



Mémoire de Fin d'Etudes

PRESENTÉ EN VUE DE L'OPTENTION

DU DIPLOME: MASTER

Filière : Chimie

Option : Chimie des Matériaux

THÈME :

Caractérisation de la Fibre d'Alfa

Préparé par : Boudache Djamel
Tayebi Khadidja

Soutenu le : 03/07/2017

Devant le jury :

Président : M.R. Khelladi	M.C.A	Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A
Rapporteur : D.Hammiche	M.C.A	Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A
Examineur : S.Tabti	M.C.B	Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A
Examineur : Y.Messaoudi	M.A.B	Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A

Année Universitaire 2016-2017



Dédicaces

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

*Ma chère grande famille, mes chers parents. Je souhaite que
Dieu les garde et les protège. A Tous les membres de ma famille
mes frères et mes sœurs que dieu procure santé.*

*Ma petite famille mon épouse Bellahoual Ouahiba et
mes chers enfants que dieu leur offre une belle vie et les protège
de tous danger.*

mes élèves je leur souhaite un très fort succès.



Boudache Djamel



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A ma mère Zahra,

*« Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir.
Toute ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la reconnaissance
que je te porte.
En témoignage, je t'offre ce modeste travail afin de te remercier pour tes sacrifices
et pour l'affection dont tu m'as toujours entourée ».*

A mon père Messaoude,



*« L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne
la plus digne de mon estime et mon respect.
Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que
dieu te préserve et te procure santé et longue vie. En
toutes les langues de la terre, laisses
moi te remercier, »*



Dédicaces

A mon deuxième père ; Belabbas Mustapha

*« Je veux te dire Merci d'être toujours pré de moi pour
m'encourager à continuer mes études. »*

A mes frères, MOKHTAR ET HAMZA

A mes sœurs, DJAMILA ET ZINA

Et ses petites filles et fils

*(Warda, Yasmine, Chahed , Mahedie, Abdelrrahmene , djaber, Khwla, Anes et
Hocine)*

A mes cousines ; AMEL, NAWEL, WARDA, KAMAR ET Wided

A mon cousin ; Hichem ET Hichem

A ma famille ; TAYEBI ET IRAINI

*À mes amis ; Warda, Ahlem, Hassina, Zahra, Noura, Souria
, Khouloud , Ilhem , Lila , Mouna*

A mon collègue ; Boudache DJAMEL.

Et tous les habitants du village « BELDJ »



Tayebi Khadidja



Remerciements

D'abord, je remercie le dieu de bien fait au terme de cette étude en achevant notre mémoire.

Nous voudrions exprimer notre sincère gratitude à notre encadrante « Dr. HAMMICHE Dalila » qui nous a aidé à mener ce travail malgré ses multiples occupations. Que le dieu la garde de tous danger.

Et aussi nos remerciements s'adressent en particulier à tous les enseignants du département de Science de la Matière surtout les professeurs de la formation Master option Chimie des matériaux que dieu les protège.

Un grand remerciement destiné aux ingénieurs de laboratoire d'université BBA.

A tous ceux qui ont nous aidé et encouragé de près ou de loin.

Nous espérons que nos remerciements s'adressent à Monsieur Rebiai Abderrahman, la protection des forêts de la willaya de M'sila et le propriétaire de l'artisanat Monsieur Hamzaoui Bou-Saàda.

Un remerciement particulier à tous les membres administratif et pédagogique du CEM Chibani Ahmed Lakhdar et Akila « bordj-zemmoura » Bordj-bou Arreridj, en particulier Monsieur Mrazga Tarek,

A tous mes amis qui nous ont aidé.

Boudache Djamel





Remerciements

Mon premier remerciement va à Allah Sobhanaho wa taalaha.

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à notre encadrante de mémoire Madame Dr. D. HAMMICHE. Nous la remercions de nous avoir encadrés, orientés, aidés et conseillés.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs en particulier ROUABEH ZOUHIR, le responsable de la bibliothèque de notre faculté pour son implication dans nos recherches et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté à nous rencontrer et répondre à nos questions durant nos recherches.

Enfin, j'adresse mes plus sincères remerciements à ma famille : Mes parents et tous mes proches et amis, qui m'ont accompagné, aidé, soutenu et encouragé tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Tayebi Khadidja



Sommaire

Sommaire pages

Introduction générale.....5

Chapitre I: Etude bibliographique sur les fibres (fibre d'Alfa)

I. Introduction	6
I.1. Les matières textiles	6
I.1.1. Les fibres naturelles.....	7
I.1.1.1. Classification des fibres végétales	7-8
a- Les fibres de grains ou de fruits (Fibres of seeds and fruits).....	8
b- Les fibres de feuilles (Leaf fibres).....	8
c- Les fibres libériennes (Bast or stem fibres).....	8
I.1.2 . Les fibres animales	9
a- Poils.....	9
b- Sécrétions.....	9
I.1.3. Les fibres minérales comme l'amiante.....	10
I.2. Les fibres chimiques.....	10
I.2.1 . Les fibres artificielles.....	10
a- La cellulose.....	10
b- Les protéines.....	10
c- Le latex.....	10
I.2.2. Les fibres synthétiques.....	10
I.3. La fibre d'Alfa.....	11
I.3.1. L'historique.....	11
I.3.2. Epistémologie de l'alfa.....	11
I.3.3. Ecologie de l'alfa	11-12
I.3.4. Extraction des fibres d'alfa	12
I.3.5. Nomenclature et classification botanique	12
I.3.6. L'alfa dans le monde.....	13-14
I.3.7. Production Alfa.....	14

Sommaire

I.3.8.L'exploitation industrielle de l'alfa en Algérie (Stipa tenacissima).....	14-15
I.3.9.Nappes alfatiers du willaya M'sila.....	16
I.3.9.1.Bilan de compagne.....	17
I.3.10.Descriptions et morphologie botaniques	17
I.3.10.1.Partie aérienne	18
I.3.10.1.1.La tige	18
I.3.10.1.2. Les feuille.....	18
I.3.10.1.3. les fleurs	18
I.3.10.1.4.Les fruits.....	18
I.3.10.2.Partie souterraine.....	18
I.3.10.2.1. Les rhizomes	18
I.3.10.2.2. Les racines	19
I.3.11.Structure d'alfa	20
I.3.11.1.Structure physique	20
I.3.11.2. La composition chimique	20
a- cellulose.....	20-21
b- L'hémicellulose.....	22
c- Les pectines	22
d- Les cires	22-23
e- La lignine	23
I.3.11.3. Propriétés mécaniques en traction de fibres Alfa	23-24
I.3.12.Domains d'applications.....	24-25-26

Chapitre II: Matériaux et moyens expérimentaux

II. Introduction.....	27
II.1. Matériaux.....	27
II.2. Méthodes.....	27
II.2.1. Caractérisation physique.....	27
II.2.1.1. Détermination de la densité.....	27-28

Sommaire

II.2.1.2. Détermination du taux en eau libre.....	28-29
II.2.1.3. Analyse granulométrique.....	29
II.2.2. Caractérisation chimique de la fibre d'alfa.....	29
II.2.2.1. Taux d'extractibles.....	29
II.2.2.2. Taux de matière minérale (TMM).....	30
II.2.2.3. Taux de lignine.....	30
II.2.2.4. Taux de cellulose.....	30
a- Élimination de la lignine (blanchissement)	30
b- Élimination de l'hémicellulose	30-31
II.2.2.5. Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (IRTF).....	31
II.2.3. Caractérisation thermique.....	31-32

Chapitre III: Résultats et discussion

III. Introduction.....	33
III.1. Caractérisation physique.....	33
III.1.1. La densité.....	33
III.1.2. Analyse granulométrique.....	33-34
III.2. Caractérisation chimique de la fibre d'alfa.....	34
III.2.1. Composition chimique.....	34-35-36
III.2.2. Analyse Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (IRTF).....	36
III.3. Caractérisation thermique.....	37
III.3.1. Analyse thermogravimétrique ATG/DTG.....	37-38
III.3. Conclusion.....	38
Conclusion générale.....	39
Annexe	40-41-42-43

Liste d'abréviations

Abréviation	Non complet
O.N.T.F	O ffice N ational des T ravaux F orestiers
C.R.N.Z.A	C entre N ational de la R echercher sur les Z one A rides
<i>SNCPA</i>	S ociété N ationale de C ellulose et de P apier A lfa
IRTF	I nfrarouge à T ransformée de F ourier
TMM	T aux de M atière M inérale
T	T aux
Cell	C ellulose
lig	l ignine
hém	h émicellulose
T MM	T aux de M atière M inérale
T abs	T aux d' a bsorption
T ext	T aux d' e xtractibles
T h	T aux h umidité
ATG	A nalyse T hermogravimétrique
DTG	D érivée T hermogravimétrique

Liste des figures

Liste des figures	La page
Chapitre I : Etude bibliographie sur les fibres (fibre d'alfa)	
Figure I.1 : Classification générale des fibres textiles.....	6
Figure I.2 : Classification des fibres végétales selon l'origine	8
Figure I.3 : Illustrations de quelques fibres animales, de gauche à droite: cocon de soie, fibres d'Angora et fibres d'Alpaga.....	10
Figure I.4 : Illustrations de la plante d'Alfa à l'état brut	11
Figure I.5 : L'alfa dans le monde	13
Figure I.6 : L'alfa en Afrique du nord.....	13
Figure I.7 : L'alfa en Willaya M'sila.....	16
Figure I.8 : Morphologie de l'alfa avec indication des parties principal.....	19
Figure I.9 : Représentation d'une molécule de glucose.....	21
Figure I. 10 : Représentation d'une molécule de Cellobiose (β -glucopyranose).....	21
Figure I.11 : Représentation d'une molécule de Maltose (α -glucopyranose).....	21
Figure I.12 : Structure de la Cellulose.....	21
Figure I. 13 : Structure de l'Amidon.....	22
Figure I. 14 : Structure de base de lignine.....	23
Figure . I.15 : Des exemples d'artisanat Alfatière (des paniers, des paillassons des espadrilles).....	24
Figure I.16 : Pâturage d'alfa.....	25
Figure I.17 : Illustrations de la pâte d'Alfa commercialisée par la SNCPA.....	26
Chapitre II : Matériaux et moyens expérimentaux	
Figure II.1 : Préparation de l'alfa.....	27
Figure II.2 : Broyeur universel de laboratoire pour matières plastiques et bois de marque « VERDER ».....	27
Figure II.3 : Matériels utilisés pour déterminer la densité.....	28
Figure II.4 : Matériels utilisés pour effectuer l'analyse granulométrique.....	29
Figure II.5 : Appareil ATG/DTG de type SETERAM TGA92 DTA92.....	32

Liste des figures

Chapitre III : Résultats et discussion

Figure III.1 : Distribution granulométrique d'échantillons d'alfa.....	33
Figure III.2: Distribution granulométrique d'échantillons d'alfa.....	34
Figure III.3: Spectre IRTF de l'alfa.....	36
Figure III.4 : Thermogramme ATG de la fibre d'alfa.....	37
Figure III.5 : Thermogrammes DTG de la fibre d'alfa.....	38

Liste des tableaux

Liste des tableaux	La page
Tableau I.1 : Caractéristiques générales des fibres végétales.....	9
Tableau I.2 : Composition chimique des fibres végétales.....	9
Tableau I.3 : Superficie, Production d'Alfa en nord-africaine	14
Tableau I.4 : Bilan de campagne d'alfa à la wilaya de M'silla	17
Tableau I.5 : La composition chimique d'alfa.....	20
Tableau I.6 : Propriétés mécaniques en traction de fibres Alfa.....	24
Tableau III.1 : Tableau donnant les densités de différentes fibres végétales avec celles trouvées pour d'alfa.....	33
Tableau III.2 : Caractérisation chimique (en %) de fibre d'alfa.....	34
Tableau III.3 : Compositions chimiques (en %) de différentes fibres végétales.....	35

Introduction générale

Introduction générale

Environ 35 millions de tonnes de fibres naturelles représentant le tiers de la production mondiale. Ces fibres peuvent venir également à partir du large éventail de plantes disponibles telles que : les capsules de coton, les feuilles de sisal, les tiges de l'alfa, jute, le chanvre et le lin. Les fibres forment les tissus, les cordes et les ficelles qui ont joué un rôle fondamental pour la société. [7]

Les fibres végétales d'alfa, dite encore fibres lignocellulosiques, sont des structures rigides micro-fibrillaires principalement composées de cellulose, d'hémicelluloses et de lignine et en proportions relativement réduite d'extractibles et de matières minérales. [36]

Depuis l'aube de la civilisation les fibres ont accompagné l'homme au fil des siècles. Les fibres d'alfa sont extraites de tiges d'alfa brutes. Elles sont utilisées, à l'état brut pour la fabrication artisanale d'objets et à l'état extrait dans l'industrie papetière. Leur densité est faible (900 kg / m³), elles sont biodégradables et elles proviennent d'une source renouvelable. La structure de la fibre d'alfa est constituée principalement de cellulose (45 %), de lignine (29,8 % d'hémicellulose (20,94%) et de 4%–5% de cire [7].

Avec cette étude, nous visons d'étudier la fibre d'Alfa et d'analyser les caractéristiques physiques, chimiques et thermiques. Pour ce faire, nous proposons d'étudier la fibre d'Alfa qui a été récoltée à M'Sila en Algérie. Après moisson en mars afin d'expliquer les résultats obtenus.

Ainsi, notre recherche s'articule autour de trois chapitres :

- ❖ Le premier chapitre est un aperçu bibliographique sur les fibres végétales et leur classification.
- ❖ Le deuxième chapitre est consacré pour la description des matériaux et les moyens expérimentaux utilisés.
- ❖ Le troisième chapitre à pour l'objectif d'interpréter et de discuter les résultats obtenus.

En fin une conclusion générale, clôt le présent travail de mémoire.

