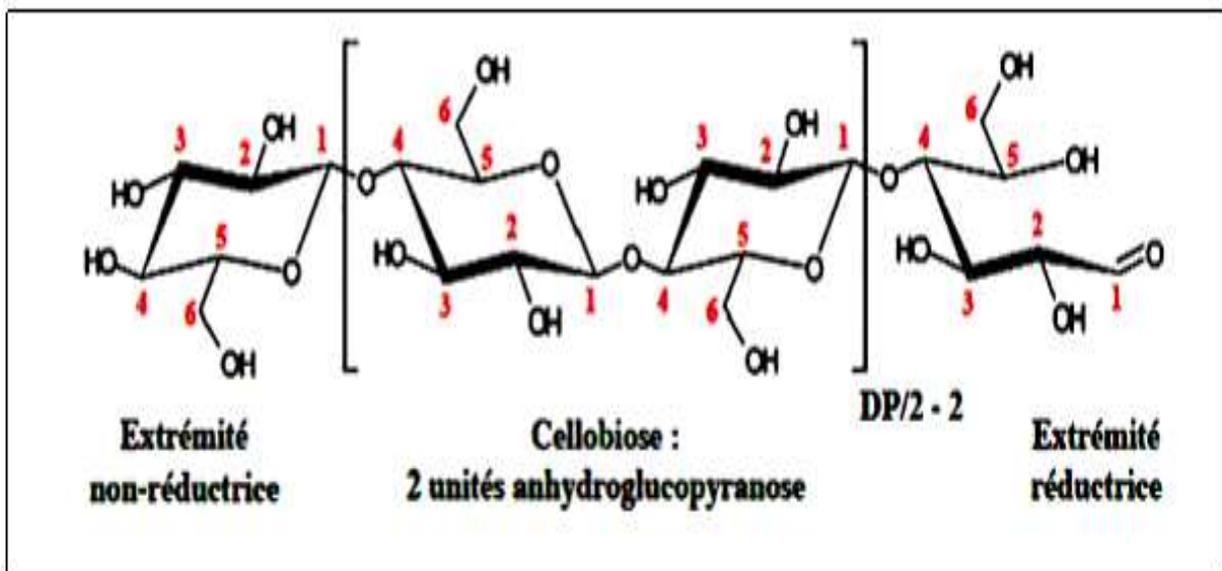


Figure 5 : structure chimique de la cellulose [3].

I.2.3 Lignine

La lignine est un polymère naturel complexe irrégulier composé de motifs monomériques phénoliques plus ou moins méthoxylés. Le motif monomère le plus répandu est le motif guaïcyl, présent notamment à hauteur de 95% dans les motifs phénoliques de la lignine présente dans les conifères²⁸. Les unités monomères phénoliques sont reliées entre elles par

des liaisons éthers ou directement entre les atomes de carbone. Il est à noter que la lignine est facilement dépolymérisable par coupure des liaisons éthers alkylaryl²⁹ [3].

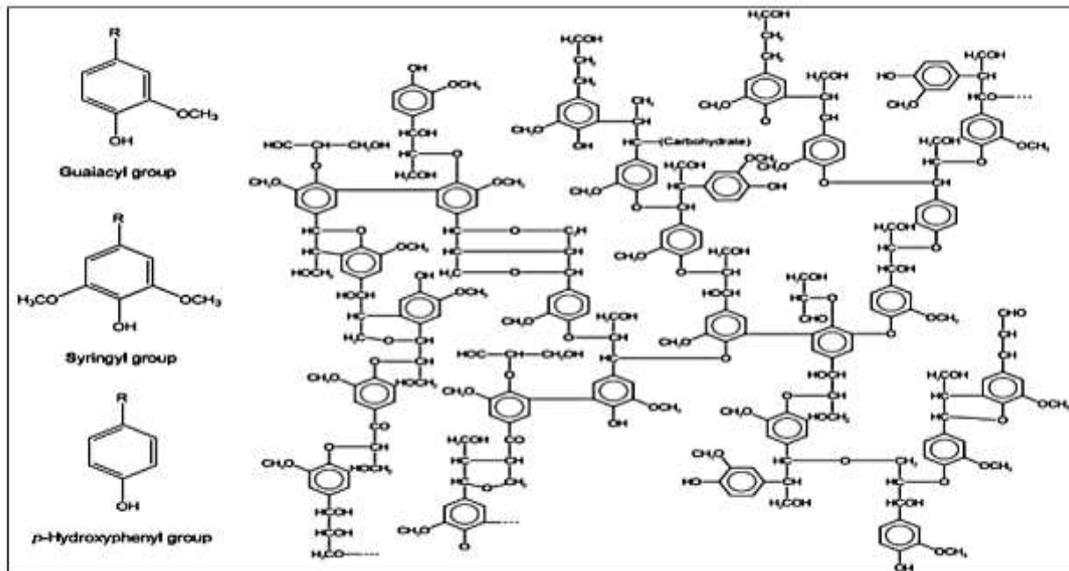


Figure 6 : motif phénolique caractéristique de la lignine [3].

].

I.2.4 Les hémicelluloses

Les hémicelluloses sont une famille de composés hétéropolysaccharidiques composés de sucres à cinq (principalement arabinose et xylose) ou six carbones (glucose, mannose et galactose). La structure chimique exacte de la fraction hémicellulosique varie d'une espèce à une autre. Néanmoins, les hémicelluloses les plus courantes dans la biomasse lignocellulosiques sont issues de la famille des xylanes, des mannanes et des galactanes³⁰. Les xylanes possèdent une structure 1,4-xylose qui contient des motifs arabinose et des motifs acides glucuronique. Les mannanes possèdent quant à elles une structure 1,4-mannose. Enfin, les galactanes sont composées d'une structure 1,4galactose hautement substituée par des motifs xylose, galactose, arabinose ou encore fructose. Les hémicelluloses ont comme caractéristique d'être facilement hydrolysables au contraire de la cellulose [3].

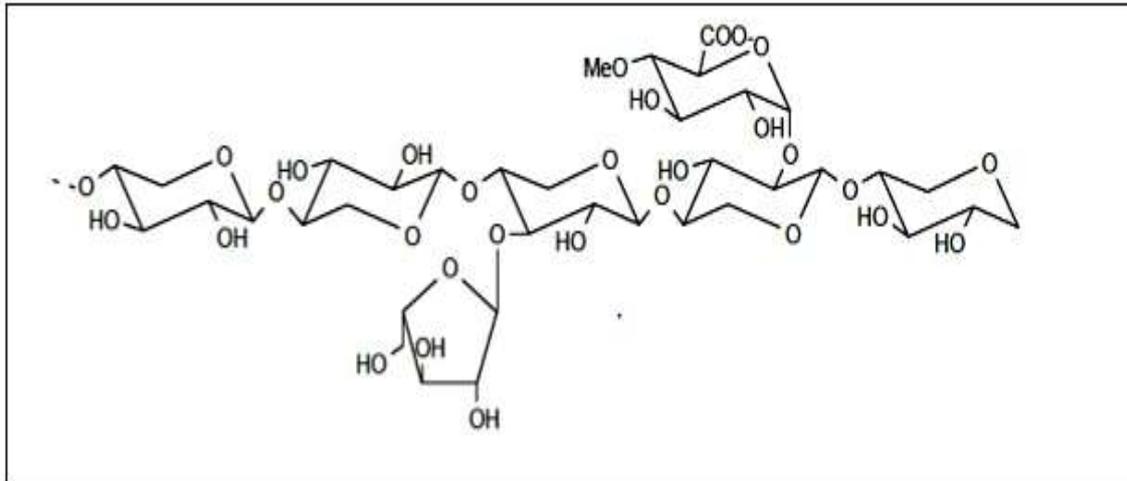


Figure 7 : structure chimique de l'hémicellulose (xylane) [3].

I.2.5 Extraction de la cellulose

L'extraction de la cellulose de coproduits agricoles et forestiers est préférentiellement appelée « enrichissement en cellulose », car le produit obtenu n'est pas de la cellulose parfaitement pure, mais plutôt une matière enrichie en cellulose. L'extraction de la cellulose requiert l'élimination de la lignine ainsi que d'autres constituants des végétaux comme l'hémicellulose, les résines organiques, les graisses et les cires. Cette extraction est réalisée par des traitements successifs mécaniques (broyage par attrition) ainsi que chimiques (procédés de purification acides et basique). Ces traitements doivent être effectués avec le minimum de distorsions mécaniques possibles afin de ne pas endommager la texture fibreuse de la cellulose. Des étapes complémentaires de blanchiment, de formulation, de séchage et de mise en forme, orientées principalement par les exigences des clients, peuvent compléter ces traitements.

Les principaux pays producteurs de cellulose sont les Etats qui possèdent de vastes territoires boisés comme le Canada, les États-Unis ainsi que les pays nordiques (Finlande, Norvège et Suède) et l'Amérique latine [2].

I.2.6 Propriété physique de la cellulose

Les fibres de cellulose possèdent un diamètre moyen qui varie de 15 à 30 μm selon leur origine et leur mode de fabrication. Elles sont très rigides et sont considérées comme de bons isolants thermiques et acoustiques. Elles présentent également de bonnes qualités absorbantes. La conformation spatiale de la cellulose détermine ses propriétés physiques et chimiques [2].

Tableau 2: Ténacité : le tex est l'unité normale pour les filés de fibres [2].

Nom Substance	Détails
Fibres de cellulose	Masse volumique 1,5 à 1,55 g/cm
	Allongement à la rupture 20 à 40 %
	Coefficient de dilatation thermique $80.10 /K$
	Conductivité thermique 0,06 W/m/K à 23 °C
	Module d'Young 3 à 36 GPa
	Ténacité 13 à 23 cN/tex.

