



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUES

Université de Blida 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie des Population et des Organismes

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master en Biologie

Option : Biodiversité et Physiologie Végétale

Thème

*Evaluation de quelques propriétés morpho-anatomiques et
biochimiques du jujubier (Ziziphus mauritiana).*

Présenté par :

M^{lle} BERKANI Fatma

M^{lle} BENDJABOU Amina

Devant le Jury composé de:

M ^{me} MITIDJI. H	MCB	USDB1	Présidente
M ^{me} AMARA. N	MCB	USDB1	Examinatrice
M ^{me} TOUAIBIA. M	MCA	USDB1	Promotrice
M ^{me} TADJINE. N	Doctorante	USDB1	Co-promotrice

Année Universitaire : 2019-2020



Remerciements

Avant tout, nous remercions dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour mener à bien et à terme ce travail.

Nous tenons à présenter tout d'abord notre profonde gratitude :

*À notre promotrice **Mme TOUAI BIA. M**, pour son soutien, ses précieux conseils de tout ordre, sa patience, sa disponibilité et son attention qu'elle a apporté et sa gentillesse tout au long de la réalisation de ce mémoire.*

Merci également pour votre encadrement.

*Nos remerciements vont également à **Mme MITIDJI. H** pour l'honneur quelle nous a fait en acceptant de présider le jury et d'évaluer notre travail.*

*On tient à exprimer nos sincères gratitudees à **Mme AMARA. N** d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous tenant à remercier l'ensemble des enseignants du département de
Biologie.*

On souhaite adresser à tous ceux et celles qui ont d'un apport petit ou grand à la réalisation de ce modeste travail, on leur exprime nos remerciements les plus sincères.

Merci



Dédicace



Je dédie ce modeste travail en signe de respect, de reconnaissance et de gratitude à dieu de tout puissant de m'avoir donné le courage, la santé, et m'a accordé son soutien durant les périodes les plus difficiles.

A mes chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, pour leur patience illimités, leur encouragement, leurs sacrifices, leur amour, leur soutien et leur prières tout, que dieu vous protège, j'espère que j'ai à la hauteur et que vous soyez fières de moi.

*A mes chères et belles sœurs **Nora, Marwa, Cheima** je souhaite une vie pleine de bonheur et de succès, spécialement à ma grande sœur **Imane** qui m'a donné le courage, les conseils, et le soutien tout au long de ce travail.*

*A mon cher petit frère **Mohammed** que j'aime énormément.*

*A tous les membres de la famille **BERKANI**.*

*A mon binôme **Amina** pour son soutien.*

*A ma chère copine **Faiza** pour tous les jolis souvenirs qu'on a partagé ensemble.*

Je dédie ce travail aussi à tous les étudiants de l'option biologie et physiologie végétale, je vous souhaite à tous une bonne continuation.

Fatma

Dédicace



*Nous tenons à remercier en première lieu le bon **Dieu** de nous avoir donné le courage et la volonté pour effectuer ce travail.*

*A ma mère **Nora** qui m'a porté toute ma vie et qui m'a enveloppée de gentillesse et mon père **Djamel** qui est toujours pour moi le modèle, la référence, que dieu vous protège.*

*A ma chère tante **Hafida** pour ses soutiens moral en leurs conseils précieux tous au long de mes études.*

*A mes sœurs **Fatima** et **Khadîdja** qui n'ont pas cessée de me conseiller, encourager et soutenir tous au long de mes études. Que dieu les protéger et leurs offre la chance et le bonheur .avec le succès de **Khadîdja** au bac.*

*A mes grands-parents **Oum El-Khir**, **Ramdhane** et **Khira**.*

*A toute ma famille **BENDJABOU** et **LAIDANI** grands et petits.*

*Sans oublier mon binôme **Fatma** pour son soutien, sa patience et sa compréhension tous au long de ce projet.*

*A tous mes Ami(e)s que j'aime tant: **Fella**, **Aicha**, **Ihcen**, **Amel**, **Siham**, **Chaima**, **Ikram**, **Loubna**, **Achouek**, **Feriel**, **Faiza**, **Salma**, **Sabrina**, et ma deuxième famille promotion master II biologie et physiologie végétal je vous souhaite à tous une bonne continuation.*

Amina

Sommaire

Introduction.....	1
Chapitre I : Partie bibliographique	
I. Généralités sur l'espèce <i>Ziziphus mauritiana</i>	2
I.1. Présentation du genre <i>Ziziphus</i>	2
I.2. Présentation de l'espèce <i>Ziziphus mauritiana</i>	5
I.2.1. Taxonomie et nomenclature de la plante	5
I.2.2. Description botanique	5
I.2.3. Origine et distribution géographique de la plante.....	8
I.2.4. Ecologie de la plante.....	9
I.2.5. Propagation et multiplication.....	10
I.2.6. Composition chimique.....	11
I.2.7. Intérêt et usages de la plante	12
Chapitre II : Matériel et méthodes	
II.1. Matériel	15
II.1.1. Matériel végétal utilisé	15
II.2. Méthodes	16
II.2.1. Paramètres organoleptiques et biométriques	16
II.2.2. Paramètres phytochimiques	16
II.2.3. Paramètres anatomiques	17
II.2.4. Paramètres biochimiques et physicochimiques	17
Chapitre III : Résultats et discussion	
III. Meta-analyse de travaux antérieurs	18
III.1. Etude des paramètres organoleptiques et biométriques des fruits	18

III.2. Etude des paramètres photochimiques	22
III.3. Etude des paramètres anatomiques	25
III.4. Etudes des paramètres biochimiques et physico-chimiques	27
III.2. Discussion générale de la méta-analyse.....	32
Conclusion – Perspectives.....	34
Références bibliographiques	
Annexes	

Résumé

Ce travail porte sur une synthèse bibliographique pour mettre en évidence l'intérêt du jujubier (*Ziziphus mauritiana*), associée à une méta-analyse de travaux antérieurs. Plusieurs paramètres ont été étudiés (organoleptiques, biométriques, phytochimiques, anatomiques, biochimiques et physico-chimiques).

Sur la base des études organoleptiques et biométriques, il a été montré que les fruits de *Z. mauritiana* pendant le stockage perdent du poids, de l'acidité, changent de couleur et leur teneur en acide ascorbique régresse également, le rendement maximal est obtenu avec le macérât éthanolique des écorces des racines et le décocté aqueux des feuilles.

L'étude phytochimique montre que les écorces des racines sont riches en saponosides, en flavonoïdes, en mucilages, en leucoanthocyanes et en coumarines. Cependant, les composés les plus abondants dans les feuilles sont : les oses, les holosides, les polyuronides, et les saponosides.

L'étude anatomique de la section transversale des feuilles a révélé qu'elles se composent de l'épiderme, du sous épiderme, d'un tissu vasculaire et d'un grand nombre de cellules parenchymateuses autour des faisceaux vasculaires.

L'analyse biochimique et physico-chimique montre que le fruit de *Ziziphus mauritiana* est riche en protéines, en vitamine C, en sucres solubles, en acides organique et en éléments minéraux (magnésium, phosphore, calcium et en fer).

Notre synthèse révèle que cette plante a une grande importance et plusieurs utilisations dans différents domaines.

Mots clés : *Ziziphus mauritiana*, paramètres organoleptiques, biométriques, anatomiques, phytochimiques, biochimiques, physico-chimiques.

Abstract

This work relates to a bibliographic synthesis to highlight the interest of the jujube tree (*Ziziphus mauritiana*), associated with a meta-analysis of previous work. Several parameters were studied (organoleptic, biometric, phytochemical, anatomical, biochemical and physicochemical).

Based on organoleptic and biometric studies, it was shown that the fruits of *Z. mauritiana* during storage lose weight, acidity, change its color, and their ascorbic acid content also regresses, the maximum yield is obtained with the ethanolic macerate of the bark of the roots and the aqueous decocté of the leaves.

Phytochemical studies show that the barks of the roots are rich in saponosids, flavonoids, mucilage, leucoanthocyanins and coumarins. However, the most abundant compounds in the leaves are: oses, holosides, polyuronides, and saponosides.

Anatomical study of the cross-section of the leaves revealed that it's composed by an epidermis, sub-epidermis, vascular tissue and a large number of parenchymal cells around the vascular bundles.

Biochemical and physico-chemical analysis shows that the fruit of *Ziziphus mauritiana* is rich in protein, vitamin C, soluble sugars, organic acids and mineral elements (magnesium, phosphorus, calcium and iron).

Our synthesis reveals that this plant has great importance and several uses in different areas.

Key words: *Ziziphus mauritiana*, organoleptic, biometric, anatomical, phytochemical, biochemical, physico-chemical.

ملخص

يتعلق هذا العمل بدراسة ببليوغرافية لشجرة العناب (*Ziziphus mauritiana*) ، وذلك من خلال القيام بتحليل لعدة اعمال سابقة. تمت دراسة عدة معاملات (حسية ، بيومترية ، كيميائية نباتية ، تشريحية ، بيوكيميائية ، فيزيائية كيميائية).

اثبتت الدراسة الحسية والبيومترية أن ثمار *Z. mauritiana* أثناء التخزين تفقد وزنها و الحموضة ونسبة من حمض الأسكوربيك (فيتامين C) وتغير لونها ، بحيث يتم الحصول على أقصى مردود المنقوع الكحولي للحاء الجذر و المغلى المائي للأوراق.

أظهرت الدراسة الكيميائية النباتية أن لحاء الجذور غني بالسابونوزيدات والفلافونويد والصبغ والليوكوانثوسيانين والكومارين. ومع ذلك ، فإن أكثر المركبات وفرة في الأوراق هي الهلوسيدات ، والبوليورونيدات ، والسكريات ، والسابونوسيدات.

كشفت الدراسة التشريحية للمقطع العرضي للورقة أنه يتكون من طبقة تحت الجلد وأنسجة وعائية وعدد كبير من الخلايا حول الحزم الوعائية.

يُظهر التحليل الكيميائي والفيزيائي الكيميائي أن ثمرة *Ziziphus mauritiana* غنية بالبروتينات وفيتامين C والسكريات القابلة للذوبان والأحماض العضوية والعناصر المعدنية (المغنيسيوم والفسفور والكالسيوم والحديد). نستنتج أن بحثنا هذا كشف لنا أن هذه النبتة لها أهمية كبير واستعمالات عديدة في مجالات مختلفة.