Chapitre I

«Etude bibliographie sur les fibres (fibre d'alfa) »

I.Introduction

Près de 35 millions de tonnes de fibres naturelles représentant environ le tiers de la production mondiale en fibres textiles sont récoltées chaque année à partir d'une vaste gamme d'animaux tels que : les moutons, les chèvres ou les alpagas. Ces fibres peuvent venir également à partir du large éventail de plantes disponibles telles que : les capsules de coton, les feuilles de sisal, les tiges de jute, le chanvre et le lin. Les fibres forment les tissus, les cordes et les ficelles qui ont joué un rôle fondamental pour la société depuis l'aube de siècles.

Ces fibres naturelles sont des fibres à faible coût et à faible densité, elles possèdent des propriétés spécifiques, par exemple elles sont biodégradables et non abrasives.

A ce jour, l'alfa est bien connue pour des applications papetières comme une matière première noble, en revanche, elle n'est pas connue dans des applications textiles, si ce n'est pour la réalisation d'objets d'artisanat pour lesquels les brins sont mis en œuvre tels quels. Elle a été également une source d'inspiration pour la réalisation de composites verts (pour une application de prothèses orthopédiques) et a été utilisée en mélange avec d'autres fibres naturelles telles que la laine dans la fabrication de non tissés.

I.1. Les matières textiles

La filière textile-habillement est très riche de matières fibreuses issues d'origines très variées, et les destinations des produits finis sont de plus en plus diversifiées. Les fibres textiles peuvent être classées selon leurs origines : Naturelle ou Chimique. Ces deux catégories basiques peuvent encore être subdivisées en sous catégories, ainsi, les fibres naturelles peuvent être d'origine végétale, animale ou minérale. Quant aux fibres chimiques, elles sont synthétiques ou artificielles selon l'origine du polymère utilisé, comme le montre la (figure I.1) [1].

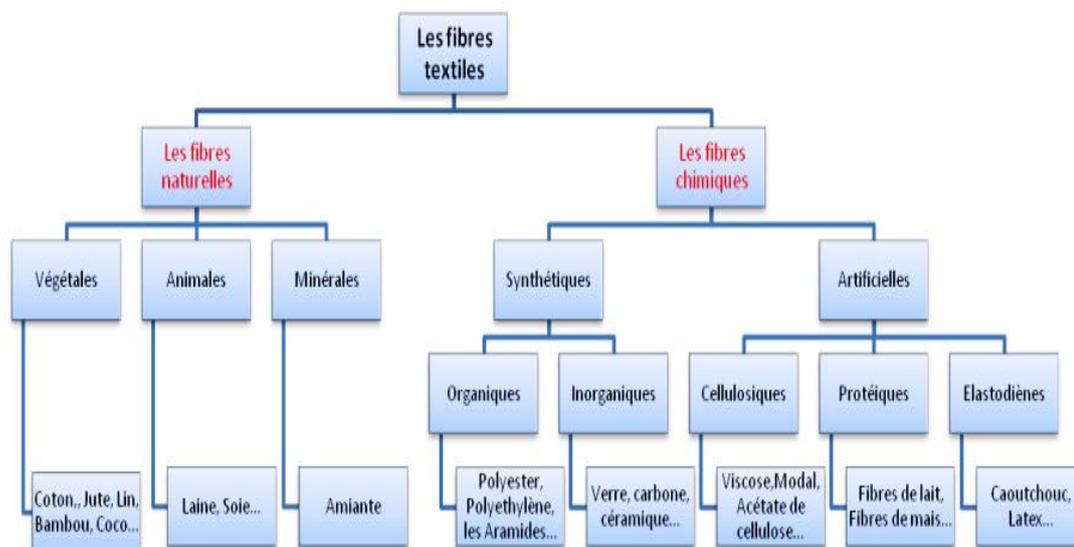


Figure I.1 : Classification générale des fibres textiles [1].

I.1.1. Les fibres naturelles

Les fibres naturelles sont utilisées depuis 3000 ans dans les composites, par exemple dans l'ancienne Égypte, où la paille et d'argile étaient mélangés pour construire des murs. Au cours de la dernière décennie, les composites renforcés de fibres naturelles ont reçu une attention croissante, tant auprès du monde universel que de diverses industries.

L'utilisation de fibres naturelles, et en particulier de fibres végétales comme renfort de matériaux composites, présente deux principaux avantages. Tout d'abord, ces fibres sont largement disponibles à faible coût et leur utilisation en construction constitue de nouveaux débouchés pour les matières agricoles. D'autre part, la valorisation des fibres végétales permet la réduction des impacts environnementaux par rapport aux composites conventionnelles puisque ce sont des matières premières renouvelables, biodégradable et neutres vis-à-vis des émissions du dioxyde de carbone CO₂ et demandant peu d'énergie pour être produites [2].

Les fibres d'origine naturelle sont extraites de la nature. Il s'agit de :

I.1.1.1. Fibres végétales

Les fibres végétales sont des structures biologiques fibrillaires composées de cellulose, hémicelluloses et de lignine. En proportion relativement faible d'extractibles non azoté, de matière protéique brute, de lipide et de matières minérales. Les proportions de ces constituants dépendent énormément de l'espèce, de l'âge et des organes de la plante [3].

I.1.1.1.1. Classification des fibres végétales

Il existe plusieurs critères de différenciation des fibres [2] :

- ❖ suivant l'organe de la plante dont elles sont issues, les fibres végétales peuvent être classées en fibres de tiges (Kénafe, jute, lin, ramie), et de feuilles (Sisal, abaca, paille de graminée).
- ❖ Suivant leur teneur en holocellulose (cellulose et hémicellulose) et en lignine, on peut distinguer les fibres ligneuses (dures et rigides provenant de matériels ligneux tel que le bois d'œuvre, les résidus de l'industrie du bois et les fibres non ligneuses (douces, souples, issues de végétaux non ligneux souvent annuels relativement moins riches en lignine tels que le kénafe, le chanvre, le sisal, le jute et le lin).
- ❖ Suivant leur longueur, les fibres végétales peuvent être groupées en deux catégories :
 - ✓ fibres longues : dites libérienne, provenant des tiges et d'écorce de tiges de plantes annuelles. Elles sont douces, tandis que les fibres longues issues de feuilles ou de troncs d'arbre sont plus dures et plus rigides à cause de leur richesse en lignine.
 - ✓ fibres courtes : ou étoupes qui sont associées aux fibres longues.

Les fibres végétales elles-mêmes sont divisées en trois catégories [4] :

- Les fibres de graines ou de fruits, par exemple le coton et le coco.

- Les fibres de feuilles, par exemple le sisal, l'abaca.
- Les fibres libériennes ou fibres de tige, par exemple le lin, le jute, le chanvre et la ramie.

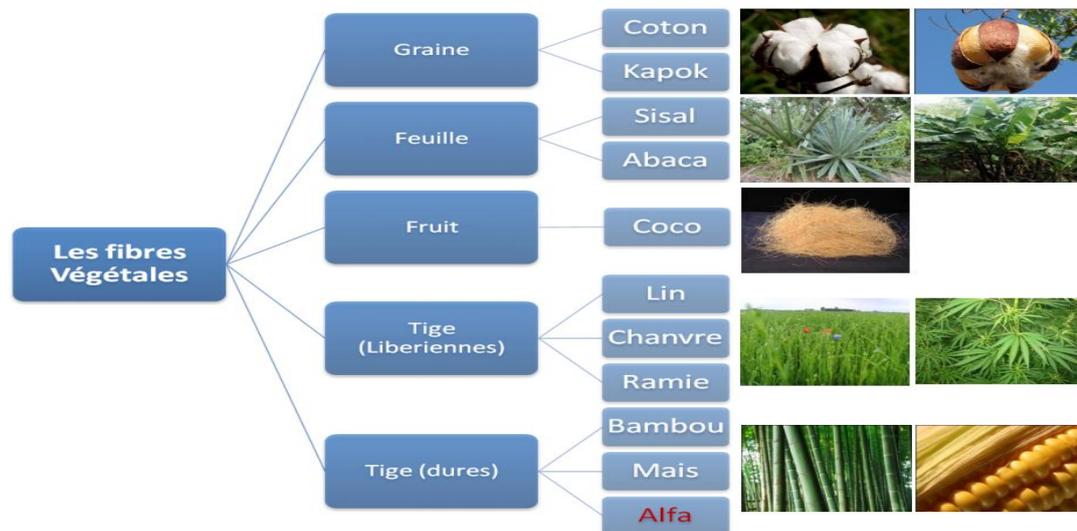


Figure I.2 : Classification des fibres végétales selon l'origine [4].

a- Les fibres de grains ou de fruits (Fibres of seeds and fruits)

Ces fibres poussent sur des fruits ou des grains, elles sont courtes et fines l'exemple le plus connu est le coton qui est devenu la fibre naturelle la plus importante au monde. Récemment la quantité produite a été dépassée par celle de la fibre synthétique PET (le téréphtalate de polyéthylène). La culture de coton demande beaucoup d'eau et de soleil, de pesticides, d'insecticides et d'engrais [5].

b- Les fibres de feuilles (Leaf fibres)

Ces fibres sont généralement plus longues que les fibres de graines, principalement à cause des feuilles souvent très grandes. Outre des applications textiles (des tissus et des tricots), elles sont utilisées comme matière première dans la production de câbles et de cordes. Les fibres cellulosiques issues d'alfa brut sont des fibres de feuilles [5].

c- Les fibres libériennes (Bast or stem fibres)

Ces fibres se présentent sous forme de faisceaux de fibres ultimes liées entre-elles, formant ainsi la tige. Celle-ci contient encore d'autres composants, par exemple ceux transportant l'eau extraite du sol par les racines vers les feuilles et ceux qui sont responsables de la liaison des fibres ultimes. Pendant l'extraction, les fibres ultimes sont obtenues par élimination des liants via un procédé appelé rouissage, réalisé biologiquement dans les champs de culture ou chimiquement dans des chambres de rouissage [5].

Tableau I.1 : Caractéristiques générales des fibres végétales [2].

Fibre	Longueur de la Fibre technique (mm)	Diamètre (mm)	Module de Traction (GPa)
Genêt d'Espagne	5-120	5-10	22
Coton	25	12-23	6-10
Lin	4-8,5	10-30	50-70
Chanvre	4-40	16-50	30-60
Kénef	2,5-4,5	14-33	60
Jute	2.5	5-25	20-25
sisal	100-125	100-400	9-22
Banane	4.5-10	50-250	7-22
Abaca	60	50-280	-

Tableau I.2: Composition chimique des fibres végétales [2].

Fibres	Cellulose	Lignine	Hémicellulose	Pectine	cendre
Kénef	37-49	15-21	18-24	-	2-4
Jute	41-48	21-24	18-22	-	0,8
Chanvre	57-77	3,7-13	14-22,4	0,9	0,8
Ramie	68,6-91	0,6-0,7	5-16,7	1,9	-
Abaca	56-63	7-9	15-17	6	3
sisal	47-78	7-11	70-24	10	0,6-1
Lin	71	2,2	18,6-20,6	2,3	-
Coton	94	-	-	1,2	1,2
Noix de coco	34-46	31-45	10	3-4	-
Genêt d'Espagne	44,5	18,5	16,3	13,3	4

I.1.2. Les fibres animales

Extraites de poil d'animaux comme le mouton, la chèvre, le chameau, le lama, etc. La fibre la plus importante et la plus utilisée est la fibre de laine connue pour ses qualités de bon isolant thermique, son pouvoir absorbant élevé (16-18%) et son élasticité importante (45%) [6].

Les fibres animales sont classées selon leur provenance, on note essentiellement:

- a- **Poils** : la laine (obtenue par la tonte de moutons), alpaga, angora, chameau, cachemire...etc.
- b- **Sécrétions** : soie (Bombyx Mori), soie sauvage, fils d'araignée.



Figure I.3 : Illustrations de quelques fibres animales, de gauche à droite: cocon de soie, fibres d'Angora et fibres d'Alpaga [7].

I.1.3. Les fibres minérales comme l'amiante

L'amiante est la seule fibre minérale naturelle. Il a attiré l'attention des industries pour sa résistance à la chaleur, au feu, aux agressions électriques et chimiques et pour son pouvoir absorbant. Il a été utilisé pour les patins de freins ou en garniture de chaudières ou fours électriques, ou encore dans diverses installations électriques (ex : plaques chauffantes) avant de l'interdire progressivement à cause des risques cancérogènes qu'il présente [8,9].

I.2. Les fibres chimiques

I.2.1. Les fibres artificielles

Ce sont des fibres obtenues chimiquement à partir de différentes matières naturelles:

a- La cellulose: pour la fabrication de la Viscose, Acétate de cellulose [10].

b- Les protéines : servent comme matière première pour la fabrication des fibres telles que : les que les fibres de lait (caséine) [11].

c- Le Latex : produit par certaines plantes (telle que l'Hévéa) et sert à la fabrication des fibres de Latex ou de caoutchouc [12].

I.2.2. Les fibres synthétiques

Les fibres synthétiques sont fabriquées avec des polymères de synthèse obtenus à partir de substances ou de composés fournis par l'industrie pétrochimique. Elles ont fait leurs apparitions au début de 20ème siècle, après la réussite de la fibre de Viscose, depuis lors, un grand nombre de fibres synthétiques ont été mises au point; elles possèdent chacune des propriétés qui répondent à un type particulier d'application. Ces fibres, tout comme les fibres artificielles, sont obtenues par filage. Elles suscitent l'intérêt de beaucoup d'industriels pour leur faible coût, leur disponibilité et indépendance des saisons et surtout la possibilité de les adapter et modifier leurs propriétés, par contre, elles sont très critiquées à cause de ses difficultés de recyclage [13].

I.3. La fibre d'Alfa

I.3.1. L'historique

L'alfa n'est pas inconnu des papetiers car les Anglais l'utilisent depuis de nombreuses années. Le premier brevet britannique sur l'utilisation et le traitement de l'alfa date en effet du 19 novembre 1839 (Miles Berry). L'alfa est également à l'honneur lors de la grande exposition de Londres en 1851. Toutefois, c'est surtout à la suite des travaux de Thomas Routledge (31 juillet 1856) que les anglais systématisent son utilisation permettant ainsi la fabrication de papiers de grande qualité et de grande renommée [14].