I.2.6.1 Propriétés chimique

La cellulose se dégrade dès 100 °C en se dépolymérisant. Cependant, dans l'air, la cellulose pure est stable jusqu'à 300 °C, elle se consume à partir de 330 °C et s'embrase vers 380 °C. L'ajout de borate de sodium, de chlorure de sodium ou de phosphate de sodium permet de retarder cet embrasement. La cellulose est insoluble à la fois dans les solvants organiques classiques et dans l'eau. Elle présente également une bonne résistance aux acides dilués, aux alcalins ainsi qu'aux huiles et graisses. Elle résiste à la corrosion, à la vermine et aux moisissures (notamment lors de l'ajout de sels boriques). Pour solubiliser la cellulose, il est nécessaire d'utiliser des solvants complexes et atypique:

Les solvants aqueux, et notamment des solutions aqueuses très concentrées d'acides (sulfurique, nitrique...), de bases (potasse, hydrazine...), de sels (iodure de potassium) ou de N-méthylmorpholine-N-oxyde. Les systèmes de solvants à base de diméthylsulfoxyde (DMSO) tels que le DMSO/paraformaldéhyde, le DMSO/paraformaldéhyde/thiamine, le DMSO/fluorure de tétrabutylammoniumtrihydrate, le DMSO/méthylamine et le DMSO/dioxyde d'azote.

Les systèmes de solvants contenant un halogénure de lithium, le plus souvent il s'agit de chlorure de lithium, mais également de bromure de lithium associé à du N,N-diméthylacétamide [2].

I.2.7 Utilisation de la cellulose

La cellulose est une matière première industrielle importante. Les fibres de cellulose sont utilisées sous forme de fibres brutes pour la fabrication de pâte à papier. Elles sont également employées après transformation dans l'industrie chimique pour la fabrication de matières plastiques : acétate de cellulose, celluloid, cellophane, rhodoïd... ainsi que dans la fabrication de fibres textiles artificielles : acétate de cellulose, viscose, lyocell, modal, rayonne... Les fibres de cellulose transformées sont, par ailleurs, utilisées comme précurseurs pour la production de fibres de carbone.

L'enquête de filière sur l'utilisation des matériaux fibreux en France menée par l'INRS en 2006 a montré que 188 448 tonnes de fibres de cellulose et mélanges (incluant les esters de cellulose) ont été utilisées par les entreprises.

Les produits à base de fibres de cellulose sont :

- papiers-cartons :
- papier à usage graphique : papier journal, d'impression ou d'écriture ;
- papier d'emballage : cartons plats, papier ondulé ;
- papiers industriels ou spéciaux : papier à usage fiduciaire, papier à usage graphique,

Papier à cigarette, abrasif, papier filtre, etc.

- papier d'hygiène ou pour produits à usage unique pour la santé, l'hygiène et l'essuyage : papier crêpé, ouate de cellulose, papier mousseline.
- Les produits textiles contenant des fibres de cellulose, d'acétate de cellulose, de viscose, de lyocell, de modal, etc. Les produits à base de fibres ciment en remplacement de l'amiante : plaques ondulées, ardoises, tuyaux, canalisations, etc.

- Les matériaux de friction (freins), les nappes tramées pour pneumatiques.
- Les produits d'isolation thermique et phonique à base de ouate de cellulose fabriquée à partir de papier recyclé. Ils sont également utilisés pour leur résistance au feu, à la vermine et aux moisissures.
- Des produits divers utilisés en industrie agroalimentaire, comme les boyaux artificiels pour la charcuterie, des additifs alimentaires (agents de texture). Les films pour pellicules photographiques [2].

I.3 Serviettes hygiéniques

II.3.1 Généralités

Une serviette hygiénique est une protection hygiénique externe principalement destinée à absorber les flux sanguins issus des menstruations, mais aussi consécutifs à une intervention chirurgicale du vagin ou du col de l'utérus ou encore après un accouchement. Contrairement au tampon hygiénique, il s'agit d'une protection externe qui se fixe sur les sous-vêtements de type culotte. Il existe deux types de serviettes hygiéniques : serviettes hygiéniques jetable et lavable elles sont les formes mais se différencie au niveau de la matière première ; La serviette hygiénique consiste en une bande d'une largeur proche de celle de la vulve, bande plus ou moins longue et épaisse selon les besoins en absorption. Elle s'attache au sous-vêtement avec une bande adhésive par exemple pour les serviettes jetables ou par des boutons-pressions qui permet à la serviette d'entourer la culotte La serviette hygiénique jetable se fixe généralement grâce à une bande adhésive sur le sous-vêtement et peut également comporter des ailettes adhésives sur ses côtés.

En général la serviette se divise en trois parties : le dessus qui est fait pour rentrer en contact avec la vulve et absorbe le sang, retenu dans la couche intermédiaire de la serviette, le dessous qui doit empêcher le sang de couler et qui est au contact du sous-vêtement [9].

I.3.2 Historique des serviettes hygiéniques

La serviette hygiénique telle qu'on la connaît aujourd'hui a été inventée au début des années 60

- Années 1850-1900 : les ancêtres de la serviette hygiénique

Les idées fusent à cette époque pour répondre au besoin des femmes de recueillir le flux menstruel. Sont imaginés des petits sacs tenus par des bretelles, des élastiques ou des corsets. Sans succès : ces prototypes ne seront pas commercialisés et les femmes devront continuer à

Etude expérimentale et conception d'un procédé industriel de fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales à base de la cellulose de manioc.

se confectionner elle-même des protections menstruelles. 1896 : la première commercialisation de serviettes hygiéniques

La célèbre marque Johnson & Johnson existait déjà à cette époque. C'est à eux que l'on doit le premier paquet de serviettes hygiéniques mis à la vente, sous le nom de Lister's Towels, en référence à Joseph Lister, chirurgien et pionnier dans le développement de méthodes antiseptiques. Le lancement de ce produit est un échec, dû au tabou sur les règles : les femmes n'osent pas demander ce type de produit en boutique.

- Au début du XX^{ème} siècle, le fait-maison reste la norme

Les femmes ont remarqué l'absorption importante du coton utilisé pour les couches de leurs enfants. Elles décident d'utiliser cette matière et de la fixer à leurs sous-vêtements pour absorber leur flux menstruel. De nouveaux produits voient aussi le jour, sous le doux nom de "sanitary aprons", comprenez des tabliers hygiéniques, qui permettaient de protéger les vêtements.

Croyez-le ou non, mais les culottes menstruelles, ou "sanitary bloomers" sont nées à cette époque. Elles étaient encombrantes, tenaient chaud, n'absorbaient pas grand-chose, ne respiraient pas et provoquaient donc des irritations. Mais le concept était là. Les achats de ce type de produits se faisaient par catalogues, pour toujours plus de discrétion.

- Les infirmières de la Première Guerre mondiale font une découverte

Les pansements à base de cellulose de coton qu'elles utilisent absorbent bien mieux le sang que le coton classique. Elles décident alors de les utiliser lors de leurs menstruations.

- 1920 : la serviette hygiénique est de nouveau lancée sur le marché

Ce modèle jetable appelé Kotex est composé de cellulose de coton, la même que celle utilisée par les infirmières quelques années plus tôt et ce n'est pas un hasard. Le stock de pansements restant une fois la guerre finie a été racheté par la marque américaine Kimberly-Clark, qui l'a utilisé pour en faire des protections périodiques. La marque Kotex existe toujours sur le marché des protections hygiéniques 1922 : des ceintures sont développées pour maintenir les protections jetables

Kimberly-Clark a certes facilité la vie des femmes avec ses protections jetables mais il reste du chemin à parcourir. Les protections sont absorbantes mais n'ont pas de système intégré pour tenir dans les culottes. Des ceintures avec des pinces similaires à celles des bretelles sont

vendues, afin de clipser les protections devant et derrière. Certaines femmes continuent d'utiliser des épingles à nourrice pour fixer leurs protections menstruelles.

- Une ceinture pour maintenir une serviette hygiénique

C'est à cette période que Kimberly-Clark continue de développer son marché. Elle se penche sur le problème du tabou des règles et le frein qu'ont les femmes à demander des produits d'hygiène intime. Elle propose alors à des revendeurs potentiels de mettre leurs serviettes hygiéniques directement à disposition des clientes dans un endroit dédié et discret de leur boutique. Sous forme de distributeur, elles inséreraient l'argent correspondant à leur achat dans une boîte.

- Année 1927 : la marque Johnson & Johnson revient dans la course

Après l'échec des Lister's Towels, l'entreprise américaine lance Modess, sa nouvelle serviette hygiénique, et devient le concurrent direct de Kotex. 1959 : l'évolution des collants, doublement libérateur pour les femmes

Quand Glen Raven Mills innove en présentant des collants en lycra et nylon plus élastiques et donc plus faciles à utiliser, les femmes y voient en fait un second avantage : leur serviette hygiénique tient mieux en place !

- Années 60 : de nouvelles serviettes hygiéniques font leur entrée sur le marché. Il a fallu attendre les années 60 et le mouvement Hippies, concerné par les questions environnementales pour constater le développement de la serviette hygiénique lavable.
- Année 1961 : l'innovation au service du confort

La marque Confidets propose une serviette hygiénique dont la forme est réfléchie pour être plus confortable. Ce modèle était plus large devant et plus étroit derrière. Pour la première fois, ces protections sont vendues dans des sachets individuels.

- Année 1969 : La première serviette hygiénique avec une bande adhésive est commercialisée, par la marque Stayfree. Arrêtons-nous deux secondes sur cette révolution dans l'histoire de l'hygiène intime féminine : au placard ceintures, bretelles et autres épingles à nourrices ! On ne s'en rend peut-être pas compte aujourd'hui, mais pour les femmes qui ont pu avoir accès à ces nouvelles protections, quelle liberté !
- Année 1970 : la création du protège-slip

Dans la foulée, les protège-slips sont créés et font fureur. Présentés comme une protection fine et rassurante en complément d'un tampon ou pour les jours de saignements légers, les femmes les adoptent vite au quotidien.

- Années 90 : des serviettes plus fines avec des ailettes

Au fur et à mesure, les protections périodiques sont devenues plus fines et plus absorbantes. Pour un maintien optimal de la serviette hygiénique et pour une protection plus rassurante, des ailettes adhésives sont proposées sur certains modèles.

- Depuis les années 2000 : la boucle est bouclée

Désormais on retrouve sur le marché des serviettes hygiéniques lavables, jetables, avec ou sans sachet plastique, avec ou sans ailettes, l'embaras [12].