الكلمات المفتاحية: *Ziziphus mauritiana* ، الحسية ، البيومترية ، التشريحية ، الكيمياء النباتية ، الكيمياء الحيوية ، المعلمات الفيزيائية والكيميائية.

Liste des abréviations

TSS	: les solides solubles totaux
UV	: Ultra-violet
HCl	: Acide Chlorhydrique
FeCl ₃	: Chlorure de Fer.
mf	: matière fraîche
ms	: matière sèche
FAA	: formol acide acétique
AGI	: acides gras insaturés
AGS	: acides gras saturés.
Ex EtOH	: extrait à l'éthanol.
Ex MeOH	: extrait au méthanol
APG	: Angiosperm Phylogeny Group
DCM	: dichlorométhane
FAO	: Food and Agriculture Organization

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
I	Principales espèces appartenant au genre <i>Ziziphus</i> .	2
II	Composition moyenne des fruits frais de <i>Ziziphus mauritiana lamk.</i> (FAO, 1982)	11
III	Informations sur les espèces et les organes étudiés dans chaque article ainsi que leur lieu de récoltes.	15
IV	Changements typiques des caractéristiques qualitatives du fruit de <i>Ziziphus mauritiana</i> stocké à température ambiante (Pareek 2001).	18
V	Résultats d'une étude organoleptique des extraits obtenus à partir des écorces des racines de <i>Ziziphus mauritiana</i> (Sawadogo, 2012).	19
VI	Aspects, couleurs et rendements des extraits des feuilles de <i>Ziziphus mauritiana</i> par différents solvants (Diallo et al, 2004).	20
VII	Quelques caractéristiques biométriques des fruits de trois lots de jujubes d'origine différente récoltés au Sénégal (Danthu et al, 2002).	21
VIII	Résultats de la caractérisation des groupes chimiques dans les extraits de feuilles et des écorces de racines de <i>Ziziphus mauritiana</i> (Sawadogo. 2012 ; Diallo. 2004)	23
IX	Résultats des tests phytochimiques des racines et de la pulpe de l'espèce <i>Ziziphus lotus</i> (Ghalem, 2014)	24
X	Résultats des tests phytochimiques des feuilles du <i>Ziziphus lotus</i> (Hamza et al, 2015).	25
XI	Concentrations en éléments minéraux des fruits de <i>Ziziphus mauritiana</i> et <i>Ziziphus lotus</i> .	31
XII	Quelques paramètres physico-chimiques de <i>Ziziphus mauritiana</i> (Sawadogo, 2012).	31
XIII	Teneurs des principaux constituants organiques de la partie comestible de trois lots de jujubes d'origine différente, récoltés au Sénégal (Danthu et al, 2002).	Annexe B
XIV	Composition nutritionnelle de la pulpe du fruit du <i>Ziziphus jujuba</i> (Mansour, 2016).	Annexe C

XV	Pourcentage en monosaccharides des différents extraits étudiés de feuilles de <i>Ziziphus mauritiana</i> (Diallo et al, 2004).	Annexe D
XVI	Teneurs en métabolites primaires exprimées en pourcentage de matière sèche chez <i>Ziziphus lotus</i> (Ghalem, 2014).	Annexe E

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	Arbuste de <i>Ziziphus mauritiana</i> .	6
2	Feuille de <i>Ziziphus mauritiana</i> .	6
3	Les fleurs de <i>Ziziphus mauritiana</i> .	7
4	Les fruits de <i>Ziziphus mauritiana</i> .	7
5	Répartition géographique de l'espèce <i>Ziziphus mauritiana</i> dans le monde.	8
6	Pourcentages des différentes couleurs des fruits présentes dans l'ensemble des populations du jujubier sauvage (<i>Zizyphus lotus</i>).	19
7	Représentation d'une coupe transversale d'une feuille de <i>Ziziphus mauritiana</i> et observé au microscope optique (G : 350X) (Sivasankari et al. 2017).	25
8	Représentation de l'épiderme supérieure observé au microscope optique (G : 100X). (Sivasankari et al. 2017).	26
9	Représentation des stomates e observé au microscope optique (G : 100X), (Sivasankari et al. 2017).	27
10	Composition en sucres du décocté des feuilles et celui des feuilles après extraction par les différents solvants organiques (Diallo et al, 2004).	29

GLOSSAIRE

(Dictionnaire médical, 2017 ; dictionnaire botanique, 2014 ; dictionnaire Larousse, 1964).

Antalgique : qui est propre à calmer la douleur. "Se dit d'un traitement, d'une attitude prise ou d'un mouvement exécuté dans le but de minimiser ou d'éviter une douleur"

Anthocyane : pigment végétal rouge, violet ou bleu des feuilles, des pétales et des fruits, situé dans les vacuoles des cellules.

Anti-inflammatoire : qui agit contre les états inflammatoires en faisant régresser ou disparaître les manifestations caractéristiques.

Antioxydant : prévient l'oxydation et l'altération des tissus et des cellules.

Astringente : est une substance qui provoque la contraction des tissus et des vaisseaux sanguins et qui stimule la coagulation du sang.

Caroténoïdes : tétra-terpènes apparentés aux carotènes et abondamment répandus dans les règnes animal et végétal (xanthophylle, lycopène).

Cicatrisantes : qui favorise la cicatrisation de plaies et la fermeture de blessures.

Crevascée : présente des fentes profondes à la surface.

Diurétique : qui augmente la sécrétion urinaire en agissant à différents niveaux sur la fonction rénale.

Emollient : qui adoucit et relâche les tissus.

Flavonoïdes : métabolites secondaires de plante, polyphénol dont la structure de base est formée par deux cycles aromatiques reliés par trois carbones : C6-C3-C6, chaîne souvent fermée en un hétérocycle oxygéné hexa- ou pentagonal, responsable de la couleur des fleurs et des fruits et antioxydant.

Kwashiorkor : est un type grave de malnutrition dont sont victimes les jeunes enfants dans les communautés vivant dans des régions tropicales rurales et défavorisées.

Mucroné : avait une pointe dure et raide, à l'extrémité d'un organe végétal.

Phagédénique : qui s'étend en surface et en profondeur malgré les traitements appliqués.

Polyphénol : composé chimique renfermant plusieurs fonctions phénol.

Revigorants : substance destinée à donner de l'énergie.

Sédatif : qui agit comme un calmant.

Introduction

Introduction

La biodiversité végétale constitue un ensemble des ressources biologiques vitales pour les générations futures. De nombreuses espèces végétales sont utilisées par l'Homme en tant que plantes médicinales ou alimentaires, parmi ces plantes on a choisi de mener une étude sur le jujubier (*Ziziphus mauritiana Lam*), qui appartient à la famille des Rhamnaceae, c'est un arbuste buissonnant de 3 à 10 m de hauteur, largement réparti dans les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'ouest, le bassin du Tchad, l'Afrique orientale de la Nubie au Mozambique, l'Angola et déborde jusqu'en Asie (Fekih, 2009 ; Dupont et Guignard, 2012)

Cette étude vise à mettre en évidence les propriétés organoleptiques, biométriques et anatomiques, ainsi que la composition de cette plante en métabolites primaires et secondaires à travers la réalisation d'une synthèse bibliographique des travaux antérieurs qui a été imposée par les circonstances particulières qu'a connu l'année pédagogique en cours, liées à la propagation de la pandémie du Covid 19.

Certains paramètres de cette étude ont été comparés avec d'autres travaux portant sur deux autres espèces qui appartiennent au genre *Ziziphus*, il s'agit de l'espèce *Ziziphus jujuba* et de l'espèce *Ziziphus lotus*.

Ce travail est constitué de trois chapitres :

Le premier chapitre renferme une synthèse bibliographique, dans laquelle nous avons évoqué les caractères généraux du (*Ziziphus mauritiana Lam*), les différentes utilisations et l'influence des ennemis naturels sur le développement de cette espèce.

Le chapitre matériel et méthodes comporte le matériel végétal et l'ensemble des méthodes expérimentales utilisées dans les articles scientifiques sélectionnés qui sont en relation avec le thème abordé dans notre mémoire de fin d'étude.

Le dernier chapitre représente une méta-analyse de plusieurs travaux antérieurs, afin de relever les caractéristiques biométriques, organoleptique, anatomiques et biochimiques de cette plante, ainsi qu'une discussion générale de cette méta-analyse.

Ce travail est clôturé par une conclusion générale qui résume les principaux acquis de ce travail et ouvrira quelques perspectives envisagées pour la poursuite de cette thématique de recherche.

Chapitre I :
Partie bibliographique

I. Généralités sur l'espèce *Ziziphus mauritiana*I.1. Présentation du genre *Ziziphus* :

Le jujubier appartient à la grande famille des Rhamnaceae et au genre *Ziziphus* qui comporte environ 40 espèces (**tableau I**), dont les plus connues sont *Ziziphus mauritiana Lam* (Jujube de l'Inde, appelé aussi pomme surette) et *Ziziphus jujuba Mill* (Jujube de Chine). Ces deux espèces produisent des fruits comestibles (**Fekih, 2009 ; Dupont et Guignard, 2012**).

Tableau I : Principales espèces appartenant au genre *Ziziphus*.