La connaissance approfondie de cette graminée a préoccupé depuis longtemps plusieurs chercheurs, son étude, sa biologie et son écologie ont attiré l'attention de TRABUT dès 1889(KHELIL en 1995 et LAKHDARI en 2002) [15].

I.3.2. Epistémologie de l'alfa

Alfa Son nom scientifique (*Stipa tenacissima*) et en arabe (Halfa) est une plante herbacée, vigoureuse et vivace de la famille des Graminée. , sous-famille des Agrostides, tribu des spitées .Cette plante est indigène du bassin Méditerranée occidentale, une région plutôt sèche, et elle pousse sur les terres semi-arides de l'Afrique du Nord du Maroc à la Libye et Europe du Sud (Espagne, Italie), Boudy (1950) a estimé la superficie couverte en hectares à environ 4,5 millions d'hectares en Algérie, mais un rapport plus récent n'a estimé que 3 millions (Ghebalou, 2001). En Algérie [16].



Figure I.4: Illustrations de la plante d'Alfa à l'état brut [17,18].

I.3.3. Ecologie de l'alfa

Stipa tenacissima ne montre pas d'exigences édaphiques mais vient sur les sols calcaires et pierreux, L'alfa plante de steppe, dans les régions où il tombe 200 à 500 mm de pluie par an. Elle fuit les dépressions inondées, les sols argileux et salés dans son aire de prédilection. Elle se trouve dans les stations à sol généralement peu profonds (10 à 15 cm). Les eaux stagnantes limitent

l'extension de l'Alfa ainsi que l'argile quand il dépasse 12 à 15% des éléments de sol, ce qui empêche le développement d'alfa, elle se développe sur des sols squelettiques secs [17].

L'alfa résiste à des températures très élevées + 60 °C, jaunit sous l'effet de la sécheresse et des températures très basses -16°C [9]. Présente une vie latente qui est observée au-dessous de +1,5°C pour atteindre une vie optimale entre 16 et 25°C. La température a donc moins d'effet sur l'évolution de l'alfa, la limite inférieure pour le développement de l'alfa est de 150 mm d'eau par an. L'optimum se situe entre 200 et 400 mm. La limite supérieure est d'environ 500 mm. L'alfa supporte bien un enneigement prolongé, sa grande résistance au froid, lui permet d'atteindre des altitudes élevées, c'est pour cela qu'on peut la retrouver à 1800 m d'altitude [17].

Les fibres d'alfa ont des parois épaisses et sont courtes, normalement moins de 3 mm de longueur, avec une longueur moyenne de 1,5 mm. Le diamètre des fibres varie d'environ 0,005 à 0,015 mm, avec une moyenne d'environ 0,012 mm, ce qui donne un rapport longueur / diamètre de 125 [19].

I.3.4. Extraction des fibres d'alfa

L'extraction de fibres est un procédé classique dans le textile. Souvent les fibres naturelles se présentent sous une forme qui ne permet pas leur filage, donc il faut transformer par extraction et purification la matière première ou brute en une forme filable. Pour chaque type de fibre, le procédé d'extraction est différent parce que la matière brute est composée différemment. Dans le rapport actuel, il s'agit d'extraction de fibres d'alfa à partir d'alfa brute. Il s'agit plus spécifiquement de la recherche concernant des fibres assez longues pour qu'elles soient filables [15].

I.3.5. Nomenclature et classification botanique

Nom vulgaire	L'alfa, en anglais Esparto
Nom scientifique	Stipa tenacissima
Classification [20]	
Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Super Division	Spermatophyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Ordre	Poales
Famille	Poaceae
Genre	Stipa
Espèce	Stipa tenacissima

I.3.6. L'alfa dans le monde

L'alfa n'est pas une plante cultivée : c'est une graminée vivace et spontanée dont l'air est bien limité. On la trouve en abondance sur les hauts-plateaux nord africains; il existe aussi, mais en quantité beaucoup moins importante, en Espagne et en Tripolitaine.

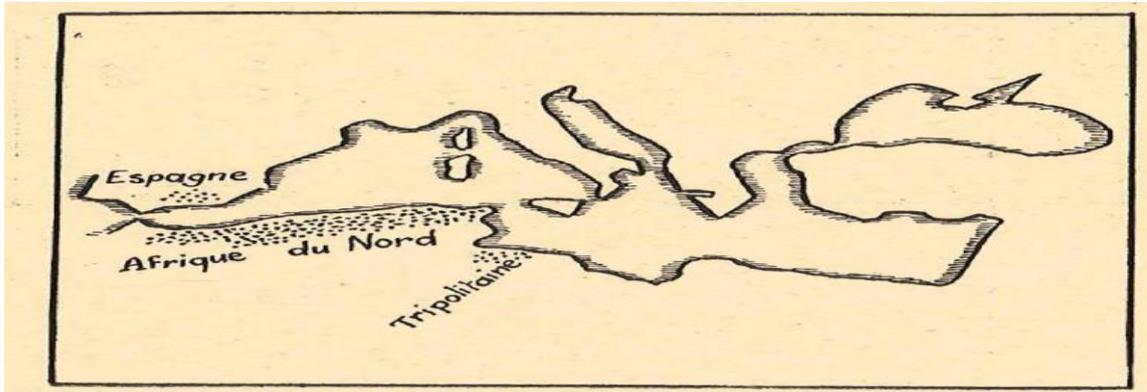


Figure I.5 : L'alfa dans le monde [16].

L'Afrique du Nord possède donc le monopole presque exclusif de la production alfatière, et elle le conservera certainement pendant longtemps [16].

En Algérie, l'alfa est abondante dans la région oranaise, depuis le littoral jusqu'aux monts des Ksours, sur les hauts plateaux de la région de Ksar Chellala, Djelfa, autour de Boussada, jusqu'aux montagnes d'Ouled Nail et autour de Laghouat. A l'est, elle se répartit surtout dans les régions ouest et sud de Setif, les Bibans, Boutaleb et Maadi. Elle couvre également une partie importante des versants de montagnes du massif des Aurès [21]. L'alfa s'occupe environ de 4 milles hectares partagées sur le statut de long 500 Km de l'Est à l'Ouest du nord massifs Atlas tertiaire [22].

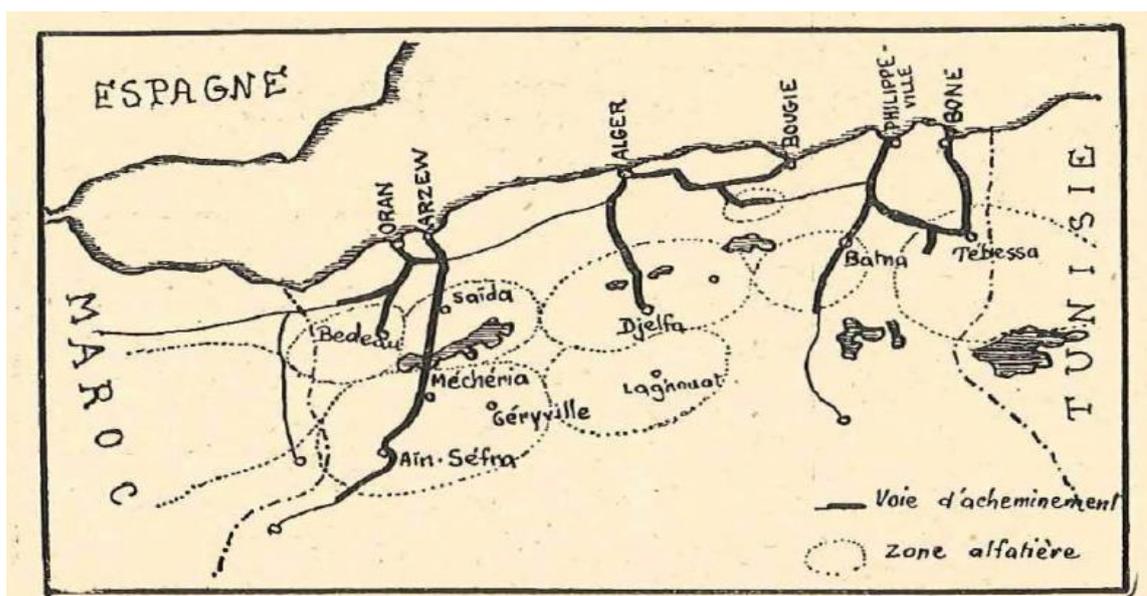


Figure I.6 : L'alfa en Afrique du nord [16].

La nappe alfatière nord-africaine qui s'occupe, soit le tableau suivant :

Tableau I-3: Superficie, Production d'alfa en nord-africaine [16,23].

Pays	Algérie	Maroc	Tunisie	Libye	Espagne	Portugal
Superficie (hectares)	4 million environ	2 millions environ	1 million 200.000	350.000	300.000	peu
Production (tonne) (1951)	250.000	125.000	750.000	/	/	/

Mais l'alfa n'est pas cueilli partout : c'est ainsi qu'en Algérie un million d'hectares restent inexploités, en raison de leur éloignement des régions et du mauvais état des peuplements que l'on laisse reposer.

I.3.7. Production d'alfa

Les quantités d'exportation ont été progressées en Algérie de 42 milles T en 1870 à 80 milles environ à la fin du 19^{ème} siècle, pour atteindre jusqu'à 110.000 milles T avant la première guerre mondiale, puis 200.000 T environ 1927 [24].

Cette activité donne un grand dynamisme économique qui engendre la création des postes de travail et ouvrir une ligne ferroviaire « Arzew -Ain safra » à fin de satisfaire les besoins croissants de transporter la première matière à partir des champs jusqu'aux ports [24].

La production de l'alfa a reculé de 30.000 T dans les années Quatre-vingt-dix à 10.000 environ en 1994. C'est en effet de l'exploitation aléatoire et croissante sans oublier la baisse, la main d'œuvre est rare, la difficulté de travailler dans les régions où l'alfa pousse, les changements économiques des régions steppiques surtout et l'agriculture en général sert au recul de la production.

Les besoins nationaux sont estimés à environ 200.000 T/an (tous produits papetiers confondus). La production nationale s'élève à 70.000 T/an (35% des besoins) [24].

I.3.8. L'exploitation industrielle de l'alfa en Algérie (*Stipa tenacissima*) [12, 24]

L'exploitation industrielle de l'alfa a commencé en Algérie dès 1863, depuis, alfa s'est dégradée et a souvent été transformée en steppe à armoise blanche à *Artemisia (herba-alba)*. A la suite de cette dégradation résultant, dit-on d'une sur exploitation et du surpâturage, une tentative d'expérimentation fut entreprise, consistant à mettre en défense les zones les plus menacées. Réalisé d'abord par MONJAUZE en 1954 à l'arboretum de Ben- Har près d'Ain-Oussera (wilaya de Djelfa), il est possible de constater maintenant, après plus 20 ans de mise en défense intégrale, qu'il n'y a pas eu de remontée biologique ni de repeuplement en alfa seul le *Noeo mucronata* qui est dominant a bénéficié de cette protection et cela n'était vraiment pas le but escompté. IL est donc

nécessaire de combattre l'idée, qui est fortement ancrée dans tous les esprits, selon laquelle la mise en défense intégrale est la seule méthode pour reconstituer les nappes, les nappes alfatières (ou d'autres formations steppiques). L'expérience nous a montré que non seulement cette mise en défense n'était pas suffisante si elle n'était pas accompagnée d'un aménagement intégré tenant compte de la biologie de l'alfa. Mais qu'au contraire la dégradation continue et aboutit à la formation de touffes biologiquement mortes. C'est -à-dire à des touffes très hautes ayant un enracinement faible et émettant peu de nouvelles feuilles et de bourgeons de remplacement

De plus, la création à Mostaganem d'une usine de pâte à papier capable de transformer 300.000 tonnes de feuilles d'alfa, alors que la production moyenne n'est que de 100.000 tonnes, ne pourra contribuer qu'à augmenter le déséquilibre de la steppe à alfa vers intensification.

C'est alors qu'en 1969 fut créé « organisme national de l'alfa » maintenant rattaché à l' « Office National des Travaux Forestiers » (O.N.T.F) chargé non seulement d'exploiter et de commercialiser l'alfa mais aussi de réaliser des études pour améliorer et rationaliser l'exploitation des nappes alfatières. En tenant compte de l'insertion de l'homme de steppe dans un complexe agro-silvico -pastoral L'ONALFA. Sous la direction réalisée une série d'expériences sur régénération des nappes en liaison avec la protection et la reconstitution des sols en zones steppiques tous en possible les travaux culturaux et la cueillette de telle sorte qu'il lui est possible de dresser des plans d'aménagements de steppe dominance d'alfa. Tandis que le « Centre National de la Recherche sur les Zones Arides (C.R.N.Z.A) intervient dans l'interprétation des problèmes scientifiques.

La régénération des nappes alfatières repose sur une meilleure connaissance de l'alfa et jusqu'à maintenant peu de travaux scientifiques s'y rapportent. Rappelons ceux qui ont eu et ont encore une forte incidence sur « l'obligation de la cueillette manuelle exclusivement au bâtonnet ». Une bibliographie plus complète est parue récemment, en BARRY - FAUREL (1973) sur laquelle il n'est pas nécessaire de revenir. Ainsi nous connaissons peu en définitive la biologie de l'alfa, la végétation des steppes à alfa semblait mieux connue surtout depuis les travaux de MATHIEU (1891), d'OZENDA (1954) LONESCO - SAUVAGE (1966) et LE HOUEROU (1969). Ce dernier auteur analyse en plus les processus de désertification et les remèdes à y apporter des études se poursuivent par ailleurs sur la cartographie des associations à alfa dans le cadre général de recherches de biologie terrestre (C.R.R.T)

Dans le cadre de cette préliminaire, nous voudrions d'abord rappeler le rôle écologique de l'alfa puis attirer sur la détermination de ces conséquences avant d'envisager les travaux de régénération des nappes en fonction des potentialités de l'alfa [12, 24].