I.3.3 Composition des serviettes hygiéniques

A-Serviette hygiéniques jetable

Les serviettes jetables sont principalement composées de matières synthétiques (plastiques et polymères de synthèse) et de fibres de bois ou de coton. Les voiles sont composés de plastique, tandis que les polymères de synthèses sont employés pour former le gel absorbant des serviettes. Certaines serviettes hygiéniques peuvent comporter des parfums ou des colorants, d'autres peuvent être blanchis au chlore [9].



Figure 8: les serviettes hygiéniques jetables [9].

B-Serviette hygiénique lavable

Commercialisées ou confectionnées à la main, les serviettes hygiéniques lavables sont généralement composées d'une bande de coton dessus, d'un insert en tissu absorbant ou en fibre de bois à l'intérieur et d'un tissu anti-fuite dessous. Deux systèmes existent : les « tout en un » ou les « systèmes avec inserts » [13].



Figure 9 : les serviettes hygiéniques lavables [13].

Nous constatons qu'il existe différents types de serviettes hygiéniques et leurs modes de fabrication divers bien que la plus part des serviettes hygiéniques jetables contiennent des substances chimiques qui s'accumulent dans le corps de la femme et responsable de certains problème : infertilité, changement hormonaux. A cet effet Nous proposons la fabrication des serviettes hygiéniques jetable biomédicale faite à base de la cellulose issue des fibres de manioc qui est un matériau négligé dans l'environnement.

I.3.4 Utilisation

La serviette se fixe sur le sous-vêtement selon des systèmes différents (bande adhésive, bouton-pression, épingles à nourrice...) en période de règles, de fuites urinaires, lors d'un retour découches ou une opération qui cause des écoulements sanguins. La serviette jetable recueille le sang qui s'écoule du vagin et nécessite d'être changée toutes les quatre à six heure et une serviette lavable se change une fois remplie juste avant d'être mise à tremper et nettoyée [9].

I.3.5 Différentes marques de serviettes hygiéniques présentées sur le marché camerounais

Le marché camerounais regorge d'une multitude de marque de serviettes hygiéniques. Le tableau suivant présente les différentes marques que nous avons rencontrées sur le marché

Tableau 3: Différentes marques de serviettes hygiéniques [14].

Etude expérimentale et conception d'un procédé industriel de fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales à base de la cellulose de manioc.

Marques	Illustration	Coûts (FCFA)
Faytex		500
Amie		600
Nana		600
Naval		700
Tiof		600
Always		650
Hygiènix		650
Vania		600
EVeryday		700
Angels secret		600

Etude expérimentale et conception d'un procédé industriel de fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales à base de la cellulose de manioc.

Cette liste ne saurait être exhaustive nous avons essayé de faire figurer le maximum de marques mais quelques nous ont probablement échappées la majorité des serviettes hygiéniques sont conditionnées en paquet de 10 serviettes [14].

Dans ce chapitre il était question de présenter de manière générale tous les travaux, qui ont été déjà fait et leurs limites, les généralités sur la plante du manioc et la cellulose enfin les serviettes hygiéniques et leurs utilisations. Il ne nous reste plus qu'à procéder à la présentation de l'étude expérimentale et du procédé de fabrication.

CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODES

Dans ce chapitre, nous allons d'abord présenter les matériels et les différentes méthodes utilisées pour les opérations à froid puis le processus de fabrication utilisé pour la réalisation de notre serviette hygiénique artisanale enfin le schéma prévisionnel de l'OST.

II.1 Matériels

Parmi le matériel utilisé, on distingue la matière première (approvisionnement), le matériel pour l'extraction chimique, les réactifs chimiques.

II.1.1 Matériels d'approvisionnement

Le tableau ci-dessous présente les différents matériels pour l'approvisionnement de nos racines de manioc.

Tableau 4: matériels d'approvisionnement

Matériels	Quantité	Illustrations	Rôles
Houe	1		Outil de base pour tous les travaux de la terre ; utilisée pour le prélèvement des tubercules de manioc dans l'exploitation agricole.
Machette	1		Est un long couteau muni d'une lame à manche court, utilisée pour couper les tiges de manioc.
Couteau	1		Outil tranchant ou une arme utilisée pour nettoyer les racines de manioc.
Bassine	1		Elle sert ainsi de récipient pour collecter et nettoyer les produits.

II.1.2 Matériels d'équipement

Le tableau ci-dessous présente les différents matériels que nous avons utilisés pour l'extraction de notre cellulose.

Tableau 5: matériels d'équipement

Matériel	Quantité	Illustrations	Rôle
Fiole jaugée	1		pour préparer les solutions d'hydroxyde de sodium et d'hypochlorite de sodium.
flacons	4		Est un type de verrerie de laboratoire utilisé pour laver, sécher, récupérer, estimer les débits ou faciliter le contrôle des gaz produit lors de la réaction.
Pipette	1		. utilisé pour prélever les solutions au cours de la dilution
Gant de protection	4		Permet de protéger les mains afin de prévenir les risques liés à la manutention des produits chimiques
Entonnoir	1		utilisé pendant la dilution pour le transfert des cristaux d'hydroxyde de sodium dans la fiole jaugée.

Etude expérimentale et conception d'un procédé industriel de fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales à base de la cellulose de manioc.

Balance	1		Est un instrument de mesure ayant servie à la détermination les différentes masses de solide.
Seau	1		utilisé pour le lavage de la matière
Tamis	1		Utilisé pour le lavage sous jet d'eau de la matière après la solution.
Broyeur	1		Consiste à broyer la cellulose afin obtenir une pâte.
Cache nez	1		Nous protege lors de la manipulation des produit chimique
Blouse	1		Permet de se protege le corps pendant la preparation d'une solution.

II.1.3 Produits chimiques

Tableau 6: Produits chimiques

Matériels	Quantité	Illustration	Rôles
Soude caustique	1 kg		servant à la dissolution des matières non cellulosiques contenu dans la matière fibreuse.
L'eau oxygénée	2 litres		Permet d'assouplie les fibres et la blanchie
L'acide acétique	1 litre		Neutralise l'excédent de résiduel dans la fibre
L'eau de javel	5 litres		Elimine les impuretés et donne une couleur naturelle aux fibres

II.2 METHODES

Après avoir présentée les opérations de prélèvement et nettoyage de la matière, nous présenterons dans cette partie les différentes méthodes d'extraction chimiques effectuées. De plus seront aussi présentés le processus de blanchiment, le processus de broyage et traitement de notre cellulose afin la réalisation.

II.2.1 Schéma synoptique du procédé expérimental

Nous allons ressorti le protocole de notre réalisation par un schéma, qui définit l'ordre d'évolution du produit de l'étape initiale à l'étape finale il s'agit de :

Etude expérimentale et conception d'un procédé industriel de fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales à base de la cellulose de manioc.

- Approvisionnement ;
- Extraction de la racine ;
- Extraction de la cellulose
- Blanchiment de la cellulose ;
- Broyage de la cellulose ;
- Réalisation de la serviette hygiénique
- Conditionnement.

Etude expérimentale et conception d'un procédé industriel de fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales à base de la cellulose de manioc.

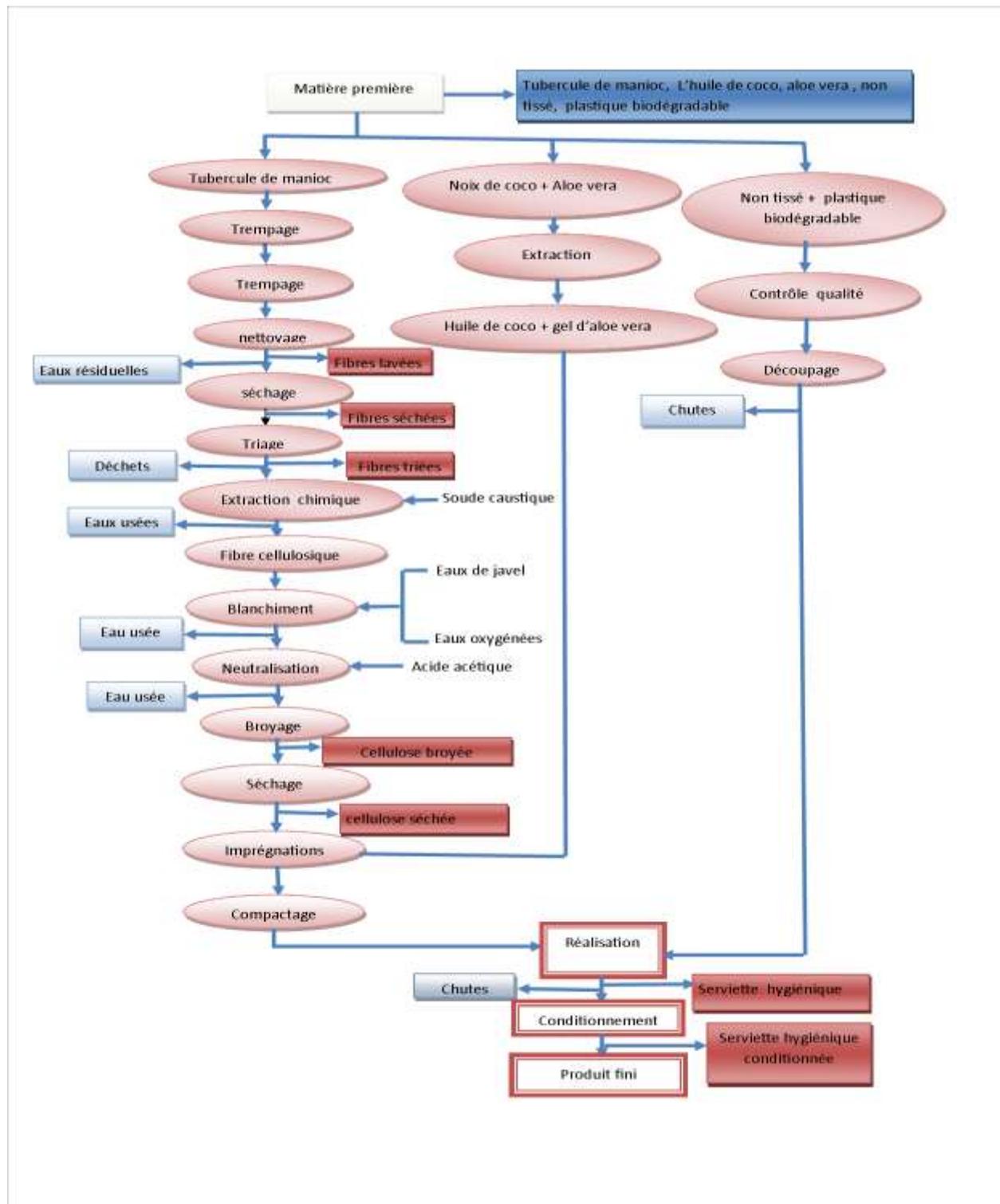


Figure 10 : schéma synoptique du procédé de réalisation de la serviette hygiénique à base de la cellulose de manioc

II.2.2 Étude détaillée des processus d'expérimentation

Elle est constituée de plusieurs étapes

II.2.2.1 Approvisionnement du manioc

Nous avons acheté un sac de tubercule de manioc dans la région du sud Cameroun à Ebolowa au mois de Mars 2020 pour compléter notre matière première, nous nous sommes approvisionnés en récupérant les racines de manioc chez les producteurs des bâtons de manioc, mintoumba, amidon et farine.