Espèce	Synonymes	Aire géographique	Références
- <i>Ziziphus mauritiana Lamk</i> : le jujubier de l'inde	<i>Ziziphus insularis Smith</i>	Son aire géographique englobe les zones arides et semi-arides de l'Afrique de l'ouest, le bassin du Tchad, l'Afrique orientale de la Nubie au Mozambique, l'Angola et déborde en Asie, Inde.	(Munier, 1973)
- <i>Ziziphus jujuba Mill</i> : le jujubier d'Asie ou de Chine, ou jujubier commun.	<i>Ziziphus vulgaris Lamk.</i> <i>Ziziphus sinensis lamk.</i> <i>Ziziphus mairei Dode.</i> <i>Ziziphus officinarum Medic.</i> <i>Ziziphus sativa Gaertn.</i>	Son aire géographique englobe la Mongolie, la Chine septentrionale, le Turkestan, l'Inde, le Pakistan et l'Afghanistan.	(Munier, 1973)
- <i>Ziziphus Iotus Lamk</i> : le jujubier de Bérubérie.	<i>Ziziphus sylvestris Mill.</i> <i>Ziziphus parvifolia Del.</i>	Son aire géographique englobe l'Afrique du nord, la Libye, le sud et sud-est de l'Egypte, l'Asie mineure, Chypre, l'a Grèce, l'Afghanistan.	(Munier, 1973)
- <i>Ziziphus</i>	<i>Ziziphus</i>	Son aire géographique	

<p><i>nummularia</i> Burm le jujubier du désert saharo-scindien.</p>	<p><i>rotundifolia</i> Lamk. <i>Ziziphus microphylla</i> Roxb. <i>Ziziphus paliurus</i> Willd.</p>	<p>correspond au domaine botanique saharo-sindien = Sahara (Hoggar), Mauritanie (Adrar Soutouf, Adrar Tamar, Hodhi), Boucle du Niger (Bourem à Gao), Pakistan, Inde (Secteur ouest).</p>	<p>(Munier, 1973)</p>
<p>- <i>Ziziphus spinachristi</i> Willd : le jujubier de Palestine ou à épines du Christ</p>	<p><i>Ziziphus africana</i> Mill <i>Ziziphus sphaerocarpa</i> Tulasne <i>Ziziphus nabeca</i> Eorsk <i>Ziziphus Namur</i> Engler</p>	<p>Son aire géographique comprend le Moyen Orient, l'Asie mineure, l'Iran, la Nubie (bordure égyptienne de la Mer Rouge), le Sahara centre – africain (l'Aïr et le Tibesti), la bouche du Niger, le Tchad (Baguirmi), l'Ethiopie.</p>	<p>(Munier, 1973)</p>
<p><i>Ziziphus mucronata</i> : Jujube de l'hyène</p>	<p><i>Ziziphus adelensis</i> Del <i>Ziziphus mitis</i> A <i>Ziziphus mucronata</i> Willd</p>	<p>Son aire géographique correspond à la Mauritanie, Sénégal, Niger, Mali, Soudan, Ethiopie, Asie tropicale</p>	<p>(Neo et al, 2011)</p>
<p><i>Ziziphus obtusifolia</i> Va : Totebush, condalia</p>	<p><i>Condalia obtusifolia</i></p>	<p>Texas, Arizona, Nouveau Mexique, Nord du Mexique</p>	<p>(Elizabeth et al, 1981)</p>

<p><i>Ziziphus celata</i> Judd: Jujube de florida</p>	<p><i>Condalia celata</i> Judd et <i>DW Hall</i></p>	<p>Floride</p>	<p>(Islam et al, 2015)</p>
<p><i>Ziziphus parryi</i> <i>Torr :</i> Jujube de parry</p>	<p><i>Ziziphus parryi</i> Var <i>microphylla</i></p>	<p>Sud de la Californie Mexique</p>	<p>(John et Sawyer, 2012)</p>
<p><i>Ziziphus rugosa</i> Lam</p>	<p>Aucun synonyme n'a été enregistré</p>	<p>Himalaya</p>	<p>(Kekuda et al, 2011)</p>

I.2. Présentation de l'espèce *Ziziphus mauritiana***I.2.1. Taxonomie et nomenclature de la plante :****I.2.1.1. Classification phylogénétique :**

Selon la dernière mise à jour de la classification phylogénétique des angiospermes APG III (2009), l'espèce *Ziziphus mauritiana* est classée de la manière suivante :

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Clade : Angiospermes

Clade : Eudicotes

Clade : Rosidés

Ordre : Rosales

Ordre : Rhamnales

Famille : Rhamnaceae

Genre : *Ziziphus*

Espèce : *Ziziphus mauritiana*

Nom binomial : *Ziziphus mauritiana lamk.*

I.2.2. Description botanique :

Ziziphus mauritiana est un arbuste buissonnant de 3 à 10 m de hauteur (**figure 1**) à cime arrondie et assez dense, il est reconnaissable par une écorce peu crevassée, gris brun (**Geerling, 1982**) avec des fissures longitudinales (**Depommier, 1998**) fibreuse et rougeâtre à l'intérieur.

Les rameaux, fins, pubescents, sont garnis d'épines aiguës brunes, disposées à l'aisselle des feuilles par paire, l'une droite et acérée, l'autre très recourbée comme le pouce et l'index (**Von Maydell, 1983**).



Figure 1: Arbuste de *Ziziphus mauritiana*

Source : <https://uses.plantnet-project.org/fr/Fichier:Jujube>

(Consulté le 23/06/2020 à 10:12)

Les feuilles sont petites simples alternes, pétiolées et caractérisées par un limbe de formes variables (elliptique, ovale ou subordiculaires) à bord finement crénelé, à sommet arrondi et mucroné, à base arrondie ou subcordée, symétrique ou presque (**figure2**), long de 1,3 à 7 cm et large de 1 à 4 cm (**Arbonnier, 2000**).



Figure 2 : Feuille de *Ziziphus mauritiana*

Source : <https://jardin-secrets.com/jujubier-de-maurice.html/>

(Consulté le 12/07/2020 à 11 :56)

Les fleurs sont petites (3 à 4 mm de diamètre) et pédicellées (1 à 3 mm de long) (Arbonnier 2000). Elles sont pentamères, duveteuses, actinomorphes et bisexuées, de couleur vert-blanchâtre ou jaunâtre (figure 3).



Figure3 : Les fleurs de *Ziziphus mauritiana*

Source : <https://jardin-secrets.com/jubier-de-maurice.html/>

(Consulté le 120/07/2020 à 11 :56)

Les fruits sont des drupes glabres, globuleuses ou ellipsoïdales. Leur diamètre varie de 1,5 à 2 cm pour les espèces sauvages et plus ou moins 4 cm pour les espèces horticoles (Depommier, 1988) .

Chaque fruit contient un gros noyau enveloppé dans une pulpe blanchâtre plus ou moins farineuse. La peau est initialement verte, virant au jaune-vert puis au rouge-brun au cours de la maturation (figure 4). En effet, les fruits immatures ne sont pas sucrés et ont un goût astringent, tandis que les caractéristiques organoleptiques des fruits trop mûrs diminuent considérablement (Azam-Ali et al, 2006).



Figure 4 : Les fruits de *Ziziphus mauritiana*

Source: <https://www.amazon.fr/Ziziphus-Mauritiana-chinoise-indienne-jujubier/dp/B01F7XYOAG>

(Consulté le 12/07/2020 à 13 :00)

L'espèce *Ziziphus mauritiana* est reconnue par son système racinaire pivotant et puissant, lui permettant de se développer sur une variété de sols. Ses racines arrivent à s'ancrer entre les rochers et pénètrent profondément dans le sol. De ce fait l'espèce résiste bien au vent (Depommier, 1988).

I.2.3. Origine et distribution géographique de la plante :

Le jujube indien (*Ziziphus mauritiana*) est originaire de l'Asie centrale et s'est ensuite propagé à l'Afrique du Nord et à l'Inde en passant par l'Afghanistan, la Chine du Sud, la Malaisie et l'Australie (figure 5). Il était utilisé vers 1000 ans avant notre ère et est maintenant largement naturalisé sous les tropiques (Afrique, Amérique centrale et du Sud et Antilles), dans les îles du Pacifique et dans la région méditerranéenne (Orwa et al. 2009 ; Morton, 1987).

Il n'est commercialement important qu'en Inde et en Chine (Orwa et al, 2009). En Asie du Sud-Est, on le trouve principalement en Thaïlande (Latiff, 1991).

Cette espèce est bien rependue en Algérie particulièrement dans la région d'Annaba, surnommée là-bas «Balad Al-Unnab » ou « Bled Al-Annab », c'est-à-dire la ville des jujubes, à cause de la grande abondance de ce fruit.

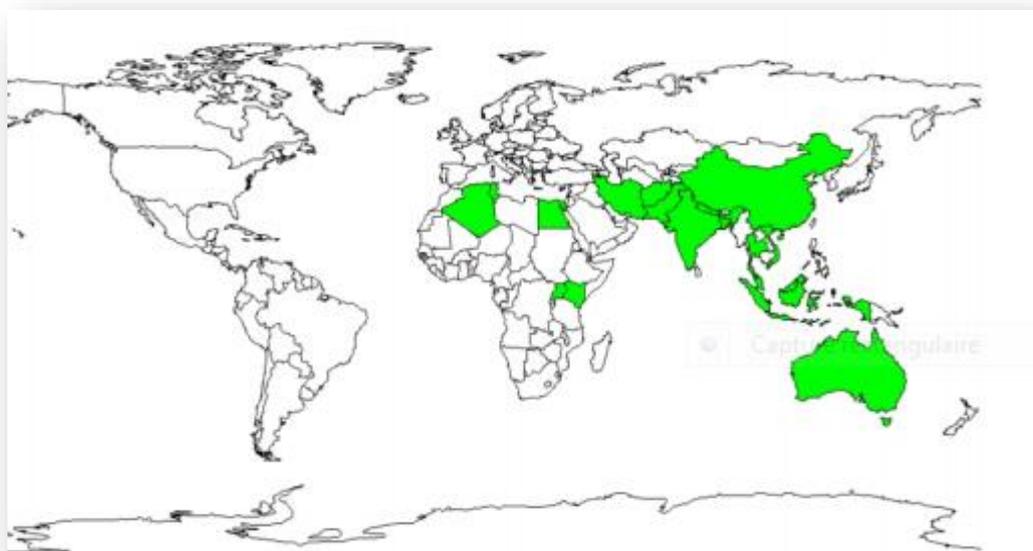


Figure 5 : Répartition géographique de l'espèce *Ziziphus mauritiana* dans le monde

Source : apps.worldagroforestry.org (consulté le 12/07/2020 à 23 :09)

I.2.4. Ecologie de la plante

I.2.4.1. Conditions climatiques :

L'espèce *Z. mauritiana* très rustique, se comporte le mieux dans les climats chauds et secs bien arrosés pendant la période de végétation. Le facteur semblant limiter son extension et sa culture serait une humidité élevée (FAO, 1982).

Le jujubier de l'Inde est rencontré dans les régions soumises à une pluviosité comprise entre 125 et 2300mm où les températures présentent des écarts absolus de 6° à 49°C (FAO, 1982).

Selon Von Maydell (1983), les précipitations annuelles tolérables par l'espèce varient entre 150 et 500mm.

Depommier (1988) note que l'espèce supporte bien les longues sécheresses (6 à 12 mois par an) et les pluviométries comprises entre 200 et 600mm.