I.3.9. Nappes alfatières de la willaya M'sila

Elles couvrent une superficie d'environ 200.000 hectares soit 11% de la superficie totale de la willaya, localisée essentiellement dans la zone de la willaya (Ben s'roure , Bou-sâada ,Sidi – ameur, Mejedel , Ain – el Melh , Djbel – Messâad). La superficie productive est de l'ordre de 58.000 hectare avec une production moyenne annuelle de 1500 tonnes soit un taux d'exploitation de 27%.Une superficie d'environ 16.000 hectare se trouve dans un état de dégradation très avancé et nécessite en urgence une mise en défens et une régénération assiste [25].

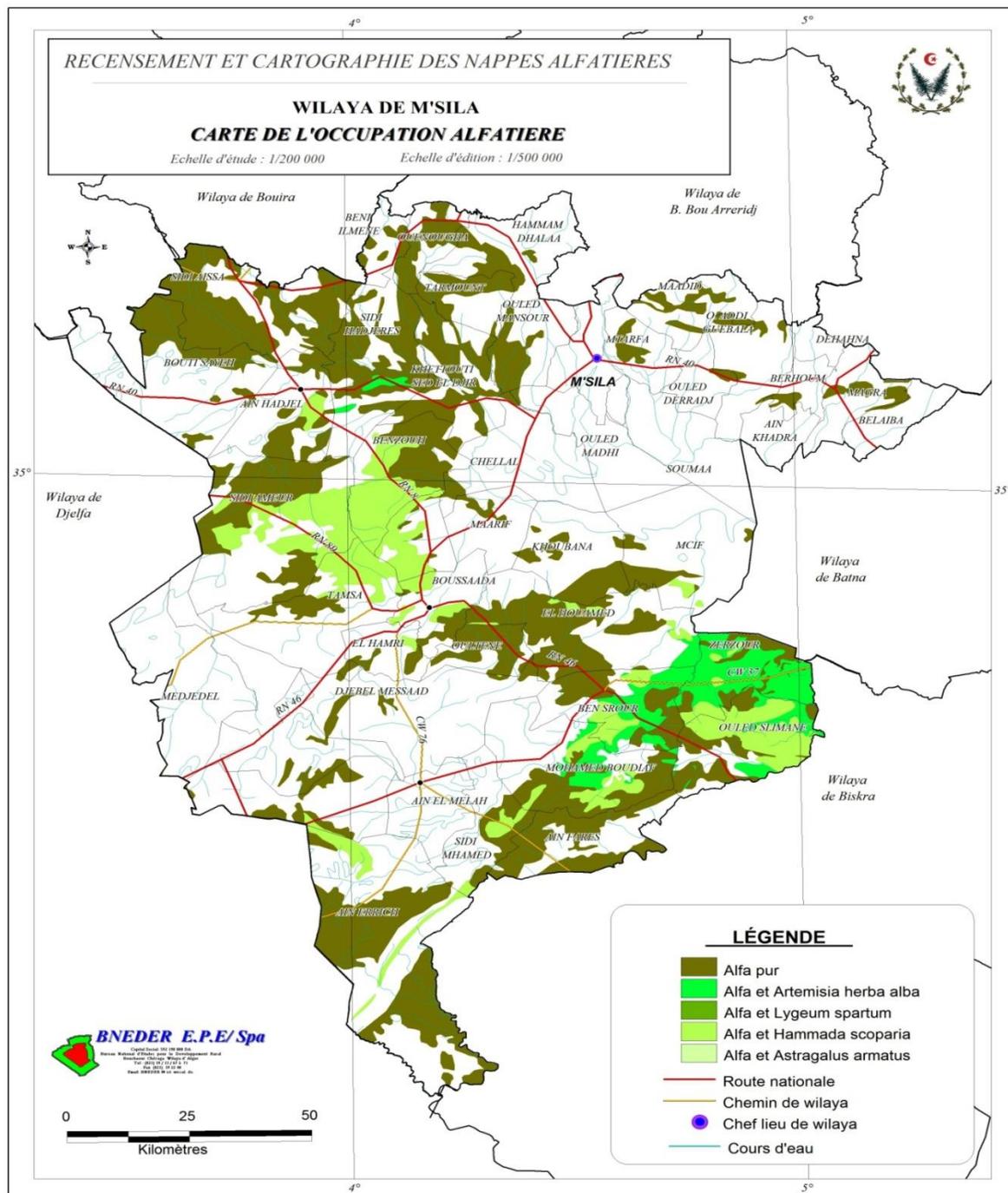


Figure I.7: L'alfa en Willaya M'sila [25].

I.3.9.1. Bilan de campagne**Tableau I.4 :** Bilan de campagne d'alfa à la wilaya de M'silla [25]

	Superficie exploitées (ha)	Volume total (Tonne)	Volume exploité (Tonne)	Redevances financiers (DA)	Commune concernées
1999-2000	25.534	1400	1384	570.850	Sidi-Ameur, Temsa , Outem , Medjedel , Djbel -Messâad
2000-2001	30.200	1000	150	400.000	Sidi-Ameur, Medjedel , EL-Allig Djbel -Messâad, Ben -Zouh , Slim

Ceux qui ont guidé le service de l'alfa ont fait une sorte de contrat avec une usine papetier à M'sila (Baba Ali Blida) auparavant et jusqu' à 2001-2002. C'est dans ces années qu'on constate qu'il y a une superficie exploitée développée avec une redevance financière remarquable. Mais, plus tard cette usine a été fermée, donc l'exploitation de ces régions n'est que pour l'artisanat. L'exploitation de l'alfa est bénéfique à plus d'un titre, en effet car participe au développement économique et permet une source de revenu appréciable aux cueilleurs.

De même que cette pratique permet la pérennité de la tradition du travail artisanal de l'alfa permettant ainsi une source de revenu aux petits éleveurs d'une part et d'autre part la valorisation et la régénération des nappes alfatières par une exploitation rationnelle.

Mais en raison du caractère saisonnier et précaire du travail d'alfa, de sa grande pénibilité, les cueilleurs d'alfa qui sont traditionnellement de petits éleveurs nomades désertent de plus en plus ce secteur d'activités pour d'autres secteurs offrant plus de sécurité d'emploi et rémunération avantageuse.

La campagne est totalement compromise en raison du désistement de l'ensemble des tacherons engagés dans cette opération à cause du faible prix imposé par la CELPAP qui est inférieur à celui de l'année passée et du non paiement des créances des tacherons de la campagne écoulée par la CELPAP.

On estime aujourd'hui la superficie des nappes alfatière à 14.707 ha peu plus du quart de la superficie totale de la zone steppique de la wilaya de M'sila [25].

I.3.10. Descriptions et morphologie botaniques

L'alfa est une plante pérenne comprenant une partie souterraine, capitale pour la régénération et une partie aérienne, celle qui est récoltée et atteint 1 mètre de hauteur. Il forme des touffes circulaires s'évidant graduellement au centre, au nombre de 3000 à 5000 en moyenne à l'hectare ou le nombre tombe de 1000 à 2000 touffes [15].

I.3.10.1. Partie aérienne

La partie aérienne de l'alfa, c'est à dire sa feuille, est constituée par des rameaux portant des gaines emboîtées les unes dans les autres surmontées de 30 à 120 cm, [15]. La face inférieure des limbes est légèrement brillante, la face supérieure porte de fortes nervures. L'une et l'autre sont recouvertes d'une cire isolante qui permet à la plante de résister à la sécheresse [19].

I.3.10.1.1. La tige

Elle est creuse et cylindrique, sa cavité est interrompue régulièrement au niveau du nœud par des diaphragmes résultant de l'enchevêtrement des faisceaux conducteurs. Au niveau de chaque nœud existe un bourgeon qui peut donner naissance soit à un entre-nœud, soit à une tige aérienne, ou reste dormant parfois pendant plusieurs années [7,15].

I.3.10.1.2. Les feuilles

Les feuilles sont cylindriques, très tenaces La longueur des limbes varie de 25 à 120 cm, les longueurs moyennes varient de 40 à 60 cm. Le limbe est pendant la période végétative est de couleur vert-foncée mais sous l'effet de la sécheresse la teinte verte devient blanchâtre. Les feuilles d'alfa persistent durant au moins 2 ans [15].

I.3.10.1.3. Les fleurs

La fleur est protégée par deux glumes d'égale longueur. La glumelle supérieure bifide au sommet, porte une arête et la glumelle inférieure est plus fine. Généralement, les fleurs apparaissent vertes la fin avril début mai [15].

I.3.10.1.4. Les fruits [15].

C'est un caryopse appelé graine qui mesure 5 à 6 mm de longueur, linéaire, allongé avec un hile formant le sillon longitudinal. Sa partie supérieure est brune et porte souvent les des traces desséchés

I.3.10.2. Partie souterraine

La partie souterraine de la plante est un rhizome à entre-nœuds très courts (il s'en forme un par saison végétative) portant des racines adventives s'enfonçant dans le sol et des bourgeons se développent ou restent dormants, il est appelée le Rhizome qui formée d'un réseau complexe de racines très ramifiées de 2 mm de diamètre environ et profondes de 30 à 50 cm, qui se terminent par les jeunes pousses [15].

I.3.10.2.1. Les rhizomes

Représente des souches compactes homogènes qui deviennent circulaires par le dépérissement des rameaux anciens du centre. Le rhizome forme des entres nœuds et porte des racines très ramifiées. Au niveau des entres nœuds se développent les feuilles et on trouve des bourgeons dormants et des ébauches de racines adventives futures [15].

I.3.10.2.2. Les racines

L'alfa a des racines adventives de 2 mm de diamètre environ, présente ramification et des racines fasciculées de formes circulaires, sa profondeur de 30 à 50 cm [15].

Les racines de tiges sont cylindriques, droites (hauteur 1 mètre), avec des feuilles alternes partant des nœuds. Les feuilles sont terminées en pointe (résistantes, à fibres très fines, elles ne se renouvellent pas chaque année ; elles durent au moins deux ans. Les fleurs sont groupées de 20 centimètres environ [17,16].

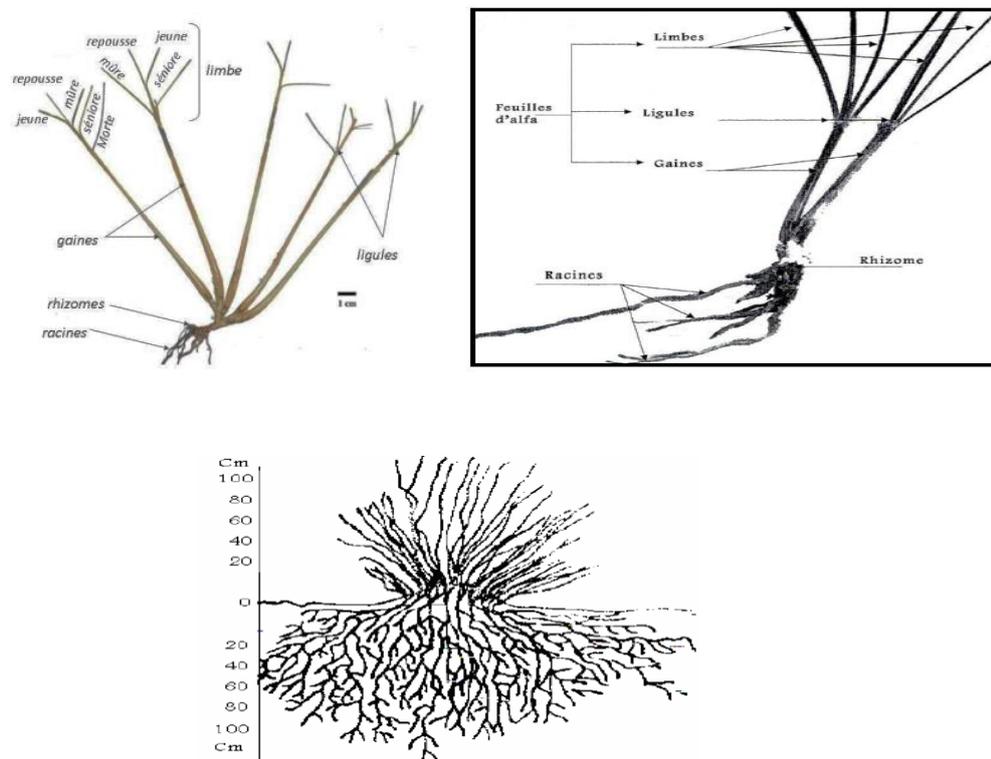


Figure I.8: Morphologie de l'alfa avec indication des parties principales [14,15,18].

La floraison a lieu à partir de la fin du printemps et durant tout l'été début mai jusqu'à fin juin . Cette espèce est hermaphrodite (présentant les 2 sexes sur la même fleur). La pollinisation se fait de manière entomogame c'est-à-dire que le pollen est véhiculé par des insectes, et la dissémination des graines se fait par anémochorie (le mode de dispersion des graines des végétaux se faisant grâce au vent) [26,27]. L'alfa « mûre » est récoltée manuellement de juillet jusqu'à novembre.

I.3.11. Structure d'alfa

I.3.11.1. Structure physique

Les fibres végétales sont des expansions cellulaires assimilables à un matériau composite renforcé par des fibrilles de cellulose. La matrice est principalement composée d'hémicellulose et de lignine. L'ensemble est couvert en général avec des cires et des impuretés.

Les fibrilles celluloses sont disposées tout au long de la longueur des fibres, et présentent une structure multicouche complexe, avec une paroi primaire très mince qui entoure une couche secondaire plus épaisse. Cette structure est très similaire à celle de fibres de bois [28].

En général, la structure des fibres est hétérogène. Les plus petites parties dans les fibres sont les filaments celluloses ou les fibrilles, ayant des longueurs de 2 à 5 mm et des diamètres de 5 à 10 μm . Ces fibrilles se sont liées d'une manière dense par l'hémicellulose en formant les fibres. Ensuite les fibres se sont liées par la lignine et des pectines ce qui donne les faisceaux de fibres, La liaison des faisceaux de fibres donne finalement la tige [29].

I.3.11.2. La composition chimique

La composition chimique dépend de l'espèce, de l'âge de la plante, des conditions climatiques, de la composition du sol et de la méthode d'extraction utilisée.