Figure 11 : approvisionnement du manioc

II.2.3 Procède d'extraction des racines de manioc

L'extraction est une opération qui consiste à séparer la fibre de la racine, cette fibre provient des tubercules de manioc elles sont situées à l'intérieure des tubercules dans le sens de la longueur cette extraction enclave plusieurs étapes nous avons :

➤ Épluchage du manioc

Cette opération consiste à ôter la peau ou les parties non comestibles nous avons épluché les tubercules de manioc à l'aide d'un couteau.



Figure 12 : épluchage du manioc

➤ Trempage

Pendant une période de deux semaines les tubercules de manioc ont été plongés dans une bassine d'eau afin de les ramollir.



Figure 13: trempage du manioc

➤ **Récupération de la racine de manioc**

Une fois fermentée les tubercules de manioc sont nettoyés en retirant la partie centrale du manioc à l'aide d'un couteau.



Figure 14: récupération de la racine

➤ **Rinçage**

Il se fait à l'eau froide pour éliminer les impuretés.

➤ **Séchage**

Il se fait à plat sur le soleil pour éviter que les racines ne moisissent.



Figure 15 : séchage des racines

II.2.4 Extraction de la fibre de manioc

L'extraction est une opération qui consiste à séparer les fibres de la couche des racines de manioc. En fonction du type de plante ou de fibre, le procédé diffère. Il existe deux types d'extraction : extraction chimique et extraction mécanique. Dans le cadre de notre étude, nous avons utilisé un procédé qui est l'extraction chimique du fait de la souplesse de notre racine de manioc.

II.2.4.1 Procédé d'extraction chimique de la cellulose de manioc

Elle consiste en la séparation des espèces polymériques entre elles afin de ne garder que la partie cellulosique. On constate notamment en industrie les effets néfastes de la présence de tous les éléments non cellulosiques sur la qualité du produit final. Dans la fabrication des nant et biologique du matériau, ainsi que l'absorption de l'humidité permettant l'apparition des moisissures. Dans L'extraction chimique il existe deux procédés : le procédé à chaud et le procédé à froid. Pour extraire nos fibres nous avons utilisé la soude caustique [5].

II.2.4.2 Processus extraction de la cellulose

Cette opération consiste à dissoudre la matière non cellulosique (lignine, hémicelluloses, pectines). Elle nécessite l'utilisation d'un solvant ; le plus utilisé des solvants est la solution d'hydroxyde de sodium. Les composants non cellulosiques sont solubles dans la solution d'hydroxyde de sodium. L'action combinée de la température et de l'hydroxyde de sodium contribue à la réalisation de l'extraction de la fibre [5]. La fibre obtenue est essorée et séchée. Dans le cadre de notre étude nous avons utilisé les deux procédés d'extraction c'est-à-dire l'extraction à froid. L'extraction de notre cellulose a été accommodée dans les laboratoires chimiques de l'ENSET de Douala.

II.2.4.3 Procédé d'extraction à froid

Ce procédé est soumis à un trempage dans une solution alcaline pendant une durée de 48 heures, l'extraction à froid permet de débarrasser la fibre des impuretés et matières organiques

Essai

Pour obtenir notre cellulose, en vue de la fabrication des serviettes hygiéniques nous avons fait plusieurs tests au laboratoire, le tableau ci-dessous présente les différents essais effectués au laboratoire.

Tableau 7: tableau extraction à froid

Essais	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6
Masse de matière fibreuse (g)	60	60	60	60	60	60
Concentration de soude NaOH	20%	25%	30%	35%	40%	45%
Temps (heures)	48	48	48	48	48	48

II.2.5 Extraction de notre cellulose de manioc

Pendant cette opération, nous avons utilisé différents matériels à savoir : une paire de gants, les flacons de mayonnaise, la fiole jaugée, l'entonnoir, la balance, la pipette jaugée, 200 g de racine de manioc, 400 g de soude caustique, un litre d'acide acétique, un litre d'eau d'oxygène.

- **Concentration**

$$\frac{m}{M} = CV \leftrightarrow C = \frac{m}{MV}$$

M : masse molaire moléculaire NaOH ;

V : volume de la solution en litre ;

m: masse de la matière première en g ;

C : concentration de la solution Préparation en mol/l [4].

Nous avons travaillé à une concentration de 40%, on a pesé 400g de soude caustique ensuite on a introduit la soude dans de fiole jaugée contenant 1000ml de solution d'hydroxyde de sodium.



Figure 16: préparation de la solution alcaline

Ensuite on pèse 400 g de matière fibreuse qu'on a introduit dans les flacons de mayonnaise pendant une durée de 48 heures. Ce procédé permet l'élimination des déchets tels que la pectine, la lignine, la cire, et les poussières contenu dans la fibre. Afin d'avoir les meilleurs rendements et une bonne efficacité d'extraction pendant cette opération nous disposons d'un cache-nez, une paire de gant, les flacons de mayonnaise, fiole jaugée, pipette jaugée.



Figure 17 : les racines de manioc dans le bain la solution

Après 48H dans la solution nous avons lavé nos fibres pendant une durée de 30 minutes avec de l'eau froide afin de neutraliser tout les déchets.



Figure 18: fibre de manioc dans l'eau froide

II.2.6 Processus de blanchiment

C'est l'opération au cours de laquelle les fibres sont décolorées par une substance chimique. Ici, l'hypochlorite de sodium est la substance chimique utilisée pour notre blanchiment. Après cette opération, les fibres obtenues ont un aspect blanchâtre [6].

➤ A l'eau de javel

Le blanchiment à l'eau de javel permet de se débarrasser des impuretés et de donner une couleur naturelle. Pour cela, nous avons trempé les fibres dans un bain d'eau de javel pendant une durée de 2H nous constatons que nos fibres ont jauni nous avons utilisé 5 litres d'eau de javel. Après 2 heures, on a lavé à l'eau froide afin d'éliminer les traces d'hypochlorite de sodium.



Figure 19: les fibres dans l'eau de javel

➤ **L'eau oxygénée**

Le blanchiment à l'eau oxygénée permet de donner une coloration blanche à notre fibre en éliminant toute trace des pigments naturels. Il permet de blanchir et de décolorer la cellulose obtenu à partir des sources de traitement alcalin. Pour la fibre de manioc, nous avons utilisé 1 litre d'hydrogène. Nous avons laissé nos fibres trempées dans un bain de blanchiment pendant 30 minutes. Afin obtenir une cellulose soyeuse au toucher et blanche à l'œil nu.



Figure 20 les fibres dans l'eau oxygénée

Les Risques

- L'irritation de la peau due à la solution préparée
- L'intoxication due à l'émanation des fumées en provenance du bain de blanchiment

II.2.7 Taux d'impureté

La teneur en impuretés est le type et la quantité d'impuretés, déterminent dans une grande mesure le comportement et les performances à la transformation ainsi la quantité de déchets [3].

Formule :

$$(\%imp) = \frac{m_o - m_f}{m_o} \times 100$$

Avec :

Imp : taux d'impureté de la fibre (%)

mo: Masse initiale de la fibre(g)

mf : Masse finale de la fibre(g)

II.2.7. 1 Taux d'absorption

On détermine un coefficient d'absorption qui est le rapport de l'augmentation de la masse de l'échantillon après imbibition par l'eau, à la masse sèche de l'échantillon. Cette imbibition est obtenue par immersion de l'échantillon dans l'eau pendant 24 heures à 20° C. Le coefficient d'absorption d'eau Ab est défini par la relation [3]..

$$(\%Ab) = \frac{mh - ms}{mh} \times 100$$

- ms : masse de l'échantillon sec après passage à l'étuve à 105° C
- mh : masse de l'échantillon imbibé, surface sèche déterminée comme suit :

II.2.8 Neutralisation

Ce procédé consiste à tremper la cellulose déjà blanchie, dans bain neutralisant nous avons utilisé 1 litre d'acide acétique dans le but d'éliminer l'excédent résiduel (soude caustique) pour éviter la toxicité de la fibre afin d'obtenir le PH neutre (PH=7), les fibres sont trempées pendant 1 heure puis nous avons rincé deux fois avec de l'eau froide.



Figure 21: les fibres de manioc neutralisées

II.2. 9 Broyage

Le broyage consiste à écraser la fibre afin de l'affiner au maximum. Elle peut être broyée sur deux formes à sec ou mouillée. La cellulose neutralisée est broyée mouillée à l'aide d'un robot mixeur.



Figure 22: cellulose de manioc broyée

Après le broyage la cellulose est séchée au soleil et l'ombre pendant une durée de deux jours, pour obtenir notre poudre de cellulose nous avons broyé à sec.