Elle serait également présente sous des climats froids ou très pluvieux (dans des zones recevant près de 2700mm de pluie par an et à des températures minimales absolues de -7°C. Elle supporterait de faibles gelées en hiver et des températures élevées en été. C'est une espèce grégaire. Cependant, les résultats des travaux de Neya (1988) montrent que l'aire de distribution de l'espèce se limite à une pluviométrie inférieure à 1000mm.

I.2.4.2. Conditions édaphiques :

Le système racinaire pivotant de l'espèce lui permet de se développer sur une large variété de sols.

L'espèce se développe bien sur les sols sableux, limono-sableux profonds à pH neutre ou faiblement alcalins (FAO, 1982) tout en évitant les sols argileux.

Selon Depommier (1988), cette espèce croîtrait également sur des sols de fertilité médiocre à pH acide ou alcalin plutôt sableux et bien drainés que sur les sols argileux à engorgement temporaire.

Z. mauritiana est fréquemment rencontrée en association avec *Acacia seyal* sur les sols peu évolués. Selon Neya (1988), tous les peuplements de *Ziziphus mauritiana* recensés en association avec *Acacia seyal* étaient sur ces types de sol.

I.2.4.3. Saison de maturité et de récolte des fruits de *Ziziphus mauritiana* :

En Inde, la croissance annuelle de *Z. mauritiana* cesse généralement en novembre. Les vieilles feuilles tombent de mars à avril et les nouvelles feuilles apparaissent presque simultanément.

Ainsi, l'arbuste est sans feuilles pendant une courte période, sauf dans les zones sèches. Les fleurs apparaissent de juillet à octobre et les fruits se forment peu de temps après, restant verts pendant environ 4 mois avant de jaunir à maturité de février à mars (Gupta, 1993 ; Luna, 1996).

Dans la nature, *Z. mauritiana* donne généralement de bons fruits chaque année à partir de l'âge de 3 ans (Singh, 1989).

Le World Agroforestry Centre (2002) rapporte que les arbustes cultivés du jujubier de l'Inde ont une croissance rapide mais fait remarquer que dans des conditions naturelles, ils peuvent pousser lentement.

I.2.4.4. Maladies et ravageurs de *Ziziphus mauritiana* :

L'espèce *Z. mauritiana* est sujette aux attaques de la plante parasite *Cuscuta reflexa*, qui doit être immédiatement retirée des plants productifs si elle est présente. De nombreux ravageurs et maladies attaquent les arbustes de *Z. mauritiana*, les insectes se nourrissent de la sève et les larves de nombreuses espèces d'insectes défolient cette plante. Parmi les foreurs de fruits ou les mouches des fruits qui causent de graves dommages figurent *Meridarchis scyroides* et *Carpomyia vesuviana* (Singh, 1989 ; Gupta, 1993).

Lors d'études sur le terrain menées dans le Madhya Pradesh, en Inde, 13 espèces d'insectes ravageurs (dont *Achaea janata* et *Thiacidas postica*) ont été enregistrées causant des dégâts considérables à *Z. mauritiana*, ce qui a entraîné une baisse de la qualité et de la quantité des fruits (Vyas, 1996).

I.2.5. Propagation et multiplication :

L'espèce *Ziziphus mauritiana* se multiplie bien par boutures. Celles-ci doivent être prélevées sur du bois d'un an. Les éclats de souches, lorsque de vieux plants doivent être sacrifiés, constituent d'excellentes boutures (Munier, 1973).

Les boutures mises en pot ou en poche de plastique doivent rester au moins deux ans en pépinière avant d'être mises en place. Les plants issus de boutures sont d'une mise à fruits plus précoce.

Le marcottage donne d'excellents résultats et ce procédé est largement utilisé.

Le greffage du jujubier est peu employé, car il passe pour être difficile et ne donne que des succès très limités. Donc il doit être effectué avec beaucoup de soins. Différentes méthodes de greffage sont utilisées : greffe en fente, en sifflet (Inde), en écusson, dans les pays méditerranéens, cependant la greffe à l'anglaise semble donner de meilleurs résultats (Munier, 1973).

I.2.6. Composition chimique :

Les fruits, les feuilles et les tiges des plantes appartenant au genre *Ziziphus* représentent les parties qui ont suscité l'intérêt de quelques travaux de recherche en vue d'étudier leur composition chimique (tableau II).

Des analyses au niveau de l'écorce de la tige de *Ziziphus mauritiana* ont montré la présence des alcaloïdes, des stérols, des tri-terpènes, des saponosides, des tanins et des flavonoïdes. Plusieurs cyclopeptides d'alcaloïdes ont été isolés à savoir : Amphibine B, C, E, F ; mauritine A, B, C, D, E, F, H (Bah, 2005).

Les principaux sucres identifiés au niveau des feuilles de *Ziziphus mauritiana* étaient le rhamnose, le glucose et le galactose. Des études effectuées sur ceux-ci ont montré qu'ils étaient riches en acides gras et plusieurs éléments minéraux comme le fer, le calcium, le magnésium et le zinc (Yansambou, 2002).

Tableau II : Composition moyenne des fruits frais de *Ziziphus mauritiana lamk* (FAO, 1982).

Humidité	64 à 85%
Protéines	0,7 à 2,2%
Lipides	0,1 à 0,3%
Sucres et amidon	20 à 32%
Matières minérales	0,4 à 0,7%

I.2.7. Intérêt et usages de la plante

I.2.7.1. Usage traditionnel :

Les racines sont utilisées contre les maladies vénériennes comme la syphilis, mais aussi dans les cas d'empoisonnement et d'indigestion en association avec *Borreria verticillata*, *Euphorbia balsamifera*, *Prosopis africana*, *Leptadenia hastata*, *Stereospermum kunthianum* (Kerahro et Adams, 1974). Les décoctions des racines sont utilisées comme ténifuges et leurs poudres dans les pathologies de la cornée (Neuwinger, 1997).

Selon Depommier (1988) les racines astringentes prises en décoction soignent la diarrhée et sont utilisées dans le traitement des hémorroïdes.

L'écorce du tronc a une bonne réputation antalgique douce. On l'associe quelquefois à celles de *Lannea acida* dans ce but. Il est utilisé également chez les enfants rachitiques, anorexiques et atteints de kwashiorkor en décoction, en association avec les écorces de *Sterculia setigera*, d'*Acacia macrostachya* et d'*Acacia albida*. Chez les peuls toucouleurs, en plus des indications antalgiques, on retrouve en outre la poudre d'écorce en usage interne pour les hémorragies post-partum (Kheraro et Adam, 1976).

Au Sénégal, les feuilles sont utilisées en externe pour les ulcères phagédéniques (lavage avec le macérât suivi de l'application de la poudre (Kerahro et Adams, 1974).

Au Burkina Faso les feuilles fraîches sont utilisées dans le traitement de la diarrhée. (Burkill, 1997) Elles sont aussi appliquées sur les plaies pour les soulager (Depommier, 1988).

Les rameaux sont utilisés dans le traitement de la coqueluche (Depommier, 1988).

Les fruits, écrasés ou pressés, servent à soigner les maux d'oreilles. Ils ont la réputation d'être antivarioliques, anti furonculeux et actifs sur la rougeole. Ils sont fébrifuges tonifiants et revigorants ; c'est pour cela qu'ils sont conseillés pendant les convalescences (Depommier, 1988).

I.2.7.2. Usages alimentaires :

Le fruit est en général la partie la plus intéressante du jujubier. Il est consommé frais ou séché, pouvant être dans ce dernier cas réduit en farine pour diverses utilisations alimentaires (gâteaux ou pains, condiment, boisson de rafraîchissement) (**Depommier, 1988**).

La pulpe séchée donne une farine qui une fois comprimée permet d'avoir des petits pains de saveur agréable, utilisés comme provisions par les nomades lors de leurs grands déplacements. Les graines quant à elles sont une grande source de matières grasses. De plus, des recherches ont montré que l'huile de jujube est de qualité équivalente à celle de l'huile de baleine. Enfin les feuilles sont ajoutées comme légume dans le couscous (**Yansambou, 2002**). Le pouvoir calorifique des fruits atteint près de 4900 kcal/kg (**Depommier, 1988**).

I.2.7.3. Utilisations médicinales de *Ziziphus mauritiana* :

Des études phytochimiques sur l'espèce *Ziziphus mauritiana* ont montré la présence de plusieurs groupes chimiques dans des différentes parties de la plante tous reconnus pour leurs propriétés pharmacologiques. Les saponosides, les flavonoïdes et les tanins tous extractibles par l'eau, peuvent seuls ou dans une synergie d'action, être responsables des activités antioxydant et anti-hyperglycémique, les travaux de **Sawadogo (2012)** et **Diallo (2004)** confirment donc en partie les utilisations médicinales des plusieurs parties de la plante dans le traitement du diabète.

Des travaux sur les feuilles de *Z. mauritiana* ont montré leur pouvoir cicatrisant, hémostatique, antiseptique, stimulant, tonifiant, anti-diarrhéique (**Malgras, 1992**), antiscorbutique, anti-inflammatoire, diurétique, émollient, hypotenseur et sédatif (**Fortin et al, 1997**).

I.2.7.4. Autres utilisations :

Le bois du jujubier est résistant aux termites, durable et facile à travailler. Il est utilisé pour la fabrication de manches d'outils, d'ustensiles de cuisine, de jougs de bœuf, de lits et de jouets. Il sert aussi à la construction de bateaux et plus fréquemment à celle des maisons et greniers sous forme de poteaux, piquets ou de chevrons de toiture. Les branchages épineux sont utilisés en guise de clôtures. C'est par ailleurs un bon bois de feu et un bon charbon de bois (**Depommier, 1988**).

Chapitre II :
Matériel et méthodes

Notre travail est basé sur une étude rétrospective portant sur des travaux antérieurs réalisés sur le jujubier. L'espèce traitée dans cette étude est : l'espèce *Ziziphus mauritiana* (jujube de l'inde) qui est en relation avec le thème abordé dans ce mémoire de fin d'étude.

Nous avons sélectionné plusieurs articles qui ont abordé les paramètres suivants :

- Les paramètres organoleptiques et biométriques
- Les paramètres phytochimiques
- Les paramètres anatomiques
- Les paramètres biochimiques et physico-chimiques

Le recours à la réalisation d'une synthèse bibliographique de travaux antérieurs sur le jujubier (*Ziziphus mauritiana*) a été imposée par les circonstances particulières qu'a connu l'année pédagogique en cours, liées à la propagation de la pandémie du Covid 19, qui nous a empêché de concrétiser la démarche expérimentale que nous avons tracé, bien que nous avons récolté et séché le matériel végétal nécessaire pour l'étude (**Annexe A**).