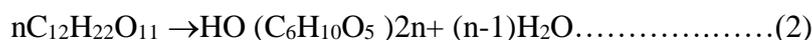
Tableau I.5 : La composition chimique de L'alfa [7].

Fibre	Cellulose(%)	Hémicellulose(%)	Lignine(%)	Pectine	Cire
Alfa	45	25	24	5	2

a- Cellulose

La cellulose est le principal composant dans la quasi-totalité des fibres végétales et représente la matière la plus abondante sur la surface de la terre plus de 50 %.

La cellulose est un glucide de formule moléculaire $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$, où n représente le degré de polymérisation et diffère énormément selon l'origine de la cellulose; sa valeur peut varier de quelques centaines à quelques dizaines de milliers [29,30]. Ce homopolymère naturel est un polysaccharide de la série des β -D-glucanes. La dimérisation du monomère β -glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) (Figure I.9) donne le motif de répétition connu sous le nom cellobiose (Figure I.10), selon les réactions suivantes :



La polymérisation de β -glucose, par polycondensation des groupes d'hydroxyde (-OH) des atomes de carbone numéro 1 et 4 avec la production d'eau, donne le polymère cellulose dont la

structure est donnée par la (Figure I.10). Les fonctions hydroxyles, ainsi que les liaisons glycosidiques, se situent en position équatoriale par rapport au plan du cycle ce qui entraîne donc que les hydrogènes du cycle se trouvent en position axiale. Chaque molécule de glucose doit être orientée 180° par rapport aux voisines pour que la polymérisation soit possible. Par contre, la polymérisation de α -glucose, de nouveau par les groupes fonctionnels des atomes de carbone 1 et 4, donne le polymère amidon (Figure I.13). Contrairement à la polymérisation de β -glucose donnant la cellulose, les liaisons glycosidiques ne doivent pas être tournées l'une contre l'autre pour la polymérisation donnant l'amidon, le motif de répétition ici s'appelle le maltose (Figure I -11.b) [17,23].

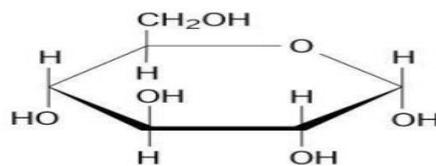


Figure I. 9 : Représentation d'une molécule de glucose [7].

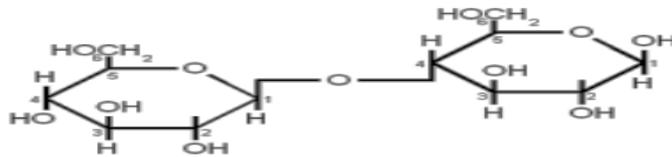


Figure I.10 : Représentation d'une molécule de Cellobiose (β -glucopyranose) [7].

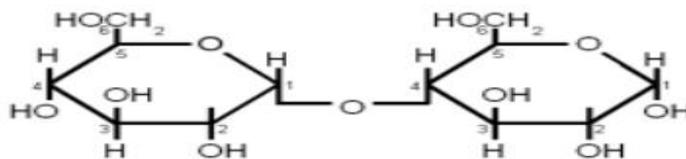


Figure I. 11: Représentation d'une molécule de Maltose (α -glucopyranose) [15, 7].

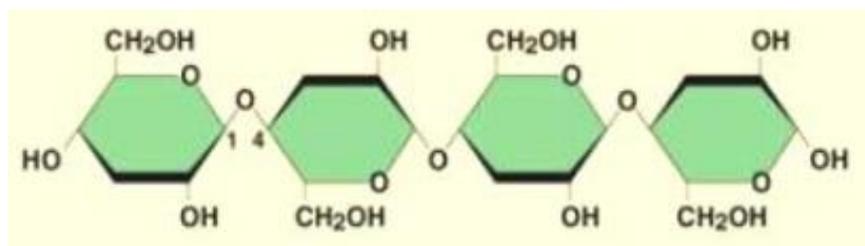


Figure I.12 : Structure de la Cellulose [7].

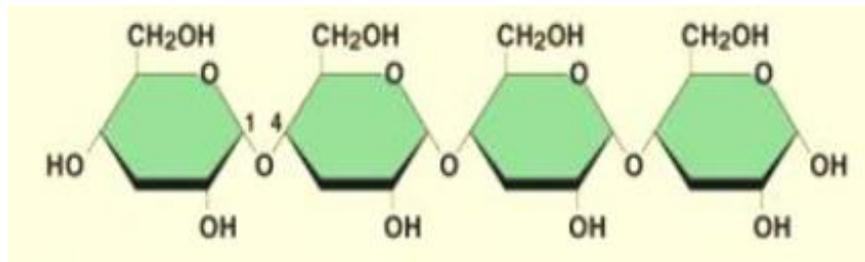


Figure I .13 : Structure de l'Amidon [7].

b- L'hémicellulose

L'hémicellulose est présente avec la cellulose dans les parois des cellules des plantes. Sa structure correspond fortement à celle de la cellulose. Néanmoins quelques différences importantes existent; par exemple la cellulose a une structure cristalline mais l'hémicellulose est amorphe et donc moins forte. De plus la cellulose est faite de β -glucose comme seul monomère, mais pour la polymérisation d'hémicellulose plusieurs monomères glucidiques, comme le xylose, le mannose, le galactose, le rhamnose (un désoxy-hexose du mannose) et l'arabinose, sont possibles [7].

Les hémicelluloses établissent des liaisons hydrogène avec les microns fibrilles de cellulose (cette association est favorisée par la similarité structurale entre la cellulose et les hémicelluloses) mais relie également les autres composants assurant ainsi la cohésion de la paroi. Elles sont probablement engagées dans les liaisons covalentes avec les pectines et les extensives [7].

C- Les pectines

Les pectines font également partie des plantes, plus spécifiquement de leurs tiges et de leurs fruits. Quant à l'alfa, les pectines se trouvent dans les tiges.

La fonction des pectines est la liaison des faisceaux de fibres. Leurs structures ressemblent beaucoup à celles des hémicelluloses. En outre, pendant la maturation des fruits, des pectines sont souvent transformées en hémicelluloses, ce qui montre la similarité entre les deux structures.

Les pectines sont donc, comme les hémicelluloses, composées de polysaccharides, c'est-à-dire des polymères formés à partir de monomères glucidiques. Une différence entre la structure chimique des pectines et celle des hémicelluloses est le fait que les pectines possèdent des groupes carboxyl (-COOH) tandis que l'hémicellulose n'en a pas. De plus, l'arrangement des pectines est similaire à celui de la cellulose, c'est-à-dire des chaînes linéaires grâce à la rotation des monomères par rapport aux monomères voisins. La combinaison des chaînes linéaires avec les groupes carboxyle rend possible les fortes liaisons d'hydrogène entre les chaînes [32].

d- Les cires

Les cires sont des lipides qui se trouvent dans une fine couche à l'extérieur des tiges.

Les cires ont plusieurs fonctions, comme la protection physique contre des conditions environnementales défavorables et des insectes. Les structures peuvent être très complexes, mais parmi les lipides les plus courants se trouvent les hydrocarbures (C_{21} - C_{35}), les esters de cire (C_{34} - C_{62}), les cétones (C_{23} - C_{33}), les alcools (C_{22} - C_{33}) et les acides gras (C_{16} - C_{32}) [13]. La structure et la composition de la couche des cires peuvent varier tout au long de la plante et de la tige. Les cires sont totalement hydrophobes, et totalement imperméable à l'eau et aux gaz, limitant ainsi la transpiration des plantes [32].

e- La lignine

La lignine est le composant liant dans les tiges d'alfa et en général dans les plantes. C'est le liant entre les fibres formant des faisceaux ou des tiges. Sans la lignine, les tiges d'alfa n'existeraient pas. L'extraction des fibres consiste en la libération des fibres ultimes en dégradant les composants non-cellulosiques comme la lignine. L'élimination de la lignine est appelée la délignification.

Une structure de base (Figure I- 14) de la lignine existe avec deux groupes fonctionnels qui peuvent varier, ainsi réalisant plusieurs molécules différentes de lignine. Par conséquent en réalité, le nom « la lignine » n'est pas correct car il s'agit de plusieurs molécules. Il est donc mieux de parler « des lignines ». En considérant la structure de base, il est clair qu'un groupe aromatique est présent, et que les deux groupes qui varient sont un groupe aromatique (-Ar) et aliphatique (-R). Mais pourtant la structure exacte reste inconnue.

Cependant des analyses de spectroscopie UV-VIS donnent une idée de la structure de la lignine (Figure I -14). Les liaisons covalentes sont relativement fortes, conduisant à une bonne résistance biologique et chimique. C'est pour cela que l'élimination de la lignine afin d'obtenir des fibres d'alfa est difficile. Les propriétés mécaniques des lignines sont faibles [32].

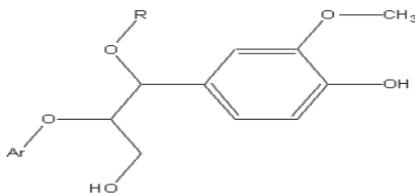


Figure I.14 : Structure de base de lignine [33] .

I.3.11.3. Propriétés mécaniques en traction de fibres Alfa

Les propriétés mécaniques longitudinales (module d'Young, résistance à la rupture et déformation à la rupture) des fibres d'alfa ont été obtenues à partir des essais de traction en utilisant une machine de traction de type MTS Criterion Modèle 43, la méthode des essais est décrite par Baley [15].

Tableau I.6 : Propriétés mécaniques en traction de fibres Alfa [15].

Fibre	E (GPa)	All (%)	σ (MPa)	Densité (g/Cm ³)
Alfa	12,7	1,6	75-154	1.51

I.3.12. Domaines d'applications

Cette espèce occupe en Algérie une place importante, au plan social, économique, culturel et industriel. Elle est aussi un facteur essentiel de l'équilibre pastoral [15].

Les applications de l'Alfa sont multiples et diversifiées, et peuvent être classées en 2 catégories selon la nature de la matière [7].

❖ Les tiges de l'alfa

▪ **Applications artisanales :** Ces tiges, une fois filées ou tressées, s'emploient pour la fabrication de cordages et d'objets de sparterie (tels que : des tapis, des paniers, des paillassons, des plateaux, des ficelles ...). L'utilisation artisanale par les riverains qui habitent dans les régions alfatières peut être évaluée à 50 kg/ménage/an (Figure I- 15).

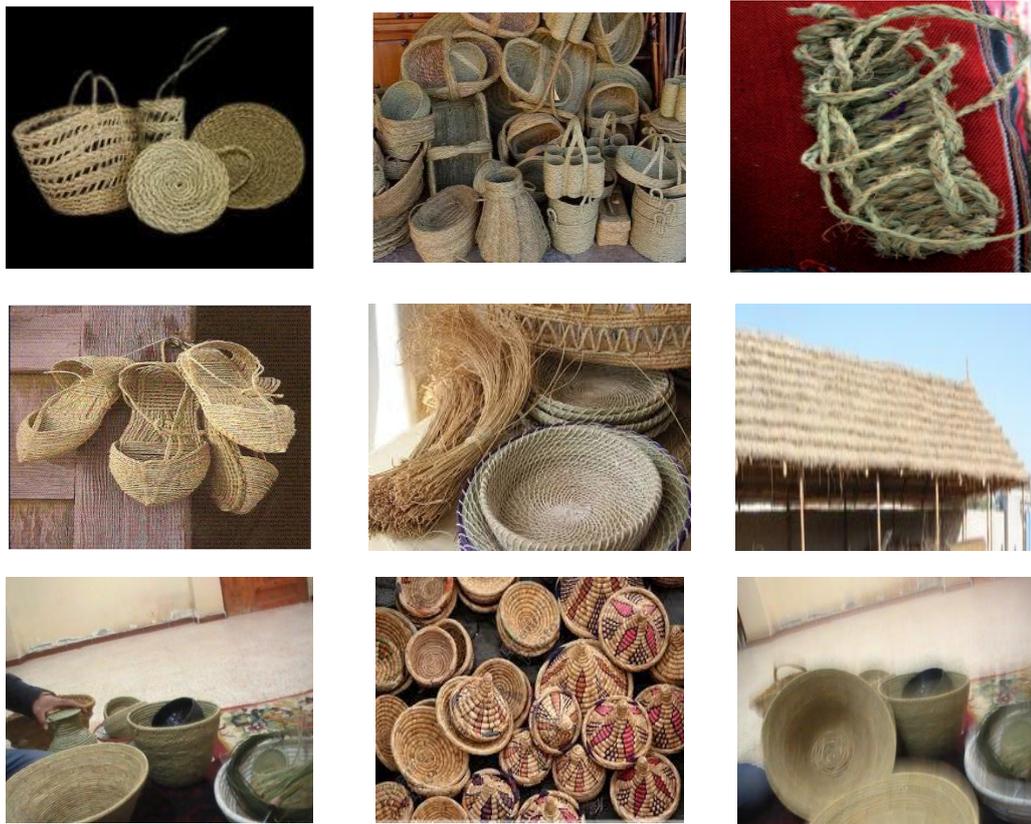


Figure I.15 : Des exemples d'artisanat Alfatière (des paniers, des paillassons des espadrilles...) [7,22].

▪ **Pâturage :** Les nappes alfatières constituent un espace pastoral de réserve tant pour le bétail (bœufs, moutons, chameaux...) que pour la faune sauvage (gazelle...). Du fait qu'elle est

relativement délaissée par les animaux en présence d'autres ressources pastorales plus appétentes, vu sa faible valeur alimentaire, elle constitue un énorme stock qui permet la survie des animaux pendant les années de disette [7].

L'alfa est l'un des obstacles naturels contre l'avancée du désert, la désertification et l'érosion des sols [22].



Figure I.16 : Pâturage d'alfa.