(a)



(b)

Figure 23: cellulose de manioc (a) cellulose de manioc séchée (b) cellulose de manioc broyée à sec

II.2.10 Traitement de la cellulose du manioc

Nous avons traité notre cellulose pour la fabrication des serviettes hygiéniques biomédicale afin de prévenir certaines maladies chez les femmes (les démangeaisons, les irritations, problèmes de fertilité, changement hormonal...). A cet effet on a utilisé deux produits végétaux que la nature nous procure la noix de coco et l'aloès Vera que nous avons extrait. Comme matériel nous avons utilisé : le couteau, la râpe, la meurette, la noix de coco, l'aloès Vera.

II.2.10.1 Extraction de l'huile végétale de coco

. Pour obtenir l'huile de coco nous avons acheté les noix de coco dans la ville de Yaoundé au marché acacia ensuite on a râpé la chaire de noix de coco, nous obtenons une pate on y ajoute $\frac{1}{4}$ de litre d'eau froide pour extraire le lait, nous renversons le lait dans un bol qu'on ferme hermétiquement nous le déposons au frais pendant 24 heures la partie crémeuse se solidifie on récupère simplement dans une poêle en évitant de prendre l'eau nous l'apportons en ébullition sur un feu moyen la crème fond et l'eau s'évapore après 30 minutes l'huile apparait pour extraire notre lait de coco nous avons râpé la chair de la noix de coco à l'aide d'un gratteur ensuite on a pressé pour avoir notre lait.



a



b



c

Figure 24: extraction du lait de noix de coco (a) noix de coco (b) noix de coco râpée (c) extraction du lait

Nous renversons le lait dans un bol qu'on ferme hermétiquement nous le déposons au frais pendant 24 heures la partie crémeuse se solidifie on récupère simplement dans une poêle en évitant de prendre l'eau nous l'apportons en ébullition sur un feu moyen la crème fond et l'eau s'évapore après 30 minutes l'huile apparait elle est fluide et transparente afin on tamise les déchets.

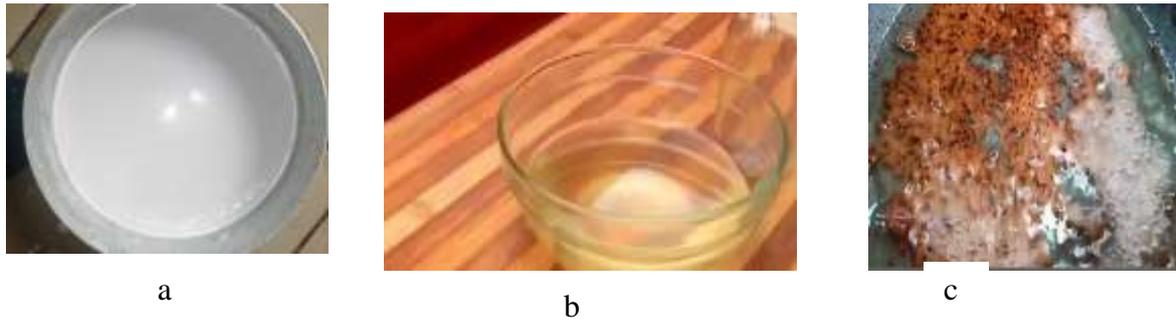


Figure 25 extraction de l'huile de noix de coco (a) lait de coco (b) extraction de l'huile (c) l'huile de coco

L'huile végétale de coco est un antibactériennes protège la partie intime de la femme contre les irritations, et des risques de développer une mycose [15].

II.2.10.2 Extraction du gel d'aloès Vera

L'aloès Vera est une plante utilisée pour combattre les infections. C'est un antifongique et antibactérien. Pour obtenir notre gel nous avons fendu le centre de la feuille en deux puis raclé afin de recueillir le liquide visqueux de l'intérieur [16].



Figure 26: extraction du gel d'aloè vera (a) feuille d'aloè vera (b) gel d'aloè vera

Après avoir obtenu ces deux produits nous avons tiédi un demi litre d'eau puis adjoindre l'huile de coco et le gel. Nous avons remué a l'aider d'une fourchette pendant 30 minutes ensuite on a imprégné la cellulose de manioc dans le produit. Nous avons constaté que notre cellulose àchangé de coloration.

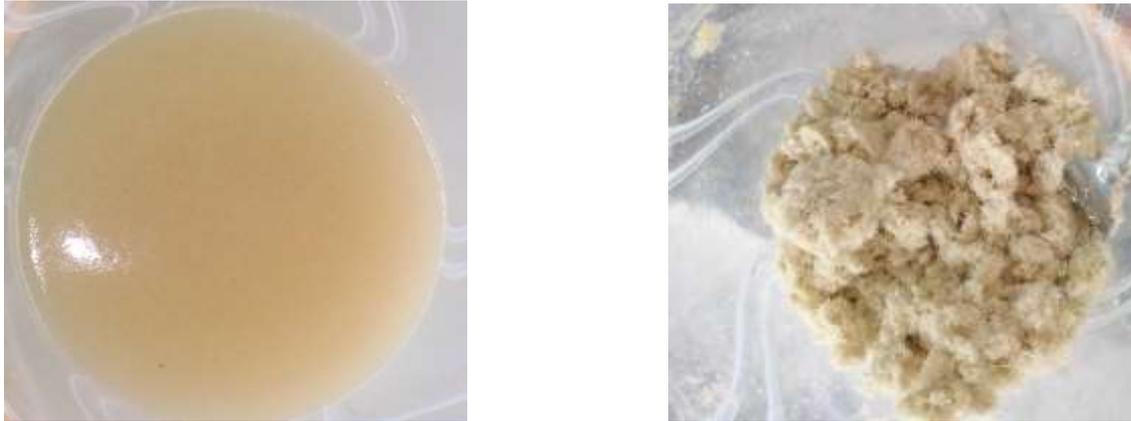


Figure 27: cellulose de manioc dans l'huile de coco et gel d'aloë vera

II.2.11.Processus de compactage

C'est un procédé qui permet de comprimer la cellulose en vue de la mettre sur pression pour pouvoir la manier facilement. La cellulose de manioc pesée ensuite subit une pression sur un support bien lisse. Le produit imprégné a été séché dans la cellulose pour éviter la moisissure



Figure 28: compactage de la cellulose de manioc

II.2.12 processus de conception de la serviette hygiénique

Nous avons acheté différents matériels de réalisation dans la ville de Douala au Cameroun au mois de mai 2020. Nous avons du non-tissé, de l'adhésif, du film de protection imperméable, de la toile absorbante. Cette conception consiste à proposer un modèle de serviette hygiénique que nous avons nommé serviette hygiénique «BIO-NATURA ». La serviette hygiénique «BIO-NATURA» est une serviette biomédicale qui protège la femme pendant sa

période de menstrue. Elle est douce, prévient certaines maladies, ultra absorbante et confortable.

II.2.12.1 Technique de fabrication

L'opération de réalisation s'est déroulée en deux phases :

- Nous avons posé la cellulose sur le film extérieur recouverte de toile absorbante et le non tissé
- Nous avons fermé les bordures par une pression à chaud.



Figure 29: étapes de montage

II.2.13 Processus de conditionnement

Nous avons choisi comme moyen de conditionnement un packaging biodégradable afin de garantir les caractéristiques du produit depuis sa sortie de la fabrication jusqu'à sa bonne utilisation par le consommateur ciblé. Ci-dessous présente le moyen de conditionnement.



Figure 30 : conditionnement du produit

II.2.14 Schéma prévisionnel de l'OST

Le schéma prévisionnel est un organigramme de l'entreprise que de façon graphique les répartitions des responsabilités de chaque service et les différents postes reliés à ces services. A la tête de chacune d'elle est placé un responsable ou un chef de service qui assure la bonne marche des activités dans le but d'obtenir des produits de bonnes qualités et dans les meilleures conditions de travail. L'ensemble de ses services est dirigé par un directeur général qui coordonne toutes les activités de l'entreprise [7].

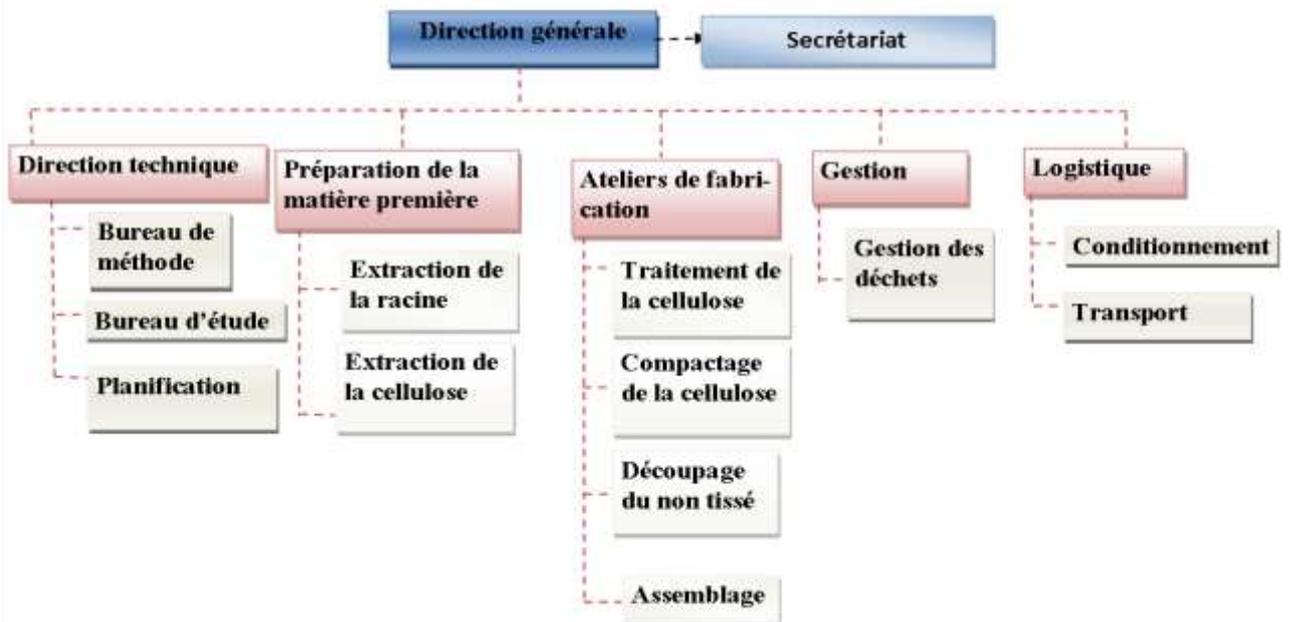


Figure 31: schéma prévisionnel de l'ost

II.2.14.1 Etude détaillée du schéma prévisionnel de l'OST

Les activités de production au sein de l'entreprise sont effectuées par une équipe de travailleur. Ceux-ci travaillent pendant 10 heures de temps par jour. Le travail débute à 8h. Les ouvriers travail cinq jours par semaine.