II.1. Matériel :

II.1.1. Matériel végétal utilisé :

A travers les articles scientifiques consultés, les différents organes végétaux étudiés pour chaque espèce, sont représentés dans le **tableau III**, on y retrouve également des informations sur le lieu de récolte.

Tableau III : Informations sur les espèces et les organes étudiés dans chaque article ainsi que leur lieu de récoltes.

Espèces étudiées	Parties utilisés	Lieu de récolte	Références bibliographiques
<i>Ziziphus mauritiana Lamk</i>	Fruits	Sénégal pour les variétés autochtones : -Variété Sindia : village Sindia (14°35'N, 17°03'W) -Variété in Bandia : Station expérimentale de Bandia (14°34'N, 17°01'W) Pour la variété introduite Gola : verger expérimental à Cambéréne (14°45'N, 17°26'W) Inde.	(Danthu et al, 2002)
	Feuilles	Blendio (région de Sikasso, Mali). Muhavoor, près de Rajapalayam à l'Inde.	(Diallo et al, 2004) (Sivasankari et al, 2017)
	Ecorces des racines	Gonsé, une localité située à 20 km	(Sawadodo, 2012)

		d'Ouagadougou au Burkina Faso.	
--	--	-----------------------------------	--

II.2. Méthodes :

II.2.1. Paramètres organoleptiques et biométriques :

II.2.1.1. Paramètres organoleptiques :

Les fruits frais de *Ziziphus mauritiana* ont été récoltés et stockés à température ambiante 25-35°C puis ils ont été soumis à une étude organoleptique par **Azame-Ali et al (2006)**

Pareek (2001) a également étudié certaines caractéristiques qualitatives du cultivar Umran de l'espèce *Ziziphus mauritiana*.

Différents extraits ont été effectués sur les écorces des racines et les feuilles de *Ziziphus mauritiana* (**Sawadogo.2012, Diallo et al. 2004**), chaque extrait a été caractérisé pour déterminer le rendement, l'aspect et la couleur.

II.2.1.2. Paramètres biométriques :

Selon le protocole suivi par **Danthu et al (2004)**, une étude biométrique a été réalisée sur les fruits de deux variétés autochtones (Sindia et Bandia) et une variété introduite (Gola), Une première série d'analyses a été réalisée sur ces jujubes (fruits frais). Une seconde série de mesures a porté sur des fruits séchés en étuve à 50 °C pendant 24 h pour les fruits sauvages et 60 h pour la variété Gola.

II.2.2. Paramètres phytochimiques :

Les analyses phytochimiques ont été réalisées par **Sawadodo (2012)** sur les écorces de racines et par **Diallo et al (2004)** sur les feuilles de *Ziziphus mauritiana*. Les réactions de caractérisations, ont été réalisées en vue de rechercher les principaux groupes chimiques présents chez cette espèce grâce à des réactions en tubes.

Les résultats sont présentés de la manière suivante :

Réaction franchement positive + + + +

Réaction positive + + +

Réaction moyennement positive + +

Réaction louche +

Réaction négative 0

II.2.3. Paramètres anatomiques :

Selon le protocole de **Sivasankari (2017)** une étude anatomique a été réalisée sur les feuilles fraîches de *Z. mauritiana*. Les échantillons ont été coupés et lavés à l'eau courante pour éliminer la saleté. Ils ont suivi une série de traitement chimiques et de coloration, ont été fixé dans du FAA (formol - 5 ml, acide acétique -5 ml et 70% d'alcool éthylique - 90 ml) pendant 24 heures. Après fixation, ils ont été soigneusement lavés à l'eau distillée, déshydraté et incorporé dans de la cire de paraffine. Puis les spécimens inclus dans la cire de paraffine ont été sectionnés en utilisant microtome rotatif. L'épilation était faite par la coutume procédure. Les sections étaient tachées avec du bleu de toluidine selon la méthode publiée par **O'Brien et coll. (1964)**. Là où c'est nécessaire, certains les coupes étaient également colorées avec de la safranine et du vert rapide.

Des photographies de différents grossissements ont été prises en utilisant un appareil photographique numérique Nikon (12 méga pixels) et pour observations normales, un champ clair a été utilisé.

II.2.4. Paramètres biochimiques et physicochimiques :

Une étude biochimique détaillée a été réalisé par **Danthu et al (2002)** sur trois lots de jujubier (Sindia, Bandia et Gola)

Les teneurs en composés organiques et en éléments minéraux de chaque type de fruits frais ou séchés ont été exprimées pour 100 g de matière comestible correspondant à la matière fraîche (mf) des fruits frais ou des fruits séchés et pour 100 g de matière sèche (ms). Ces mêmes auteurs ont également réalisé :

- Un dosage des protéines selon la méthode de **Kjeldhal (1982)**.
- Un dosage de la vitamine C par chromatographie en phase liquide et lecture sous UV (200 nm).
- Un dosage des lipides par pesée des matières grasses après extraction au Soxhlet en utilisant l'éther diéthylique.
- Un dosage des sucres réducteurs totaux et des sucres solubles totaux par les méthodes colorimétriques selon le protocole de **Miller (1959)** et de **Dubois et al. (1956)** respectivement.

Le taux de cendre des écorces de racines de *Ziziphus mauritiana* a été évalué par **Sawadogo (2012)**.

Chapitre III :
Résultats et discussion

III. Meta-analyse de travaux antérieurs

III.1. Etude des paramètres organoleptiques et biométriques des fruits

III.1.1. Caractères organoleptiques des fruits :

Selon les travaux d'**Azame-Ali et al (2006)**, les fruits de *Ziziphus mauritiana* sont souvent stockés en tas à l'ombre ou dans des salles de stockage, mais il est préférable de stocker dans des emballages tels que : les sacs de jute, les sacs en filet, ainsi que les sacs et les boîtes en polyéthylène. Selon le cultivar et les conditions, les fruits peuvent être conservés de 4 à 15 jours sans perte de leur qualité organoleptique.

Pareek et al (2001) ont rapporté que durant le stockage, les fruits perdent du poids et se ratatinent, changent de couleur du vert jaune ou jaune doré à gris orange et perdent leur acidité, les résultats de cette étude ont été récapitulés dans le **tableau IV**.

Tableau IV : Changements typiques des caractéristiques qualitatives du fruit de *Ziziphus mauritiana* stocké à température ambiante (**Pareek 2001**).

Paramètres de quantité	Fruit de <i>Ziziphus mauritiana</i> (Cultivar Umran)	
	A la récolte	Après 9 jours de stockage à 30-35°C
Couleur	Jaune doré	Gris orange
Les solides solubles totaux(TSS) (%)	17,5	19,5
Acidité (%)	0,21	0,12

Dahlia (2018) a montré que les fruits de jujubier sauvage étaient caractérisés par une variation de la couleur du péricarpe. Quatre couleurs de fruits étaient enregistrées pour l'ensemble des populations ; jaunâtre (0,11%), marron (52,44%), marron claire (17,55%) et marron foncé (29,88%) (**Figure 6**). Cela est dû principalement aux conditions de stockage et de séchage auxquels sont soumis les fruits après leur récolte ainsi qu'à la variété et au stade de maturité atteint par les fruits au moment de la récolte.

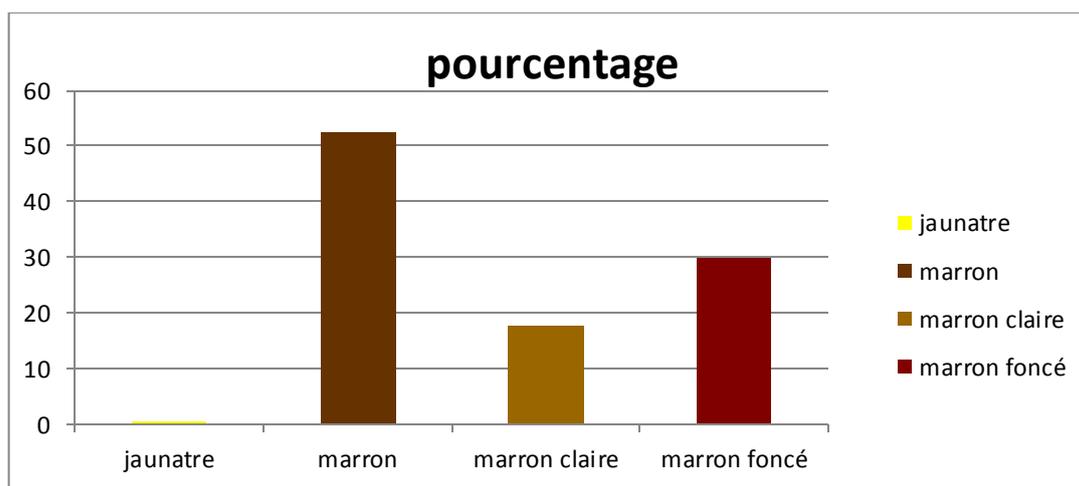


Figure 6: Pourcentages des différentes couleurs des fruits présentes dans l'ensemble des populations du jujubier sauvage (*Zizyphus lotus*).

Selon les travaux de **Sawadogo (2012)**, plusieurs extractions ont été effectuées sur l'écorce de racines de *Zizyphus mauritiana* pour la détermination de certaines caractéristiques biochimiques. Le rendement, l'aspect et la couleur obtenus à partir des écorces de racines de *Zizyphus mauritiana* sont consignés dans le **tableau V**.

Tableau V : Résultats d'une étude organoleptique des extraits obtenus à partir des écorces des racines de *Zizyphus mauritiana* (Sawadogo, 2012).

Extraits	Rendement (%)	Aspect	Couleur
Décocté aqueux 10%	13,80	Cristallin	Orange clair
Infusé 10%	14,80	floconneux	Orange clair
Macérât aqueux (eau)	8	Cristallin	Noirâtre
Macérât éthanolique à froid (ethanol 70%)	22,9	Cristallin	Jaunâtre
Ex DCM	0,4	Huileux	Jaune

Ex EtOH à chaud	12,4	Huileux	Brunâtre
Ex MeOH	3,9	Huileux	Brun
Digesté Eau 50°C du marc épuisé	4,7	Cristallin	Brun
Décocté Eau 100°C du marc épuisé	4,80	Cristallin	Noirâtre

Ex EtOH = extrait à l'éthanol ; Ex MeOH= extrait au méthanol

Ces résultats montrent que le rendement maximal est obtenu avec le macérât éthanolique préparé à partir des écorces des racines de *Ziziphus mauritiana*.