- **Combustible** : Le pouvoir calorifique supérieur de l'alfa varie de 4666 Kcal/kg pour les brins de 1 an et de 5160 et 5163 Kcal/kg pour les brins âgés de 2 ans et de 3 ans respectivement, ce qui lui confère un usage énergétique important sous forme de briquettes combustibles en remplacement ou d'appoint au bois de feu

❖ Les fibres de l'alfa

- **La pâte à papier** : A la fin du 19ème siècle, le papier d'Alfa est apparu, c'est un papier de bonne qualité qui met bien en évidence la valorisation de cette plante et lui donne une grande importance économique. La pâte à papier représente la branche qui consomme le plus d'alfa (la Société Nationale de Cellulose et de Papier Alfa (SNCPA – Tunisie) produit 25.000 tonnes de papier et 12.000 tonnes de pâte par an). Cette pâte est essentiellement utilisée dans la fabrication du papier noble usage, du papier cigarette, du papier filtre et du papier condensateur (diélectrique).

- **Non tissés** : Des travaux ont été effectués afin de remplacer des fibres de verre et de carbone, qui ont un coût élevé influençant le prix de revient du produit fini. Les non tissés sont utilisés comme couche de renfort pour des emboitures dans le domaine orthopédique par exemple.

- **Composites** : Analogiquement, des études ont été réalisées pour développer des composites à base de fibres d'Alfa dans une matrice de polypropylène, de polyester ou de PVC. Ce recours aux fibres naturelles se produit de plus en plus de nos jours afin de réaliser des composites biodégradables avec des bonnes performances mécaniques et acoustiques et avec moins d'impact sur l'environnement. Mais ce type d'application connaît quelques difficultés pour la mise en œuvre

telles que des problèmes de cohésion avec la matrice utilisée. L'alfa sert à la fabrication malaxée du ciment afin de résister à la chaleur en hiver, et à la froideur en été.



Figure I.17: Illustrations de la pâte d'Alfa commercialisée par la SNCPA [6,7].

Avis des médecins sur l'alfa

- Une plante qui éclaircit les embouchures des veines
- Elle facilite l'urine et l'effritement des cailloux
- Elle décompose les tumeurs solides dans l'estomac, le foie et les reins
- Anti fièvre et rhumatisme et compresse pour les plaies
- Active et répulse les gaz
- Plante pour fabriquer les beaux parfums [22].

Actuellement, des applications textiles, c'est-à-dire, des tissus, des tricots, etc., n'existent pas encore sur le marché [14].

Chapitre II

« *Matériaux et moyens expérimentaux* »

II. Introduction

Dans ce chapitre l'ensemble des moyens expérimentaux utilisés, la préparation des échantillons « d'alfa » et les principes de fonctionnement des appareils seront présentés. Les principales méthodes qui permettront de déterminer quelques caractéristiques physiques, chimiques et thermiques seront explicitées.

II.1. Matériaux

L'Alfa utilisée est récoltée à M'Sila en Algérie. Après moisson en mars, il faut séparer à la main les différents constituants de la tige et isoler les fibres les plus nobles. Les tiges vertes d'alfa Grasse non rouies sont lavées, étalées et séchées à température ambiante. Enfin, elles sont coupées en longueur de 5 cm (Figure II.1). Cette opération est suivie d'un broyage pour obtenir une poudre d'un diamètre de 100 μm (Figure II.2).



Figure II.1 : Préparation de l'alfa



Figure II.2 : Broyeur universel de laboratoire pour matières plastiques et bois de marque « VERDER »

II.2. Méthodes

II.2.1. Caractérisation physique

III .1.1. Détermination de la densité

La densité des fibres végétales (alfa) est une caractéristique physique importante parce qu'elle affecte d'une façon directe le poids du produit réalisé avec ces fibres.

Le pycnomètre est un flacon de verre qui possède un goulot rodé dans lequel peut s'adapter un bouchon percé d'un tube. Le rôle de ce tube est de fixer la valeur du volume de liquide contenu dans le pycnomètre. Certains modèles sont équipés d'un tube capillaire.

Un pycnomètre désigne un instrument de laboratoire utilisé pour mesurer, à une température déterminée, la masse volumique d'un produit liquide, pâteux (mastic, adhésif, peinture, etc.) ou solide (poudre, par exemple).

Nous avons utilisé les outils suivants :

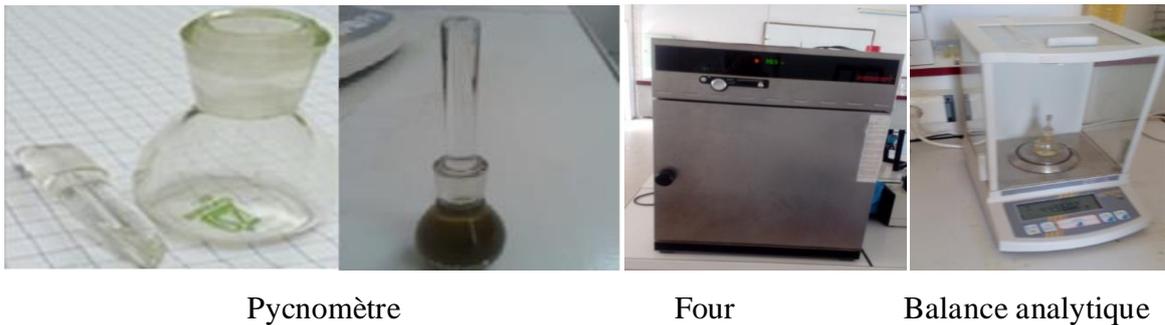


Figure II.3 : Matériels utilisés pour déterminer la densité.

Pour la détermination de la densité, on a utilisé la méthode pycnométrique, selon la norme NFT 51-063, exprimée par la relation (1):

$$\text{Densité (d)} = \frac{\rho(m_1 - m_0)}{(m_3 - m_0) - (m_2 - m_1)} \quad (1)$$

Avec :

ρ : densité de l'éthanol qui vaut 0.81 g/cm³.

m_0 : masse du pycnomètre de 10 ml vide.

m_1 : masse du pycnomètre contenant 1 gramme de la fibre d'alfa.

m_2 : masse du pycnomètre contenant 1 gramme de la fibre d'alfa et rempli jusqu'au trait de jauge par l'éthanol.

m_3 : masse du pycnomètre rempli seulement avec de l'éthanol jusqu'au trait de jauge.

II.2.1.2. Détermination du taux en eau libre

C'est la quantité d'eau que perd un échantillon d'alfa de 5g après étuvage à 105°C, selon la norme AFNOR B 51004, jusqu'à obtention d'une masse constante.

$$\text{Taux en eau libre (\%)} = \frac{m_0 - m_f}{m_0} \times 100 \quad (2)$$

Avec

m_0 : est la masse initiale de la prise d'essai (5 grammes) et m_f la masse constante après étuvage.

II.2.1.3. Analyse granulométrique

L'analyse granulométrique permet de déterminer les différents diamètres du grain. Elle permet d'accéder à la dimension moyenne des grains ainsi qu'à leur distribution en taille dans les matériaux.

Nous avons utilisé un appareil de type «GILAS 1090» (particule size Analyzer) piloté par un ordinateur, il fonctionne par un logiciel «size ezpert», ce dernier ne mesure que les tailles des grains comprises entre de $0,04\mu\text{m}$ à $500\mu\text{m}$.



GILAS 1090



PC – logiciel « size ezpert »



Sptules



Balance analytique

Figure II.4 : Matiels utilisés pour effectuer l'analyse granulométrique.

II.2.2. Caractérisation chimique de la fibre d'alfa

L'alfa est constituée principalement de cellulose, hémicelluloses et lignine. À ces trois constituants, viennent s'ajouter des substances extractibles de nature organique et des substances minérales (cendres). La composition chimique de la fibre est déterminée selon la méthode de Lange et Mahy, (1995) [34].

II.2.2.1. Taux d'extractibles

Les extractibles sont des composés solubles dans des solvants (éther de pétrole, méthanol, eau).

Une prise d'essai de la farine d'alfa (m_0) mise dans une cartouche d'extraction recouverte du coton est introduite dans le soxhlet en utilisant l'acétone comme solvant. Puis, elle est chauffée à reflux pendant 24h. Après, elle est séchée à l'air libre puis à l'étuve à 105°C durant 12h. Enfin, l'échantillon analysé est récupéré puis pesé (m_1).

Le taux d'extractibles est donné par la relation (3):

$$\text{Extractible (\%)} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 \quad (3)$$

II.2.2.2. Taux de matière minérale (TMM)

La matière minérale existante dans les fibres d'alfa est obtenue par incinération d'une quantité (m_0) de ces dernières dans un four à 800°C pendant 4 heures. La masse du résidu obtenu (cendre) (m_1) représente la teneur de la matière minérale.

Le taux de matière minérale (TMM) est exprimé par la relation (4):

$$\text{TMM (\%)} = \frac{m_1}{m_0} \times 100 \quad (4)$$

II.2.2.3. Taux de lignine

Une prise d'essai de la fibre d'alfa (m_0), est immergée dans un b cher contenant l'acide sulfurique concentré à 72 % puis le b cher est recouvert par un papier para film et est laissé à la température ambiante durant 2h, avec une légère agitation toutes les 15 minutes. Ensuite, le contenu du b cher est chauffé à reflux pendant 4h dans un ballon contenant 500 ml d'eau distillée chaude. Ce temps écoulé, on a laissé reposer à température ambiante pendant 24h, on filtre sous vide, on rince avec l'eau distillée chaude, ensuite, avec l'eau froide jusqu'à pH neutre. Enfin, le filtre obtenu est séché à l'étuve à 105°C jusqu'à masse constante m_1 .

Le taux de la lignine est exprimé par la relation (5):

$$\text{Lignine (\%)} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 \quad (5)$$

II.2.2.4. Taux de cellulose

L'obtention de cellulose s'effectue en deux étapes :

- **Elimination de la lignine (blanchissement)**

Un échantillon de masse m_0 égale à 5g de la farine d'alfa sans extractibles séché à l'étuve à 105°C est introduit dans un ballon, auquel une solution tampon d'acide acétique et d'acétate de sodium ($\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-\text{Na}^+$) est ajoutée jusqu'à immersion totale de l'alfa. Ensuite, le mélange est chauffé à reflux à une température de 80° C pendant 8h, en ajoutant chaque 2h, 2g de (NaClO_3). Après, le contenu du ballon est laissé reposer durant 24h, puis filtré sous vide tout en lavant avec de l'eau distillée, puis avec l'acétone. Le filtrat est laissé reposer à température ambiante pendant 24h et est séché à 105°C, jusqu'à masse constante m_1 .

- **Elimination de l'hémicellulose**

La masse m_1 récupérée dans la première étape est introduite dans un b cher, à laquelle la solution de soude à une concentration de M_2 est ajoutée jusqu'à immersion totale. Puis, le b cher est recouvert par un papier para film et laissé à température ambiante durant 30 mn avec une légère agitation toutes les 10 mn. Ensuite, 100 ml d'eau distillée sont ajoutés et on a laissé reposer à

température ambiante pendant 24h. Il s'ensuit une filtration sous vide tout en lavant avec de l'acide acétique à 10%, puis avec de l'eau distillée jusqu'à obtention d'un pH de 7 et enfin, un séchage à l'étuve pendant 4h à 105°C pour obtenir une masse m_2 , ainsi on pourrait déduire le taux de cellulose par la relation (6) :

$$\% \text{ Cellulose} = \frac{m_2}{m_0} \times 100 \quad (6)$$

m_0 : masse pesée de l'échantillon (g).

m_2 : masse du résidu en cellulose (g).

- Taux d'hémicellulose

Le taux d'hémicellulose est évalué directement par calcul à partir de la relation (7):

$$\text{Taux d'hémicellulose} = 100 - [\text{TMM} (\%) + \text{Extractible}(\%) + \text{lignine}(\%) + \text{cellulose} (\%)] \quad (7)$$

II.2.2.5. Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (IRTF)

La spectroscopie IR est une des méthodes les plus efficaces pour l'identification des molécules organiques et inorganiques à partir de leurs propriétés vibrationnelles. Les mesures de spectroscopie infrarouge (I.R) sont réalisées sur un spectromètre à transformée de Fourier de modèle SHIMADZU FTIR6 8400S, assisté par un micro-ordinateur muni d'un logiciel de traitement avec une résolution de 4 cm^{-1} et dans la région 4000 à 400 cm^{-1} . Les échantillons à analyser sont préparés sous forme de poudre obtenue sous une pression de l'ordre de 90 KN d'un mélange d'une petite quantité 2 mg de fibres préalablement broyée et de 50 mg de bromure de potassium (KBr).

II.2.3. Caractérisation thermique

L'analyse thermogravimétrique (ATG) suit l'évolution de la masse d'un échantillon soumis à des variations de température sous atmosphère contrôlée. La perte de masse due à la formation de produits volatils après la dégradation de l'alfa à une température donnée est mesurée en fonction de la température ou du temps.

Pour cette analyse, on a utilisé un appareil de type SETERAM TGA92 DTA92, piloté par ordinateurs, avec un programme de température allant de 20 à 600 °C à une vitesse de chauffage de 10 °C/min sous atmosphère inerte (azote).



Figure II.5 : Appareil ATG/DTG de type SETERAM TGA92 DTA92.

Chapitre III

« *Résultats et discussion* »

III. Introduction

Dans ce chapitre on va exposer les résultats expérimentaux obtenus par les méthodes qui sont expliquées dans le chapitre précédent; nous avons fait une discussion et une interprétation des données que nous avons obtenues lors de la caractérisation de l'alfa.

III.1. Caractérisation physique

III.1.1. La densité

La densité de l'alfa testé est la moyenne arithmétique des 3 déterminations.

En utilisant la méthode de pycnomètre, les résultats obtenus de la densité c'est de l'ordre de $d=0,9$. Elle est inférieure à celles d'autres fibres végétales représentées dans le tableau III.1. En revanche, la densité de la fibre d'alfa est très proche de celle de la fibre de diss [35]. La différence de la densité est attribuée et influencées par plusieurs facteurs, leur pourcentage de composition des fibres végétales, l'origine de la plante, la variété, les conditions de croissance et de récolte.