II.2.15 Rôles des différents services organisation du procédé industriel de l'entreprise

II.2.15.1 Direction générale

La direction générale définit les stratégies du fonctionnement de l'entreprise à court et a moyen terme. Elle a pour mission de gérer l'activité commerciale technique technologique et tout à l'administration. Elle conseille et dirige les différents services de l'entreprise dans la gestion et le pilotage de projets.

II.2.15.2 Direction technique

Elle est au cœur de l'entreprise puisque c'est elle qui permet a l'industrie de mettre en place. Elle vise plusieurs objectifs comme permettre la réalisation qualitative des activités nécessaires à la fabrication des produits. Elle a bien évidemment à sa tête technique assistée par des chefs de différents services. Les bureaux d'étude sont sous son autorisation

➤ Bureau d'étude

Le bureau d'étude conçoit et réalise les expertises ou cahier de charge ainsi que le prototype devant servir pour la fabrication des serviettes hygiéniques. Des logiciels sont susceptibles d'être utilisés à ce niveau. Nous avons entre autre les logiciels de CAO (conception assisté par ordinateur) et FAO (fabrication assisté par ordinateur).

➤ Bureau de méthode

Le bureau de méthode est chargé de l'industrialisation des produits, c'est-à-dire de concevoir et de fournir les outils nécessaires à la production. Il se doit d'améliorer la productivité globale de la production, d'améliorer les conditions de travail et de fournir les outils d'analyse nécessaire aux études de couts standards. De ce fait il :

- Vérifie, avec le bureau d'étude, la faisabilité d'un produit ;
- Défini les phases de fabrication et les temps nécessaires à la production ;
- Met en œuvre les moyens de production nécessaires (machine, operateurs, matériels d'équipement) ;

- Défini le cout de production et optimise les temps.

➤ **Bureau de planification**

Ce service est en charge du choix des sources d'approvisionnement de planification de la livraison de matière et des stocks. C'est fonction de la demande des produits des prévisions de consommation que ce service va coordonne et réguler les différentes activités de la production.

II.2.15.3 La maintenance

C'est un service permanent qui ssurer le bon fonctionnement et anticiper toutes les pannes qui pourront survenir sur les appareils et équipements dans l'industrie.

II.2.15.4 Achat matière première

L'achat des matières premières a pour objectif d'approvisionner l'entreprise de toutes les ressources dont elle a besoin pour son fonctionnement et son expansion

II.2.15.5 Les ateliers de fabrications

Les ateliers assurent le processus de fabrication des objets à réaliser en l'occurrence les serviettes hygiéniques tout en respectant le cahier de charges. Ces ateliers sont coordonnés par les chefs de section de fabrication sous la houlette d'un chef de production.

II.2.15.6 Gestion des déchets

Le service gestion des déchets est charge des tris des déchets au sein de l'entreprise et de les classer en fonction de leur utilisation ultérieur. Dans notre l'entreprise concerne la récupération et le recyclage des déchets.

II.2.15.7 Direction de la logistique

Cette direction gère tout ce qui concerne le stockage et le transport des produits de l'entreprise les véhicules nécessaires au transport, les fournisseurs de l'entreprise, les entrepôts, la manutention en optimisant la circulation pour minimiser les coûts et les délais.

II.2.15.8 Magasin

On y réceptionne, stocke et prépare les produits destinés aux clients. Il se fait également le suivi et l'inventaire des stocks.

II.2.15.9 Prévision des effets environnementaux et sociaux de l'entreprise

L'implantation d'une entreprise a pour la plupart du temps des conséquences sur l'environnement de celle-ci de par les liens d'inter action entre ces deux entités. Une entreprise industrielle a encore plus d'impact sur l'environnement en raison du processus de transformation qui peut l'affecter aussi bien positivement que négativement :

- Sur le plan socioéconomique nous pourrions créer des emplois, créer des richesses, créer des biens que nous allons mettre sur le marché, améliorer les conditions de vie des populations en leur offrant la possibilité de bénéficier de notre savoir-faire ;
- Sur le plan culturel nous allons accompagner les populations de notre zone d'implantation dans les activités socioculturelles et événementielles, en organisant des visites d'entreprise, en finançant les tournois de football, les foires et les festivals.
- Sur le plan écologique, étant donné que nous avons décidé de respecter les normes de sécurité internationales, nous serons dans l'optique du respect des normes environnementales et de l'écosystème, ce qui nous amène à utiliser les énergies renouvelables, et à réduire la pollution sonore.

II.2.16 Statut des responsables des serviettes

Dans notre entreprise, les services sont représentés par des chefs de services assurant la bonne marche de leur département et la coordination des tâches respectives qu'exercent les ouvriers, le tableau ci-dessous présente les niveaux de qualification du personnel [7].

Tableau 8: statut des responsabilités des services

Service	Statuts	Niveaux
Direction générale	Directeur général	BAC +5
Secrèterait	Gere les affaires d'administratives	CAP ou BEPC
Direction technique	Chef des services	BAC+5
Bureau d'étude, de méthode, de planning et lancement	Ingénieur	BTIH
Préparation de la matière première	Chef service	BAC+3

Etude expérimentale et conception d'un procédé industriel de fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales à base de la cellulose de manioc.

Atelier de fabrication	Technicien supérieur	BAC+5
Gestion des déchets	ingénieur	BAC+5
Conditionnement	Ouvrier	CEP
Magasin	Technicien	BAC+2

Dans ce chapitre, nous avons procédé à une expérimentation sur les racines de manioc afin d'extraire la cellulose de manioc pour la fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales de manière artisanale. Il ressort de ce qui précède qu'il existe plusieurs procédés d'extraction mais nous avons jeté notre dévolu sur l'extraction chimique de la racine de manioc, pour obtenir notre cellulose de manioc nous avons mis les racines dans une solution alcaline, suivi d'un blanchiment et le broyage. Il nous reste à analyser les résultats obtenus et procéder aux discussions.

CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS

Dans ce chapitre, nous présenterons le protocole obtenu en procédé expérimental, puis les propriétés de la cellulose à base de la fibre issue des « racines de manioc » enfin la présentation du produit réalisé dans ses fonctions d'usage, ses propriétés et son prix de vente.

III.1 Présentation des résultats obtenus au laboratoire

Le tableau ci-dessous présente les résultats des échantillons obtenus

Tableau 9: résultats des différents échantillons obtenus

Concentration de soude	Durée	Résultats
20%	48H	Les fibres sont rigides marron et visqueuse
25%	48H	Fibres rigides marron et visqueuse
30%	48H	Marron et rigides
35%	48H	Rigides légèrement marron
40%	48H	Les fibres sont lisses, légèrement marron
45%	48H	belle aspect
50%	48H	Destruction la cellulose sur forme de pate

Après avoir fait nos différents essais, nous optons pour un choix pour une concentration de 40% nous constatons que notre cellulose présente un bel aspect et les fibres sont lisses.

III.2 Calcul de la concentration de solution préparée

Données : masse de la fibre = 400 g, volume de la solution = 1000 ml

$$\frac{m}{M} = CV \leftrightarrow C = \frac{m}{MV}$$

M : masse molaire moléculaire NaOH

V : volume de la solution en litre

m:masse de la matière première en g

C : concentration de la solution

- **Calcul de la masse molaire**
- **NaOH**

Soit : $\text{Na} : 23 ; \text{O} : 16 ; \text{H} : 1$

$\text{MN}_{\text{NaOH}} = \text{Na} + \text{O} + \text{H}$

A.N : $23 + 16 + 1 = 40$

$\text{MN}_{\text{NaOH}} = 40 \text{g/mol}$

Concentration de la solution

$$C = \frac{m}{MV}$$

$$\text{A.N} : c = \frac{400}{40}$$

C = 10 mol/l

III.2.1 calcul du taux impureté

Tableau 10: résultats des différents échantillons obtenus

Essais	E1	E2	E3	E4	E5
Masse initiale (g)	200	200	200	200	200
Masse finale (g)	50	48	47,7	46,5	46
Total%	76	76,15	76,75	77	77

III.3 Présentation de la poudre de la cellulose de manioc



Figure 32: cellulose de manioc

III.4 Caractérisation des encours du procédé expérimental

Le procédé expérimental de fabrication de la serviette à base des fibres de manioc présente les encours suivant :

- Racine de manioc ;
- Fibres de manioc brutes extraction chimique ;
- Fibres de manioc transformée en cellulose ;
- Cellulose de manioc blanchie ;
- Cellulose broyée ;
- Cellulose contrôlée ;
- Cellulose compactée ;
- Réalisation de la serviette Bio-natura ;
- Serviette hygiénique contrôlée ;
- Serviette hygiénique conditionnée.

Le tableau suivant présente les encours observés dans le procédé expérimental de fabrication de la serviette hygiénique ainsi que leurs caractéristiques.