D'après les travaux de **Diallo et al. (2004)**, sur les constituants des feuilles de *Z. mauritiana* plusieurs extraits ont été réalisés, chaque extrait a été caractérisé par sa couleur et son rendement par rapport à la drogue sèche. Ces éléments sont présentés dans le **tableau VI**.

Tableau VI: Aspects, couleurs et rendements des extraits des feuilles de *Ziziphus mauritiana* par différents solvants (**Diallo et al, 2004**).

Extraits	Rendements (%)	Aspects	Couleurs
Décocté	10.15	Poudre	Vert
Macérât	4.84	Poudre	Vert
Décocté après épuisement	9.87	Floconneux	Marron
Digesté après épuisement	3.91	Floconneux	Marron

Le décocté aqueux, qui est la forme d'utilisation traditionnelle, a donné un rendement à l'extraction de 10.15 %, alors qu'il est plus faible par macération, ainsi on peut admettre que la plupart des substances contenues dans les feuilles sont à caractère hydrosoluble.

III.1.2. Caractères biométriques des fruits :

Selon **Danthu et al. (2002)**, les caractéristiques biométriques de deux variétés autochtone (Var Bandia et Var Sindia) et une variété introduite de jujubier (Var Gola) introduites au Sénégal, ont montré que les fruits de la variété introduite avaient un poids et un volume 9 à 17 fois supérieur à ceux des plants de provenances locales (**tableau VII**). Leurs noyaux représentent moins de 7 % du poids du fruit, alors que, pour les variétés Sindia et Bandia, ce rapport a été d'un tiers. De ce fait, le poids et le volume de la pulpe chez la variété Gola sont 10 à 20 fois supérieurs à ceux mesurés dans les deux lots de fruits provenant de jujubiers locaux.

Tableau VII : Quelques caractéristiques biométriques des fruits de trois lots de jujubes d'origine différente récoltés au Sénégal (**Danthu et al, 2002**).

(a)Fruits frais (fruits de couleur jaune)						
Variété étudiée	(A) poids du fruit (g)	(B) poids de la matière comestible du fruit (g)	(C) volume du fruit (cm ³)	(D) volume de la matière comestible du fruit (cm ³)	Rapport (B/A)	Rapport (B/A)
Gola	18,5 a	17,3 a	18,3 a	17,4 a	0,93 a	0,94 a
Bandia	2,1 b	1,5 b	2,1 b	1,7 b	0,73 b	0,78 b
Sindia	1,1 c	0,8 b	1,1 c	0,9 b	0,69 c	0,76
(b) Fruits séchés						
Variété étudiée	(A) poids du fruit (g)	(B) poids de la matière comestible du fruit (g)	Rapport (B/A)			
Gola	3,7 a	2,6 a	0,73 a			
Bandia	1,0 b	0,5 b	0,50 c			
Sindia	0,8 b	0,4 b	0,56 b			

a, b, c : pour un même type de fruit et dans une même colonne, les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de P < 5 % (méthode de Newman et Keuls).

Le poids moyen des fruits de Gola récoltés au Sénégal est égal à 18,5 g. Cependant, il se montre un peu inférieur à celui obtenu en Inde : (20 à 24 g) d'après les travaux de **Chovatia et al. (1991-1993)**, Cette variabilité pourrait s'expliquer par des différences environnementales (climat, sol), mais aussi par le fait que les fruits ont été récoltés sur des sujets encore jeunes (première année de fructification) et non taillés ; il a été en effet démontré que la taille modérée des jujubiers permet généralement d'augmenter la biomasse des fruits (**Chovatia, 1993**).

Selon **Dahlia (2018)**, les caractères quantitatifs de fruits de jujubier sauvage (*Z. lotus*) ont révélé une variation dans la taille des fruits : de 11,166± 0,915 mm à 12,979± 0,717 mm, pour la largeur, elle varie entre 11,223±0,884 mm et 13,503±0,822 mm et les moyennes des poids des fruits oscillent entre 0,464±0,107 g et 0,871±0,134 g.

On déduit que le poids de fruit de *Ziziphus mauritiana* est plus important par rapport au celui de l'espèce *Ziziphus lotus*.

III.2. Etude des paramètres phytochimiques :

Les essais phytochimiques effectués par **Sawadogo (2012)** et **Diallo (2004)** sur les feuilles et les écorces de racines de *Ziziphus mauritiana* ont révélé la présence des leuco-anthocyanes au niveau des feuilles et des écorces des racines. Par ailleurs, les oses, les holosides, les hétérosides, les composés réducteurs et les tanins galliques sont absents dans l'écorce des racines de cette espèce.

Aussi, il a été constaté par ces auteurs que l'indice de mousse des saponosides est très élevé au niveau des feuilles par contre il n'est que faiblement manifesté au niveau des écorces des racines. Par contre, les tanins catéchiques sont fortement présents aussi bien dans les feuilles que dans les racines (**Tableau VIII**).

Tableau VIII : Résultats de la caractérisation des groupes chimiques dans les extraits de feuilles et des écorces de racines de *Ziziphus mauritiana* (Sawadogo. 2012 ; Diallo. 2004)

Groupes chimiques	Résultats des réactions en tubes	
	Feuilles	Ecorce des racines
Coumarines (fluorescence UV 366 nm)	++	+++
Flavonoïdes: génines flavoniques (Shibata)	++	+++
Flavonoïdes: hétérosides flavoniques (Shibata)	++	0
Saponosides: mousse	+++++	+++
Saponosides: indice de mousse1000	1000	250
Tanins: réaction avec FeCl ₃	++++	++
Tanins: réaction avec HCl	++++	0
Tanins catéchiques: réaction de Stiasny	++++	+++
Tanins galliques: réaction de Stiasny	++	0
Composés réducteurs	++++	0
Oses et holosides	++++	0
Polyuronides (mucilages)	+++++	+++
Stérols et triterpènes: hétérosides triterpéniques (Liebermann)	++++	+++
Stérols et triterpènes: stéroïdiques (Liebermann)	++++	+++
Hétérosides cardiotoniques (Raymond – Marthoud)	+++	0
Leucoanthocyanes	++++	++++

Réaction franchement positive + + + + ; Réaction positive + + + ; Réaction moyennement positive ++ ; Réaction louche + ; Réaction négative 0.

Le criblage phytochimique montre également que les écorces des racines de *Ziziphus mauritiana* sont riches en mucilages (polyuronides), en coumarines, en leucoanthocyanes et qu'elles contiennent d'autres groupes chimiques tels que, les stérols et triterpènes et les flavonoïdes.

La plupart de ces groupes chimiques sont hydrosolubles et pourraient être responsables des différentes activités aussi bien in vivo que in vitro et cela justifie la pertinence de l'utilisation des feuilles et des racines par les tradithérapeutes (Amadou, 2006).

Selon Ghalem (2014), le screening phytochimique de l'espèce *Ziziphus lotus*, qu'a été réalisé sur les racines a permis de mettre en évidence une présence notable des tanins, des saponosides et des composés réducteurs. Les flavonoïdes, les stérols et les stéroïdes étaient également détectés. Par contre ces métabolites n'étaient que très faiblement représentés au niveau de la pulpe de cette espèce (tableau XI).

Tableau XI: Résultats des tests phytochimiques des racines et de la pulpe de l'espèce *Ziziphus lotus* (Ghalem, 2014)

Groupes chimiques	Résultats des réactions en tubes	
	Racine	Pulpe
Flavonoïdes	++	+
Tanins	+++	++
Stérols et stéroïdes	++	+
Alcaloïdes	+	+
Saponosides	+++	+
Composés réducteurs	+++	+++

Réaction positive +++ ; Réaction moyennement positive ++ ; Réaction louche +

Selon les travaux de Hamza et al. (2015), les essais phytochimiques effectués sur l'extrait aqueux des feuilles de *Zizyphus lotus* ont révélé la présence des composés phénoliques dont les tanins condensés, cependant, les saponosides et les alcaloïdes n'étaient que très faiblement représentés (tableau X), ces résultats étaient parfaitement en accord avec ceux de Borgi et al. (2007).

Tableau X : Résultats des tests phytochimiques des feuilles du *Ziziphus lotus* (Hamza et al, 2015).

Métabolites testés	Remarques	Résultats
Flavonoïdes	Couleur orange claire	++
Tanins	Couleur bleu verdâtre	+++
Tanins condensés	Formation de précipité	+++
Tanins hydrolysables	Couleur bleu-noir	+
Composés phénoliques	Couleur bleu verdâtre	+++
Saponines	Hauteur de la mousse = 0.5 cm	±
Alcaloïdes	Couleur jaune	±

+ Présence, ++ présence moins importantes, +++ présence plus importantes, ± présence faible

III.3. Etude des paramètres anatomiques :

Selon le travail de Sivasankari et al. (2017), sur l'étude anatomique des feuilles fraîches de *Ziziphus mauritiana* qui ont été récoltées et identifiées par l'enquête botanique de l'Inde (mené par le centre régional du sud, Coimbatore), les échantillons ont été coupés, lavés à l'eau puis soumis à plusieurs étapes de coloration.

La section transversale des feuilles a révélé qu'elle se compose de l'épiderme, d'un tissu vasculaire et d'un grand nombre de cellules parenchymateuses autour des faisceaux vasculaires (figure 7).