Tableau III.1 : Tableau donnant les densités de différentes fibres végétales avec celles trouvées pour d'alfa [7,35].

Fibre	Alfa	Diss	Coton	Lin	Chanvre	Jute	Ramie	Sisal	Coco
densité	0,9	0,85	1,55	1,53	1,07	1,44	1,56	1,45	1,15

III.1.2. Analyse granulométrique

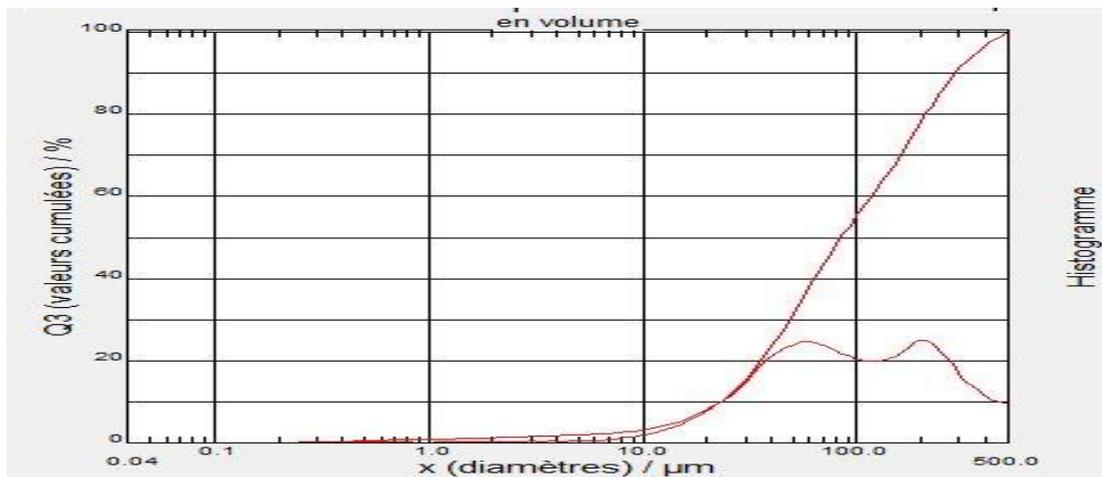


Figure III.1 : Distribution granulométrique d'échantillons d'alfa .

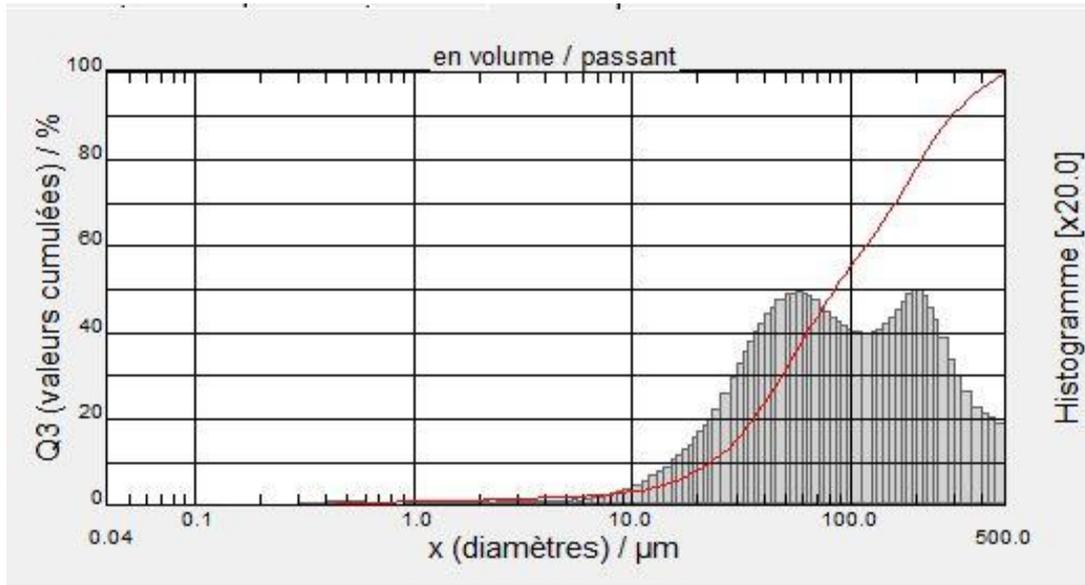


Figure III.2: Distribution granulométrique d'échantillons d'alfa.

La Figure III.2 correspond à la distribution granulométrique d'échantillons d'alfa. Nous avons constaté que la taille des grains varie entre 10 et 250 μm . Il y a une fraction de 50% ayant une taille d'environ 50 μm et une fraction de 50% environ a une taille moyenne de 110 μm .

III.2. Caractérisation chimique de la fibre d'alfa

III.2.1. Composition chimique

Tableau III.2 : Caractérisation chimique (en %) de la fibre d'alfa

Propriétés	T cell	T lig	T hem	T ext	T MM	T abs	T h	Densité
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
Valeurs	45	29,8	20,94	2,26	2	65,08	10,2	0,9

T cell (taux de cellulose), T lig (taux de lignine), T hem (taux d'hémicellulose), T MM (taux de matière minérale), T abs (taux d'absorption), T ext (taux d'extractibles) T h (taux d'humidité).

Le Tableau III.2 représente les trois constituants principaux de l'alfa, elle contient environ 45% de cellulose, 20,94% d'hémicelluloses et 29,8% de lignine. Le taux d'extractibles est estimé à environ 2,26% alors que la matière minérale présente dans l'alfa est de 2%. Les fibres d'alfa ont une capacité d'absorption de 65,08% et un taux d'humidité de 10,2 %. Parmi ces trois constituants principaux, c'est la cellulose qui domine.

Les fibres végétales sont assimilable à un composite. Elles sont constituées de fibres de cellulose qui contiennent une armature formée de microfibrilles de cellulose, liées entre elles par une matrice

amorphe de lignine. La lignine maintient l'eau dans les fibres et joue un rôle de protection en limitant les agressions extérieures que celle-ci peut subir. L'hémicellulose dans les fibres naturelles est considérée comme un agent comptabilisant entre la cellulose et la lignine.

Le Tableau III-2-ci-dessous donne la composition chimique et les proportions en pourcentage de chaque substance (cellulose, lignine, hémicelluloses) des fibres végétales les plus utilisées au monde [7].

Tableau III.3 : Composition chimiques (en %) de différentes fibres végétales [7,35]

Fibres	Cellulose %	Hémicelluloses %	Lignine %
Alfa	45	29,8	20,94
Diss	44.10	15,15	16,80
Coton	85 - 90	5.7	0.7 - 1.6
Lin	71	18.6 - 20.6	2.2
Chanvre	70 - 74	17.9 - 22.4	3.7 - 5.7
Jute	3.7 - 5.7	13.6 - 20.4	12 - 13
Ramie	68.6 - 76.2	13.1 - 16.7	0.6 - 0.7
Sisal	66 - 78	10 - 14	10 - 14
Coco	32 - 43	0.15 - 0.25	40 - 45

❖ Taux en cellulose lignine et hémicellulose

- Le taux de cellulose dans les fibres de l'alfa est de l'ordre de 45% et proche de fibres de diss 44.10% et inférieur aux autres fibres sauf le coco et le jute.
- Le taux de lignine dans la fibre de l'alfa est de l'ordre 29,8% est relativement grand par rapport à les autres fibres végétales sauf le coco.
- Le taux de l'hémicellulose dans la fibre d'alfa est de l'ordre de 20,94%, relativement grand par rapport aux autres fibres végétales.

La fibre d'alfa présente un taux de cellulose suffisant qui lui permet d'augmenter la rigidité des composites étant donné que la cellulose a fortement tendance à former des liaisons hydrogène qui sont responsables de la nature rigide de sa structure. En effet la cellulose est l'élément renforçant de la fibre. La cellulose possède une structure en grande partie cristalline. La présence de liaisons hydrogènes intra et intermoléculaires ainsi que la cohésion amenée par des liaisons de van der Waals expliquent la rigidité des microfibrilles de cellulose

❖ Taux d'extractibles

Le taux d'extractibles dans les fibres de l'alfa est de l'ordre de 2,26% .

❖ Taux de matière minérale

Le taux de matière minérale dans les fibres de l'alfa est de l'ordre de 2% est relativement faible par rapport à celle de fibre de diss 11,4% .

❖ Taux d'absorption

Les fibres d'Alfa peuvent absorber 65,08% de leur masse en eau.

Le taux de ces constituants dans les fibres végétales est lié à la nature et du type de fibre, à son origine géographique, et à sa date de récolte.

III.2.2. Analyse Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (IRTF)

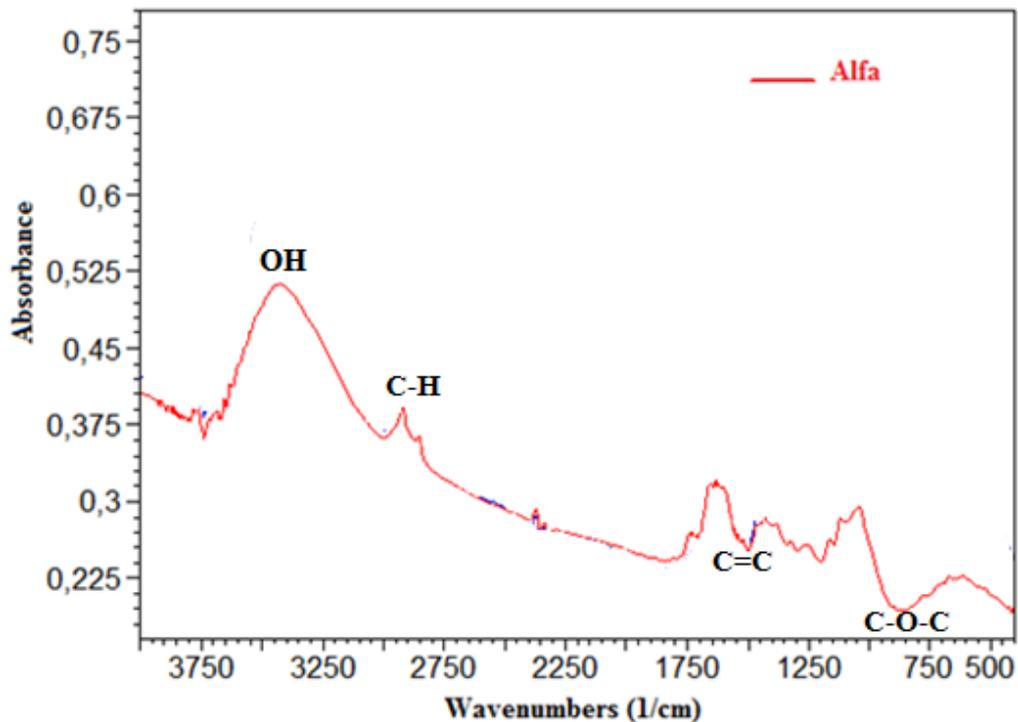


Figure III.3 : Spectre IRTF de l'alfa.

Le spectre représente la variation de l'absorbance en fonction de longueur d'onde.

- ☒ On observe une large bande à **3450 cm^{-1}** qui est caractéristique de la liaison O-H liée à la cellulose et à la lignine dans les fibres, caractéristiques des polysaccharides (R-OH, Ar-OH).
- ☒ On observe une bande à **2885 cm^{-1}** qui est attribuée à la vibration d'élongation de la liaison C-H et du groupement $-\text{CH}_2$ respectivement (C-H alcanes).
- ☒ On observe une bande à **1550 cm^{-1}** qui caractérise la vibration d'étirement de la double liaison C=C du cycle aromatique.
- ☒ On observe une bande environ **895 cm^{-1}** qui caractérise la vibration d'étirement de la liaison C-O-C.

Les résultats de l'IRTf confirment bien ceux obtenus en analyse chimique. En effet, la fibre d'alfa contient de la cellulose, de l'hémicellulose et la lignine

III.3. Caractérisation thermique

III.3.1. Analyse thermogravimétrique ATG

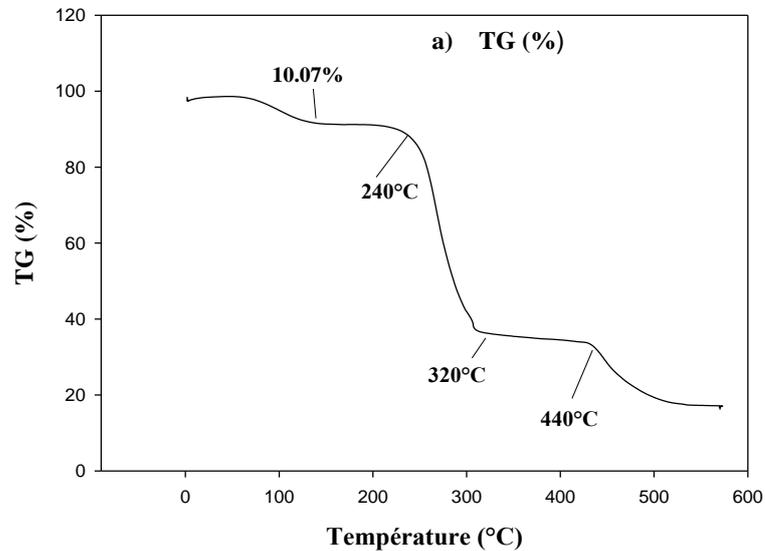


Figure III.4 : Thermogramme ATG de la fibre d'alfa.