Tableau 11 : caractérisation des encours du procédé expérimenta de fabrication de la serviette hygiénique

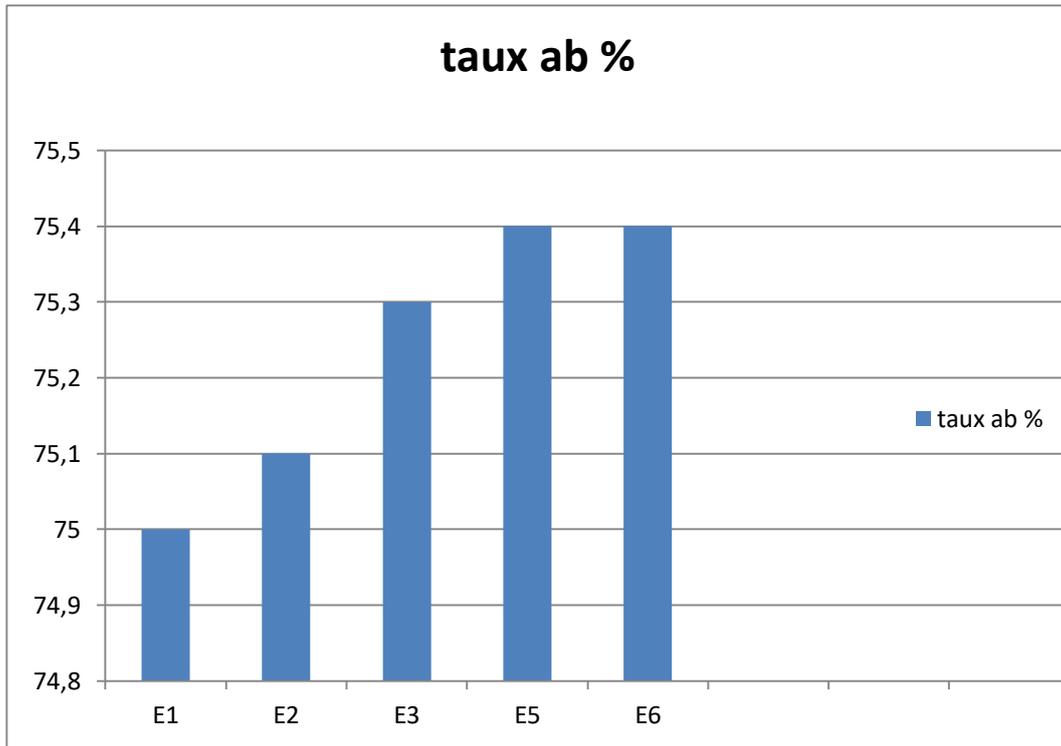
N°	Encours	Caractéristiques
1	Racine du manioc	Brute
2	racine de manioc transformée en cellulose	racine débarrassé des extractifs
3	Cellulose de manioc blanchie	Dénué de sa coloration marron
4	Cellulose neutralisée	Débarrassé d'excédent de soude caustique
5	Cellulose de manioc broyée	Proche du coton
6	Cellulose contrôlée	Répondant aux normes de la qualité
7	Réalisation de la serviette hygiénique « Bio-natura »	Conception du modèle et tracé des patrons assemblage des différent morceaux
8	Serviette hygiénique	Serviette hygiénique fini
9	Serviette hygiénique contrôlée	<ul style="list-style-type: none"> • Absorbante • Doux au touché • Bel aspect
10	Serviette conditionnée	Conditionné dans le packaging en papier

III.5 Calcul du taux absorption de la cellulose

Tableau 12: calcul du pourcentage du taux de cellulose

Essais	E1	E2	E4	E5	E6	E7	E8
Masse sèche (g)	60	60	60	60	60	60	60
Masse humide (g)	240	241	243	243,4	244	244	244
Taux Ab%	75	75,10	75, 30	75,34	75,40	75,40	75,40

III.5.1 détermination du taux d'absorption de la cellulose de manioc



III.6 Cout estimatif du procédé expérimental

Le dessous ci-dessous présente de manières générales la somme des dépenses effectuées en matériels et les produits pour la réalisation du procédé expérimentale.

Tableau 13: cout estimatif du procédé expérimental

N°	Désignations	Quantité	Prix unitaire	Prix total
1	Soude caustique	1 kg	1000	1000
2	Eau oxygénée	1 litre	2500	2500
3	Eau de javel	5 litres	600	3000
4	Acide acétique	1 litre	2500	2500
5	Mixeur	1	30000	30000
6	Aloès Vera	5 feuilles	50	250
7	Noix de coco	8	200	1600

Etude expérimentale et conception d'un procédé industriel de fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales à base de la cellulose de manioc.

8	Non-tissé	2 m	500	1000
	Adhésif	3	50	150
9	Toile absorbante	3	100	300
10	Conditionnement	1	1000	1000
11	Transport			15000
Cout total				58.300

III.7 Gestion des déchets au sein de l'entreprise

La gestion des déchets désigne l'ensemble des opérations et moyens mis en œuvre pour limiter, recycler, valoriser ou éliminer les déchets issu du processus de fabrication. Elle permet à l'entreprise de produire son impact sur l'environnement tout en réalisant des économies et en renvoyant une image positive auprès de ses partenaires et clients. Nous allons dans un premier temps, procéder à l'inventaire des différents déchets obtenus à chaque processus, ensuite proposer un moyen de valorisation en respectant les règles de protection de l'environnement. Le tableau ci-dessous présente l'inventaire des déchets du procédé expérimental et les moyens de gestion [8].

Tableau 14: gestion des déchets dans l'entreprise

Processus	Types de déchets	Présentation des déchets	Moyens de gestion
Epluchage	Peaux de manioc		Collectées dans un bac et vendu à une entreprise qui fait dans l'élevage des animaux
Extraction des racines	Tubercule de manioc		Pour la fabrication de l'amidon

Etude expérimentale et conception d'un procédé industriel de fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales à base de la cellulose de manioc.

Solution alcaline et blanchiment	Les eaux usées		Les eaux usées sont souillées après extraction, débouillissage, blanchiment seront traitées et canalisés à l'aide d'un tuyau dans un ravin prévue par la communauté urbaine ou réutilisées
Broyage de la cellulose	Déchet de la cellulose		Utilisée pour la fabrication des non tissé et papier biodégradable
Extraction de l'huile de coco	Cop de noix de coco		Pour la Fabrication des accessoires de mode
Extraction du gel d'aloès Vera	Feuille		Utilisée dans l'entreprise pour la fabrication des produits cosmétique

III.7.1 Recyclage des eaux usées

L'industrie textile est un secteur à forte consommation en eau. Par conséquent, la préoccupation principale en matière d'environnement concerne la quantité d'eau rejetée et la charge chimique qu'elle contient. Cette charge chimique est évaluée par la DCO (demande chimique en oxygène) est la consommation en dioxygène par les substances organiques et minérale de l'eau. C'est l'une des méthodes les plus utilisées pour évaluer la charge globale en polluants organiques d'une eau (eaux usées ou résiduaire industrielle).a cette effet nous avons décidé de traiter toutes les eaux avec le vinaigre et le bicarbonate de soude [8].

III.8 Propriétés physique et chimique de la cellulose de manioc

1 Propriété physique de la cellulose

- **Le touché** : très agréable ;
- **L'aspect** : brillant rappelant le coton;
Couleur : beige ;
- **Souplesse** : assez grande ;
- **Perméabilité** : l'eau.

2. Propriété chimique de la cellulose

Action de la chaleur : la cellulose de manioc brûle lentement avec une flamme rouge en dégageant une odeur de papier brûlée, laissant des cendres noires charbonneuses et légères.

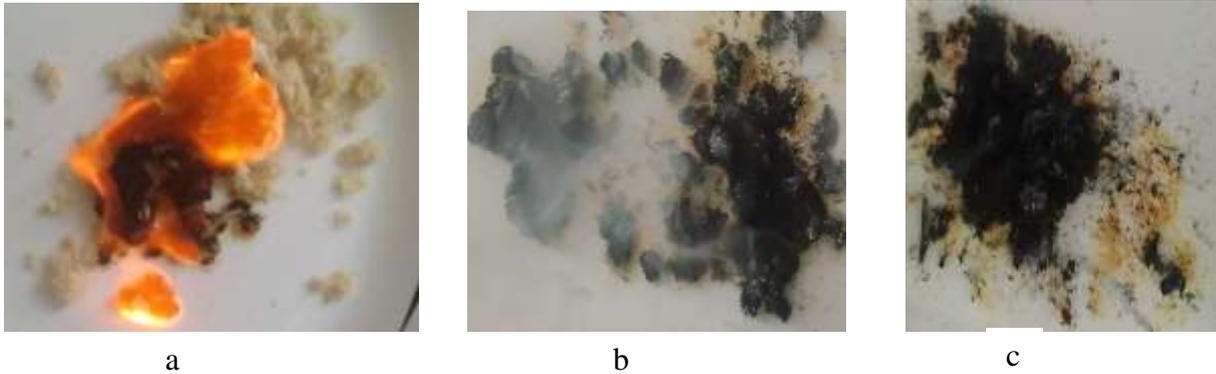


Figure 33: combustion de la cellulose de manioc, (a) cellulose en flamme rouge, (b) cellulose en fume, (c) cendre de la cellulose

Action des agents chimique : la soude caustique est sans sur la cellulose

III.9 Présentation de la serviette hygiénique à base de la racine de manioc

Partant de ce procédé expérimental, nous avons obtenu une serviette hygiénique biomédicale

« **BIO-NATURA** ». Notre concept reste confortable et prévient certaines maladies.



a)



b)

Figure 34: modèle de serviette hygiénique « BIO NATURA » (a) vue de face ; (b) vue arrière

Les différentes parties de la serviette hygiéniques « BIO-NATURA »

- Voile de surface non tissé perméable pour augmenter la vitesse de pénétration
- Cœur absorbant cellulose du manioc
- Film extérieure imperméable maintient le fluide a l'intérieure de la serviette
- L'adhésif est utilisé afin que la serviette Cole au sous vêtement

III.9.1 Taux d'absorption de la serviette hygiénique

Ce test permet de déterminer la quantité d'eau maximal que la serviette hygiénique 'BIO NATURA' peut absorber. Nous avons besoin d'eau, une serviette, BIO NATURA. Et d'une seringue de 30 ml.

- **Technique :** verser un volume maximale de liquide qu'une femme peut perdre par jour sur la serviette (50ml), nous constatons qu'elle absorbe totalement le liquide.