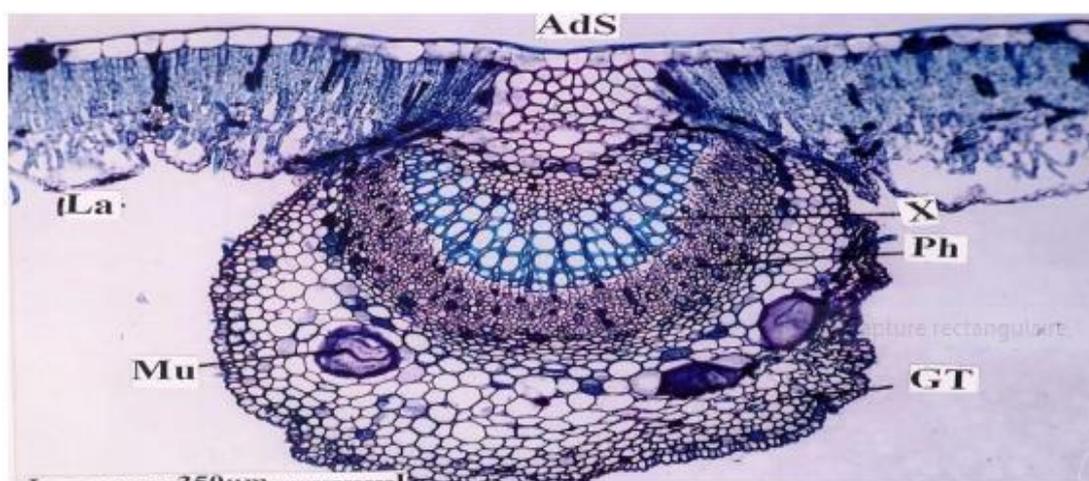


Figure 7 : Représentation d'une coupe transversale d'une feuille de *Ziziphus mauritiana* et observé au microscope optique (G : 350X) (Sivasankari et al. 2017).

La : lamina, GT : tissu au sol, Mu : mucilage, X : xylème, Ph : phloème, ADS : épiderme supérieure.

Ce même auteur a rapporté que les éléments du xylème secondaire sont larges, et anguleux, à parois épaisses et disposées de manière compacte. Le phloème secondaire se compose de parois étroites et épaisses criblées, les cellules du parenchyme qui entoure le liber sont remplies d'une substance dense de nature tanifère.

La couche épidermique supérieure se compose de petits murs anticlinaux polygonaux épais et droits (**figure 8**). certaines cellules contiennent un dépôt dense de tanin. Ces dernières sont entourées d'une rosette de cellules radicalement allongées, l'épiderme supérieur est apostomatique.

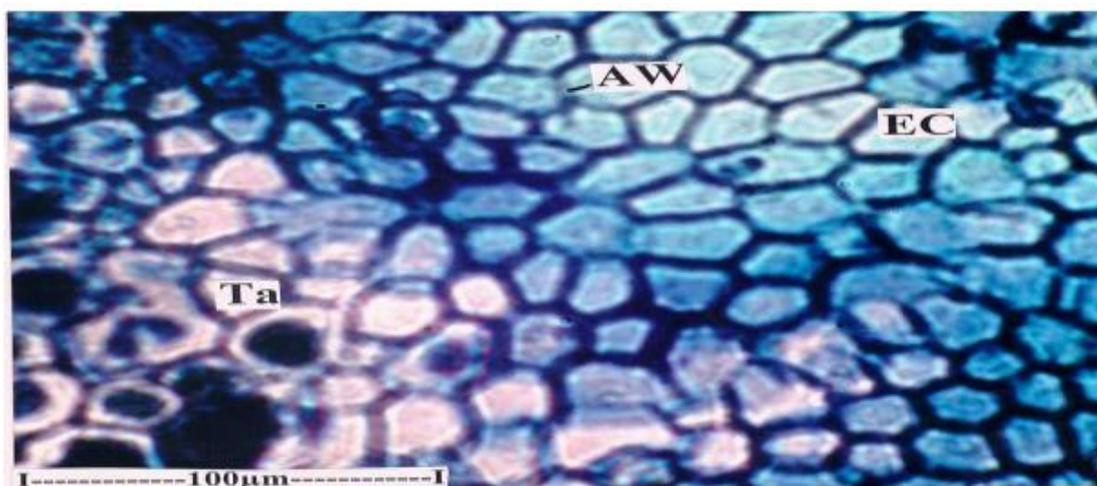


Figure 8: Représentation de l'épiderme supérieure observé au microscope optique (G : 100X). (Sivasankari et al. 2017).

AW : paroi anticlinale, EC : cellule épidermique, Ta : tanin.

L'épiderme inférieure comporte des stomates dansement distribués, ainsi que des cellules épidermiques qui sont petites, anguleuses épaisses droites avec des murs anticlinaux.

Les cellules de garde sont circulaires mesurant 20 x 20 µm le pore stomatique qu'on appelle l'ostiole est proéminent et elliptique (**figure 9**).

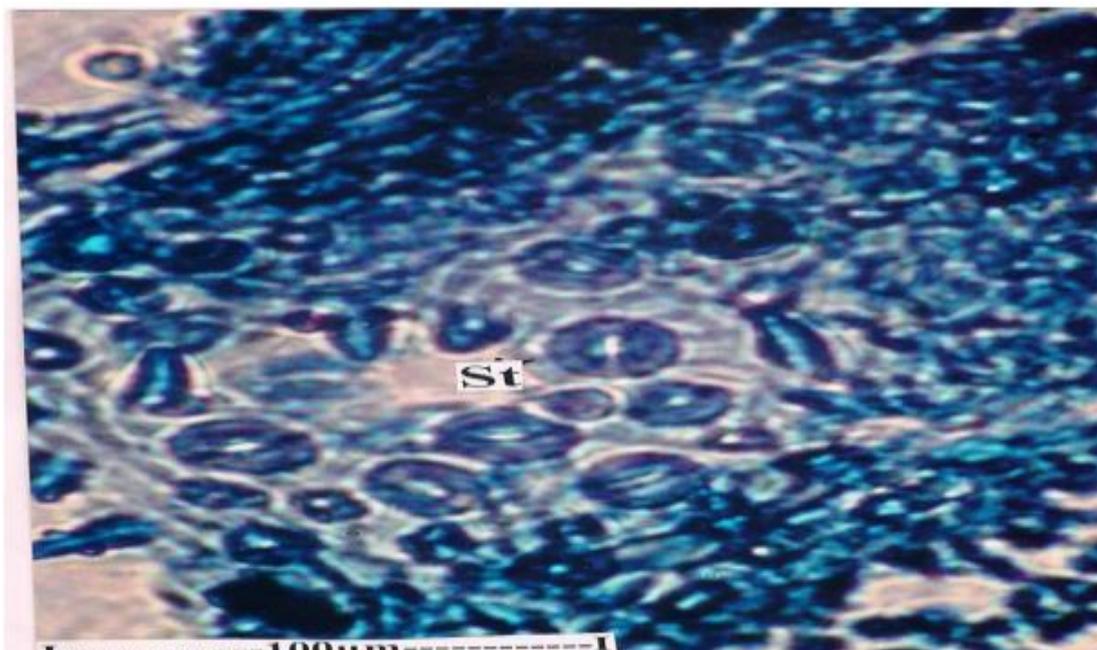


Figure 9: Représentation des stomates e observé au microscope optique (G : 100X).

(Sivasankari *et al.* 2017).

St : stomate.

III.4. Etudes des paramètres biochimiques et physico-chimiques

III.4.1. Paramètres biochimiques :

III.4.1. 1. Teneur en eau :

Selon les travaux de **Danthu *et al.* (2002)**, la partie comestible de *Z. mauritiana* a une teneur en eau comprise entre 59 et 68 % de mf (**tableau XIII, Annexe B**). Cette concentration est proche des valeurs trouvées lors des travaux antérieurs (**Toury *et al.*, 1961**). Les fruits de Gola ont été plus riches en eau (84 %). Le séchage a abaissé les teneurs en eau à 20–23 % de mf, ce qui, selon **Favier *et al.* (1993)**, correspond à un état intermédiaire entre fruits secs et demi secs.

Selon les travaux de **Ghalem (2014)**, l'analyse du taux d'humidité de la pulpe et de la racine de *Ziziphus lotus* a montré une faible proportion estimée à 8,90 % et 9,11% respectivement.

III.4.1.2. Teneur en composés organiques :

Selon **Danthu *et al.* (2002)**, les jujubiers frais analysés ont une teneur en protéines comprise entre 1,7 et 3,7 % de mf et 7,4 et 11,8 % de ms (**tableau XIII. Annexe B**). Ces résultats sont du même ordre de grandeur que ceux obtenus par **Becker *et Favier et al.* (1983, 1993)**.

Cette même étude a montré que les jujubiers autochtones du Sénégal sont moins riches en vitamine C par rapport aux études faites en Inde (**Vashishtha, 1997. Chovatia et al, 1989.1991**). Dans le cas de *Ziziphus jujuba* la valeur de vitamine C est 194 mg pour 100 g de la pulpe de fruits (**tableau XIV. Annexe C**)

Cependant, **Mansour (2016)**, a rapporté que l'espèce *Ziziphus jujuba* présente une faible valeur en protéines égale à 2,88 % de ms, alors qu'elle est de l'ordre de 2,10% dans la pulpe et 3,18% dans les racines et chez l'espèce *Ziziphus lotus* d'après les travaux de **Ghalem (2018)**.

Ces variations parfois importantes peuvent en partie s'expliquer par le fait que la teneur en vitamine C dépend grandement de l'état de maturité à la récolte (**Eromosel et al, 1991 ; Mansour, 2016**) et du type de la conduite culturale appliquée aux arbres (**Lal et al, 1980**), ainsi que de la méthode de conservation et de stockage des fruits après la récolte.

Danthu et al. (2002) ont rapporté que les teneurs en sucres solubles sont proches. En revanche, les jujubes frais de la variété Gola ont été environ trois fois moins riches en sucres que les fruits des lots de provenance locale, cette différence peut s'expliquer, du moins partiellement, par la forte teneur en eau des fruits de la variété introduite.

L'analyse de la composition en monosaccharides des extraits aqueux des feuilles de *Ziziphus mauritiana* La CPG (Chromatographie en phase gazeuse) a permis d'examiner plusieurs monosaccharides dans ces extraits aqueux (**Tableau XV. Annexe D**).

Le macérât contient majoritairement du glucose (25,98%), du rhamnose (24,55%) et de l'acide galacturonique (19,19%). Les digestés sont caractérisés par leurs teneurs en acide galacturonique (35,56%), en rhamnose (18%) et en galactose (12%). Les digestés après solvant contiennent majoritairement de l'acide galacturonique (34.03%), du rhamnose (22.51%), du galactose (12.5%).

La composition en sucres du décocté de feuilles et de celle des feuilles épuisées par les solvants organiques ont été présentés dans la (**figure 10**).