La courbe de l'ATG représente le pourcentage de perte de masse en fonction de température; on observe :

- **$T < 240^{\circ}\text{C}$** : c'est la phase de séchage, au cours de laquelle l'humidité résiduelle et des autres solvants est évacuée qui correspondent à 10,07% de perte de masse.
- **$240 < T < 320^{\circ}\text{C}$** : on remarque un changement de pente de la courbe traduit par un changement de cinétique chimique qui représente une dégradation de la cellulose et des hémicelluloses qui correspondent à 60,03% de perte de masse. Cette décomposition est liée à la dépolymérisation de l'hémicellulose et à la rupture de lien glucidique de la cellulose.
- **$320 < T < 440^{\circ}\text{C}$** : on remarque une stabilité de la fibre dans cette intervalle de température.
- **$T > 440^{\circ}\text{C}$** : on remarque un changement de pente de la courbe traduit par un changement de cinétique chimique; qui représente à une dégradation de la lignine qui correspondent environ à 27,9% de perte de masse. La dégradation thermique de la lignine s'effectue sur un large domaine de température, correspond à la structure complexe de la lignine et qui continue à se dégrader jusqu'à la fin de l'analyse thermogravimétrique. Tout au long de la décomposition des autres constituants, elle continue sa dégradation pour être à la fin, la dernière des constituants à se décomposer du fait de sa stabilité à haute température. [37, 38, 39]

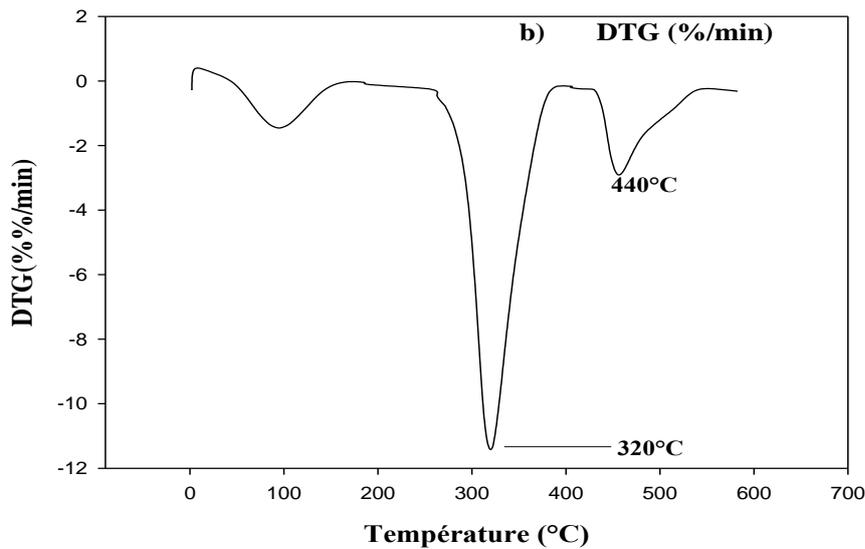


Figure III.5 : Thermogrammes DTG de la fibre d'alfa

III.3. Conclusion

Au cours de ce travail, les propriétés physico-chimique et thermique de la fibre d'alfa ont été étudiées. Plusieurs techniques de caractérisation ont été utilisées à savoir la détermination de la composition chimique et l'analyse thermogravimétrie (ATG).

L'ATG/DTG est une technique simple, rapide et conduit à des résultats simplement interprétables et des données essentielles peuvent être obtenues comme les températures de dégradation thermique, les évolutions de matières (perte de masse). Et en plus la technique analytique spectroscopie infrarouge pour l'identification des molécules organiques et inorganiques de la composition chimique de l'alfa. Et en plus les techniques physiques pour déterminer la densité par pycnomètre et l'analyse granulométrique pour déterminer les différents diamètres de grains.

La composition chimique nous a informé sur les teneurs des différents constituants et que la cellulose est le composant majoritaire. La faible densité de la fibre d'alfa s'avère un facteur attractif pour la fabrication de matériaux légers et résistants.

conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif de ce cette étude était de mettre l'accent sur certaines caractéristiques chimiques, thermiques et physiques des fibres végétales locales (alfa), en suivant les méthodes de détermination de la densité par pycnomètre selon la norme NFT 51-063, l'analyse granulométrique par le dispositif GILAS 1090. L'analyse chimique a révélé que les fibres d'alfa sont constituées principalement de cellulose, Hémicellulose et de lignine, Spectroscopie Infrarouge à Transformée de Fourier (IRTF) en utilisant le spectromètre de modèle SHIMADZU FTIR6 8400S. Pour l'analyse thermogravimétrique (ATG), on a utilisé un appareil de type SETERAM TGA92 DTA92.

Cette fibre est d'un grand intérêt dans nombreuses applications tels que : écologiques, économiques et sociales, mais le plus fréquent c'est le papetier en premier lieu puis l'artisanat, médical et composites. Grâce à la multiplication de ses applications, la fibre d'alfa est devenue une source très importante qui lui ouvrira la voie à de nouvelles applications tout à fait intéressantes.

Annexe

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] R. Casey and C. Grove « Fibers », Journal of Industrial & Engineering Chemistry, 39(10), October 1947, pp.1213-1215 .
- [2] FADEL Ahlem . Influence des diverses modifications du Genêt d'Espagne sur les propriétés mécaniques, rhéologiques et thermiques de composites à matrice thermoplastique . université Sétif , 28/12/2014, p 4-8-9.
- [3] JEAN LUC TOUPE . Optimisation des propriétés mécaniques de composites à base de fibres naturelles: Application à un composite de fibre de lin avec un mélange de polyéthylène/polypropylène d'origine post-consommation .université Laval (canada), 2015, p14.
- [4] Fibres et renforts végétaux Solutions composites, Fibres Recherche Développement (FRD). Troyes – France, Mars 2012.
- [5] Cook J. Gordon Hand book of textile fibers, Natural fibers, Fifth edition, 1993, p170.
- [6] M. Feughelman .« Mechanical properties of wool fibers and the two-phase model », Mechanical Properties and Structure of Alpha-Keratin Fibers: Wool, Human and related fibers, University of New South Wales Press, 1997, pp. 28-59.
- [7] Mohamed Dallel . Evaluation du potentiel textile des fibres d'Alfa (Stipa Tenacissima) : caractérisation physico-chimique de la fibre au fil , thèse doctorat en Génie des Procédés , Université de Haute Alsace - Mulhouse, 2012. Français. <NNT : 2012MULH6853>. <tel-00844129>.
- [8] « Amiante », Wikipédia (Source électronique), disponible sur : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Amiante> (Novembre 2012).
- [9] « Amiante », Service de la santé et de la sécurité du travail – Service du répertoire toxicologique, Canada (Octobre 2004).
- [10] A. Michud et B. Giustini .« Les fibres cellulosiques à usage textile », Mémoire, Cellule de veille technologique de Grenoble INP-Pagora . École internationale du papier, de la communication imprimée et des biomatériaux , Mai 2009.

Références bibliographiques

- [11] J.M.Michel . Contribution à l'histoire industrielle des polymères en France, Société Chimique de France, Avril 2012.
- [12] W.Killmann et L.T.Hong. Le bois d'hévéa - succès d'un sous-produit agricole, Archives de documents de la FAO, volume 51 ,2000.
- [13] J.Clavel . Les principales fibres chimiques : généralités, constitution chimique, classification, propriétés techniques essentielles : méthode rapide de différenciation : exemples appliqués à la pratique courante, Ed. Société Chimique Elbeuvienne, "SYNTORGA" ,1956.
- [14] M. Abdelaziz Lallam . Extraction et étude des propriétés physiques et mécaniques des fibres d'Alfa (Esparto grass) en vue d'applications textiles, 2010, p8.
- [15] Mokhtari Abdellah Zakaria . Contribution à l'étude édaphique des formations à alfa dans la commune de Mâamora (Saida),mémoire Master en Ecologie et Environnement, Université Dr. Tahar MOULAY – Saïda,2014,p7-8-9-10-11-12-13.
- [16] Pierre BRUNET et Léo BERJAUD .Collection de brochures hebdomadaires pour le travail libre des enfants Documentation d'adaptation pédagogique des Commissions de l'Institut Coopératif de l'Ecole Moderne ,8Novembr1951
- [17] R.M.Brown, I.M.Saxena and K.Kudlicka . Cellulose biosynthesis in higher plants, Trends in plant science,1996, Voll, pp.149-165
- [18] Houda saad .développement de bio-composites à base de fibre végétales et de colles écologique,université de Pau et des pays de l'Adour, thèse doctorat,2013,p110-111
- [19] M.Benchrik and S.Lakhdhari . Contribution à l'étude de l'entomofaune de la nappe alfatière de la région de Zaafrane. W.Djelfa , Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agropastoralisme, Centre Universitaire ZIANE ACHOUR Djelfa, 2002.
- [20] USDA Plants Database

Références bibliographiques

- [21] KADDOUR CHERIF MOHAMED .Contribution à l'étude de la phytomasse aérienne des formations à Alfa et à Armoise cas de la commune de Maâmora (Saida), thèse Master en Ecologie et Environnement, Université Dr. Tahar MOULAY – Saïda ,2014,p 03-04
- [22] La direction de tourisme et l'artisanat de la willaya de Saïda, la chambre d'artisanat de Saïda
- [23] A. Ben Mabrouk. Elaboration de nanocomposites à base de whiskers cellulose et de polymère acrylique par polymérisation in situ, Thèse de doctorat, Université de Grenoble Juillet 2011.
- [24] Abdelkader BOURAHLA, Guy Georges GUITTONNEAU .nouvelles possibilités de régénération des nappes alfatières en liaison avec la lutte,1978,p 23-24
- [25] La protection des forêts de willaya de M'sila ,service d' exploitation des fortunes, et l'élargissement des terres, bureau d'études (nappe alfatière), 22 février 2017 à 11h .
- [26] D.Nedjraoui et J.Touffet . Influence des conditions stationnelles sur la production de l'alfa (*Stipa tenacissima*). Revue Ecologia mediterranea Vol 20, pp. 67-75.
- [27] A. Moulay, K.Benabdeli and A.Morsli . Contribution a l'identification des principaux facteurs de dégradation des steppes a *Stipa tenacissima* du sud-ouest Algérien, Méditerranée, Série de studios biologico época II, n° 22, Université de Alicante ,2011.
- [28] C.Meirhaeghe . Evaluation de la disponibilité et de l'accessibilité de fibres végétales à usages matériaux en France, Etude réalisée pour le compte de l'ADEME par Fibres Recherche Développement ,Mars 2011.
- [29] Paiva M.C., Ammar I., Campos A.R., Cheikh R.B., Cunha A.M., Alfa fibers :Mechanical, morphological and interfacial characterization, Composites Science and Technology,2007,vol 67, p1132-1138.

Références bibliographiques

- [30] Y.Kato and T.Watanabe . Isolation and characterization of a xyloglucan from Gobo (*Artctium lappa* L.), *Bioscience biotechnology and biochemistry*, 1993,Vol 57(9), pp.1591-1592 .
- [31] M.Addi . Caractérisation fonctionnelle d'une Beta-Xylosidase de lin (*Linum usitatissimum* L.) : Rôle(s) potentiel(s) dans le métabolisme pariétal », Thèse de Doctorat, Université de Lille I, Décembre 2008.
- [32] Peters R.H., *Textile Chemistry II: Impurities in Fibres; Purification of Fibres*, First edition, Elsevier publishing company, 1967,p 374.
- [33] Nadji H., Diouf P.N., Benaboura A., Bedard Y., Riedl B., Stevanovic T., Comparative study of lignins isolated from Alfa grass (*Stipa tenacissima* L.), *Bioresource Technology*, 100, 2009, 3585-3592.
- [34] Lange P.J., Mahy J.W.G., (1995). ToF-SIMS and XPS investigations of fibers, coatings and biomedical materials. *Journal of Analytical Chemistry*, Vol. 353, No. 5-8 , P. 487-493.
- [35] Yahiaoui Lamia. Caractérisation d'un composite à la rupture à base des fibres végétales (Diss) , université Ferhat Abbas-Sétif (ALGERIE),2011, p66.
- [36] Houda Saad. développement de bio-composites à base de fibre végétales et de colle écologiques ,université de Pau et des Pays da l'Adour ,2013
- [37] Albano C., Gonzaâlez J., Ichazo M., Kaiser D., (1999).Thermal stability of blends of polyolefins and sisal fiber. *Polymer Degradation and Stability*,vol. 66, p.179-190
- [38] Fung KL., Xing XS., Lia RKY., Tjonga SC., Mai YW., (2003). An investigation on the processing of sisal fibre reinforced polypropylene composites. *Composites Science andTechnology*, vol. 63, p.1255-1258
- [39] Tserki V., Matzinos P., Kokkou S., Panayiotou C., (2005). Novel biodegradable composites based on treated lignocellulosic waste flour as filler. Part I Surface chemical modification and characterization of waste flour. *Composites A*, vol. 36, p. 965-974.

Résumé

L'objectif de ce travail est de valoriser une fibre végétale locale « l'alfa » en étudiant certaines caractéristiques de cette fibre « fibre d'alfa (Stipa Tenacissima) » qui a été récoltée à M'Sila en Algérie. Après moisson en mars, avant de caractériser la fibre d'alfa il faut d'abord préparer l'échantillon en trois étapes :

Tout d'abord, il faut éliminer toutes les impuretés de ces fibres, découper les extrémités des tiges et finalement les exposer à l'air libre pour séchage pendant 72 heures et à température ambiante suivie d'un broyage pour avoir les fibres Alfa sous forme de farine ayant un diamètre inférieur à 100 μm .

Une fois l'échantillon de la fibre d'alfa a été préparé, on fait quelque analyse pour déterminer quelques propriétés physiques telles que la densité, la granulométrie, les propriétés chimiques comme la composition chimique, la capacité d'absorption d'eau et les propriétés thermiques.

Mots clés: la fibre d'alfa, propriétés physiques, composition chimique, propriétés thermiques

Abstract

The objective of this work is to value a local vegetable fiber "alfa" by studying some characteristics of this fiber "alfa fiber (Stipa Tenacissima)" which was collected in M'Sila in Algeria. After collecting in March and before characterizing the alfa fiber, it is first necessary to prepare the sample in three steps:

First, all the impurities in these fibers must be removed, the ends of the rods cut out and finally exposed to the open air for drying for 72 hours and at room temperature followed by grinding to have the Alfa fibers in the form of flour having a diameter of less than 100 μm .

Once the sample of the alfa fiber has been prepared, some analysis is made to determine some physical properties such as density, particle size, chemical composition, water absorption capacity and thermal properties.

Key words: alfa fiber, physical properties, chemical composition, thermal behavior