III.9.2 Caractéristique de la serviette hygiénique BIO NATURA

- Son taux d'absorption 50 ml
- Son Poids est 14 g
- Une souplesse assez grande
- Une couleur beige
- Une perméabilité à la vue avant
- Une imperméabilité à la vue arrière
- 100% cellulose de manioc

III.10 Étude comparative de la serviette hygiénique BIO NATURA a un échantillon existant.

Cette partie de notre travail a pour but de mieux évaluer les performances de notre matériau (racine de manioc), par rapport à d'autre matériau utilisé sur le marché pour produire les serviettes hygiéniques. Le polymère super absorbant, 100% cristaux de polyacrylate de sodium étant généralement les matériaux utilisés pour la fabrication des serviettes, nous convenons comparer leurs caractéristiques avec nos produits. Ainsi donc, nous utiliserons plusieurs critères, parmi lesquelles : la matière première, le poids, longueur, impacte sur la santé, taux d'absorption, disponibilité de la matière première.

Tableau 15: tableau comparatif des serviettes hygiénique

Serviette hygiénique « bio natura » et serviette hygiénique x		
Images	 Serviette hygiénique « BIO NATURA »	 Serviette hygiénique x
Matière premiers	Cellulose de manioc	Polymère absorbant Super absorbant 100% cristaux de polyacrylate de sodium
Poids	14 g	10 g
Longueur	29 cm	28 cm
Impacte sur la santé	100% Bio natura aucun impact sur la partie intime de la femme	Cause certains maladies :les mycoses vaginale, les infection, le cancer du col de l'utérus.
Taux absorption	50 ml	30 à 40 ml

Disponibilité de la matière première	Les racines de manioc est un produit biodégradable, disponible chez les vendeurs de bâton de manioc à toute saison	Les produits sont importés composé des produits toxiques, polluants et couteux
---	--	--

➤ **Fonction d'usage**

La serviette est révolutionnaire car elle remplace ses devancières encombrantes et dépourvus d'esthétique. Désormais les femmes pourront enfiler sans crainte leur tenu assures par leur protection. Par son originalité elle est capable de tenir pour toute une journée lorsqu'elle est bien posée.

III.11 Règles d'entretien de la serviette hygiénique à base des racines de manioc

Etant donné que notre serviette hygiénique est biodégradable, son entretien est très facile .elle est très hydrophile car elle absorbe 92% de son poids en en eau. Il n'Ya aucun problème de lavage puisqu'elle peut être lavée avec de l'eau pendant sa douche après usage et jeté à la poubelle.

III.12 Calcul du prix de vente

Pour déterminer le prix de vente de nos serviettes, il faut au préalable le cout de revient du prototype. Celui-ci est le rapport de la somme des charges directes et indirectes avec las quantités d'article produit.

$$\text{prix de revient} = \frac{\text{sommes des charges direct} + \text{sommes des charges indirectes}}{\text{quantité d'articles}}$$

Ici, les charges directes sont celles qui proviennent du processus de fabrication de notre serviette .elle incluent les charges d'approvisionnement en matières premières en produits et matériels utilisés. Ce qui nous donne un total de 48300 FCFA.

Les charges indirectes sont celles qui concernent les frais généraux tels que les abonnements internet, téléphone, électricité et transport. Nous avons donc au total 10000 FCFA.

$$\text{A.N : prix de revient} = \frac{48300+10000}{3}$$

$$=1943,33 \text{ FCFA}$$

Etude expérimentale et conception d'un procédé industriel de fabrication des serviettes hygiéniques biomédicales à base de la cellulose de manioc.

Nous nous sommes résolus de fixer une marge bénéficiaire à 10% par serviette pour encourager l'initiative et vu le fait que le produit est nouveau sur le marché. Le prix de vente au consommateur sera obtenu par la formule suivante :

$$\text{Marge bénéficiaire} = \frac{\text{prix de revient} \times 10}{100}$$

$$\text{A.N : Marge bénéficiaire} = \frac{1943,33 \times 10}{100}$$

$$= \quad \mathbf{194,33 \text{ FCFA}}$$

Prix de vente = prix de revient + Marge bénéficiaire

A .N : 1943,33 + 194,33 = **2137,66 FCFA** le paquet de 3 serviettes hygiéniques

Nous allons vendre nos articles au prix de **2150 FCFA**

Il était question dans ce chapitre de présenter les résultats obtenus tout au long de notre procédé expérimental et les moyens de gestion des déchets dans notre entreprise ensuite nous sommes passés à l'étude comparative de notre serviette et ce qui existe déjà sur le marché. Nous avons présenté les fonctions d'usages de la serviette, ce chapitre s'achève par la détermination du prix de vente de nos articles.

CONCLUSION

Le sujet de notre étude est intitulé « **ETUDE EXPERIMENTALE ET CONCEPTION D'UN PROCEDE INDUSTRIEL DE FABRICATION DES SERVIETTES HYGIENIQUES BIOMEDICALE A DE LA CELLULOSE DE MANIOC** ». Il en ressort que cette étude apporte une grande contribution dans l'industrie de l'habillement. Il est important de rappeler que cette étude avait pour objectif de récupérer les racines de manioc biodégradables qui sont négligées dans notre environnement et de réaliser les serviettes hygiéniques à base de la cellulose de manioc.

Nous avons analysé la faisabilité de ce projet ; ce qui nous permis de ressortir et d'adopter un procédé expérimental de l'approvisionnement de nos racines de manioc en passant par plusieurs traitements jusqu'à l'obtention de nos serviettes hygiéniques de façon artisanale. A cet effet nous avons présenté un schéma synoptique dudit procédé. Dans le but de permettre à l'entreprise de bien fonctionner et de maîtriser les fonctions ainsi que l'ensemble des différents services liés à la production industrielle du produit, nous avons présenté un schéma prévisionnel de l'OST ainsi que le personnel. Enfin nous avons présenté les résultats obtenus en précisant ses caractéristiques ensuite une étude comparative de ce qui existe sur le marché avec notre produit final.

Nous pouvons dire que les résultats obtenus sont satisfaisants. Cependant nous avons rencontré d'énormes difficultés, lors de l'extraction de la cellulose et l'imprégnation du produit naturel. Pour les recherches avenir nous envisagerons d'améliorer les propriétés fonctionnelles de nos serviettes hygiéniques. Les recherches ultérieures seront menées afin de déterminer la durée d'action des différents produits utilisés au cours du traitement de nos fibres plus loin, nous pourrons également déterminer la durée de vie globale de notre produit final.

REFERENCES

Ouvrage consultés

[1] RAKPINGNY K, KOULOUNA Z, Novembre 2017. Direction d'Appui aux Filières Agricoles ;

[2] S. Binet, S. Malard, M. Ricaud, A. Romero-Harriot, B. Savary, Edition : 2011. Fibres de cellulose ;

➤ Mémoires consultés

[3] NJOYA NOTSAWO.J ,2016-2017. « Contribution à la valorisation du tronc du bananier en vue d'une application textile »Rapport de fin d'études en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur des Travaux en génie textile et cuir, Maroua;

[4] MINANDI C et NGONGO M, 2018-2019. « Étude expérimentale et conception d'un procédé de réalisation d'un tabouret de rangement de luxe à base de fibre de kenaf » mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du DIPET II, département ITH5, ENSET Douala;

➤ Document consultés

[5] M ELONG F, 2018-2019. « Physique des fibres » cours non publié, ITH5, Département de Génie Electrique, ENSET d'Ebolowa;

[6] Mme ESSINGA BELLA A, 2018-2019. «Projet ennoblissement » cours non publié ITH5, Département de Génie Electrique, ENSET d'Ebolowa;

[7] Mme EMVOUTOU S, 2018-2019. « l'organisation du travail » cours non publié ITH5, Département de Génie Electrique, ENSET d'Ebolowa;

[8] Mme ESSINGA BELLA A, 2018-2019. «gestion des déchets » cours non publié ITH5, Département de Génie Electrique, ENSET d'Ebolowa.

➤ Sites internet

[9] [http:// wikipedia.org/ Wik/ Serviette hygi%C3%A9nique](http://wikipedia.org/Wik/Serviette_hygi%C3%A9nique) visité le 15 Décembre 2019 à 20 H ;

[10] chapIGeneralités sur le manioc // [www.africmemoire.Com/Part-i- generalités-sur le manioc 952. Html](http://www.africmemoire.Com/Part-i-generalités-sur-le-manioc-952.Html) visité le 22 Décembre 2019 à 8 H ;

[11] 8 vêtements médicinaux du manioc <https://www.ObjectifSante.mu/amp/3691> visité le 28 Décembre 2019 à 6 H ;

[12] Serviette hygiénique : de la ceinture sanitaire aux protège-slips visité le 30 Décembre 2019 à 13 H;

[13] [https://dansmaculotte.com/serviette hygienique-evolution-n104](https://dansmaculotte.com/serviette-hygiene-evolution-n104) visité le 22 Janvier 2020 à 8 H;

[14] [http:// wikipedia.org/ Wik/ Serviette lavable hygi%C3%A9nique](http://wikipedia.org/Wik/Serviette_lavable_hygi%C3%A9nique) visité le 30 Janvier 2020 à 22 H ;

[15] [http:// www.memoire online Com /07/10/325/m-criteres-de-choix-d'une-marque-de-serviette-hygiene-par-les femmes de-la-ville-douala. Html](http://www.memoireonline.com/07/10/325/m-criteres-de-choix-d-une-marque-de-serviette-hygiene-par-les-femmes-de-la-ville-douala.html) visité le 5 Mars 2020 à 20H ;

[16] [https://wwwfemmeactuelle.fr/sante/sante-pratique/mycose-vaginale-conseil-soigner-naturellement_2066040](https://www.femmeactuelle.fr/sante/sante-pratique/mycose-vaginale-conseil-soigner-naturellement_2066040) visité le 22 Mai 2020 à 3 H ;

[17] [https://www.fr.wikihow.Com/faire-du gel-%C3%A0-1%27aloe-vera?amp](https://www.fr.wikihow.com/faire-du-gel-%C3%A0-1%27aloe-vera?amp) visité le 22 Juin 2020 à 8 H.