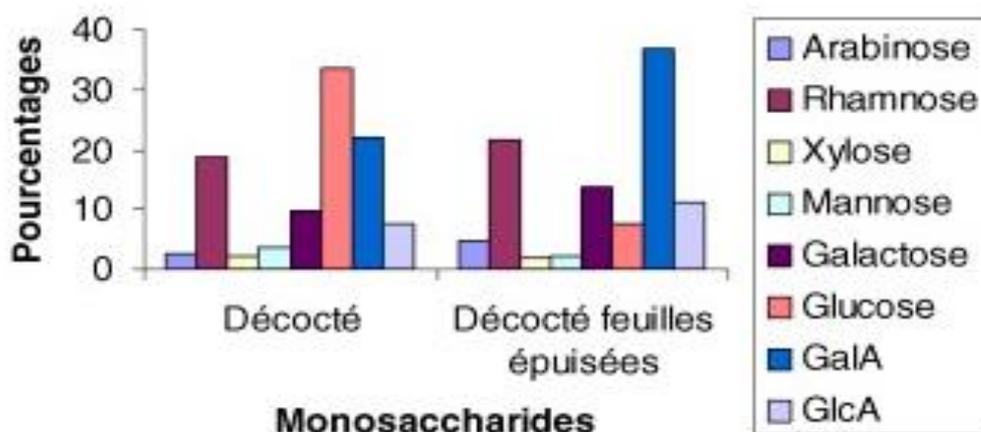


Figure 10 : Composition en sucres du décocté des feuilles et celui des feuilles après extraction par les différents solvants organiques (Diallo *et al*, 2004).

Le décocté contenait (36,87 %) de polysaccharides, essentiellement composés de glucose, d'acide galacturonique et de rhamnose, avec respectivement (33,56 %), (22,02 %) et (18,67 %). Le macérât de feuilles ne contenait, quant à lui, que (27,17 %) de sucres.

Le décocté aqueux des feuilles après épuisement par les solvants organiques avec (45,57 %) contenait beaucoup plus de sucres que la forme d'utilisation traditionnelle, le décocté aqueux, qui contenait (36,87 %) de polysaccharides. La teneur élevée en acide galacturonique (36,93 %) associée à celle du rhamnose (21,57 %) dans le décocté aqueux épuisé peut laisser supposer qu'il s'agit d'une pectine de type rhamnogalacturonane.

Quel que soit le type de fruits frais ou séchés et la référence prise (mf ou ms), la concentration en acides organiques des fruits du lot Gola (de 0,5 g Eq acide malique / 100 g mf) a toujours été inférieure à celle des fruits locaux, quoique légèrement supérieure à celle mesurée en Inde : (0,30 à 0,35) g Eq acide malique pour 100 g mf (Chovatia *et al*, 1989. Chovatia *et al*, 1991).

Selon Ghalem (2014), l'évaluation des teneurs en métabolites primaires (protéines, sucres, fibres et minéraux) de *Zizyphus lotus*, a montré que la pulpe est la partie la plus riche en sucres (26.00%) par rapport la racine (8.71%). Cet auteur a remarqué également que les racines sont riches en fibres (47.90%). Par contre, les minéraux sont plus abondants dans la pulpe (3.44%) que dans les racines (2.69%) (Tableau XVI ; Annexe E)

Ghalem (2014) a également rapporté que la pulpe et les racines de *Zizyphus lotus* ont des teneurs faibles en lipides (0,9% et 1,6% respectivement). Cependant, les acides

gras, sont principalement de type insaturés (AGI) et son présentent au niveau de la pulpe (60.95%) et des racines (46.16%).

Ces valeurs sont du même ordre de grandeur que les valeurs maximales estimées par **Favier et al. (1993)**.

III.4.1.3. Teneur en éléments minéraux :

Danthu et al. (2002) ont rapporté que les concentrations en calcium et en fer des jujubiers locaux sont très proches de celles trouvées dans la littérature (**Booth et al, 1988 ; Becker, 1983. Toury et al, 1961 ; Chovatia et al, 1993**) (**tableau X**). En revanche, la teneur en phosphore des fruits secs récoltés était largement supérieure aux résultats présentés par **Becker (1983)** et **Favier(1993)**.

Les teneurs en magnésium, phosphore et fer des fruits du jujubier la variété Gola ont été supérieures à celles mesurées dans les fruits de variétés locales. Mais, au cours de leur séchage des fruits, il y a une diminution systématique des concentrations en éléments minéraux: diminution d'un tiers pour le phosphore, de moitié pour le calcium et le magnésium, des deux tiers pour le fer. (**Danthu et al, 2002**).

En comparant les résultats de la concentration en éléments minéraux trouvés par **Danthu et al. (2002)** de l'espèce *Ziziphus mauritiana* avec ceux de **Abdeddaim (2016)** qui a travaillé sur le jujubier sauvage (*Z. lotus*), nous avons constaté que la pulpe de fruits de jujubier sauvage a une teneur en calcium très proche à la teneur trouvé chez *Z.mauriritiana* et la teneur en magnésium est très élevé par rapport à l'espèce *Z. mauritiana* par contre la concentration en phosphore et en fer est très faible à celle de *Z.mauritiana* (**tableau X**).

Tableau XI : Concentrations en éléments minéraux des fruits de *Ziziphus mauritiana* et *Ziziphus lotus*.

Espèce étudiées		Type de fruit	Calcium		Magnésium		Phosphore		Fer		Références
			mf	ms	mf	ms	mf	ms	mf	ms	
<i>Z. mauritiana</i>	Gola	Frais	76d	488a	21c	137a	54b	403a	1,6c	8,5a	Danthu et al, 2002
		Séché	204b	255b	62b	81c	207a	267b	2,2b	2,6b	
	Bandia	Frais	145c	460a	36d	114b	77b	258b	1,5c	4,9b	
		Séché	380a	477a	88a	109b	209a	262b	2,9a	3,6b	
	Sindia	Frais	169bc	418a	45c	111b	59b	149c	1,7c	4,1b	
		Séché	379a	475a	87a	108b	181a	248b	2,4b	3,0b	
<i>Z. lotus</i>		Séché	409,84±0,00		397,91±18,82		10,62±1,70		1,33±0,01		Abdeddai m, 2016

mf : matière fraîche ; ms : matière sèche. a, b, c, d : dans chaque colonne, les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de $P < 5 \%$ (méthode de Newman et Keuls)

A partir de tous les résultats publiés par **Danthu et al. (2002)**, on déduit que quelle que soit l'origine des jujubes sont riches en sucres, en vitamines C, en calcium et en fer. Ces fruits représentent un apport nutritionnel important pour les populations des régions arides.

III.4.2. Paramètres physico-chimiques :

Tableau XII : Quelques paramètres physico-chimiques de *Ziziphus mauritiana* (Sawadogo, 2012).

Paramètres étudiés	Pourcentage
Cendres totales	13,96%
Cendres chlorhydriques	2,47%
Cendres sulfuriques	18,93%
Substances extractibles par l'eau	4%

III.2. Discussion générale de la méta-analyse

A travers cette méta-analyse de données bibliographiques, issues de travaux antérieurs, nous avons cherché à mettre en valeur les caractères biométriques et la composition de fruits de *Z. mauritiana* provenant de différentes origines. Les résultats analysés ont montré que les jujubiers peuvent apporter de nombreux éléments – sucres, vitamine C, calcium et fer – importants pour la nutrition humaine. Ces fruits peuvent donc jouer un rôle significatif dans l'équilibre alimentaire des populations sahéennes, d'autant plus qu'ils sont essentiellement consommés par les enfants et que leur stockage à long terme est possible. Les qualités nutritionnelles de la variété Gola, en cours d'introduction au Sénégal, ne sont pas très différentes de celles des jujubes récoltés localement, surtout en ce qui concerne les fruits séchés qui constituent le mode principal de consommation des jujubes. De plus, leurs propriétés organoleptiques semblent être supérieures (Danthu et al. 2002).

Le criblage phytochimique montre que les écorces des racines de *Zizyphus mauritiana* sont riches en saponosides, mucilages, coumarines et qu'elles contiennent également d'autres groupes chimiques tels que les tanins, les stérols et les triterpènes, les flavonoïdes, les leucoanthocyanes, et les oses et les holosides (excepté les écorces des racines de *Zizyphus mauritiana*), la plupart de ces groupes chimiques sont hydrosolubles et pourraient être responsables des différentes activités aussi bien in vivo que in vitro justifiant ainsi leur usage en médecine traditionnelle.

A titre d'exemple : les flavonoïdes ayant des propriétés antioxydants, pourraient agir sur les vaisseaux sanguins pour prévenir l'athérosclérose, qui est une des principales complications chez les diabétiques. La présence de tanins, doués de propriétés de renouvellement des tissus, est importante dans le processus de guérison des plaies dues au diabète (Diallo. 2004).

Ainsi, les coumarines trouvées chez les écorces de racines de *Zizyphus mauritiana* pourraient garantir la prévention des atteintes vasculaires et nerveuses pouvant survenir chez le diabétique et l'hypertendu.

Les plantes riches en mucilages sont utilisées en cosmétologies (Yansambou ,2002). Ce qui peut nous amener à penser que les mucilages de *Zizyphus mauritiana* peuvent être utilisés dans la réalisation des pommades permettant de prévenir les affections cutanées chez le diabétique.

Concernant l'étude anatomique, la seule étude que nous avons trouvée (celle de Sivasankari et al, 2017), n'a mis en évidence que l'anatomie foliaire de cette espèce, en mettant en évidence pour la première fois la morphologie des cellules épidermiques, et celle des tissus sous-jacents à savoir les parenchymes et les tissus conducteurs ainsi que l'aspect des stomates.

Pour ce qui est des paramètres physicochimiques et biochimiques, nous avons constaté que les fruits qui constituent la partie comestible de *Z. mauritiana*

comportent des métabolites primaires (protéines, lipides, sucres) et secondaires à des teneurs qui peuvent varier en fonction de la provenance de la plante récoltée, et qu'il y a une relation proportionnelle avec la teneur élevée en eau dans les fruits et les pertes des propriétés organoleptiques. Par contre dans les organes souterrains, la teneur en eau est souvent inférieure à 10%.

La richesse de cette plante en métabolites secondaires telle que : les saponosides, les polyphénols, les coumarines, les stérols et les terpènes permet d'ouvrir les portes vers l'éventuelle exploitation de cette ressource naturelle pour son éventuel usage en médecine conventionnelle.

Les paramètres physicochimiques analysés nous renseignent la charge des éléments minéraux à travers l'analyse du taux des cendres au niveau des écorces des racines. Les substances extractibles par l'eau dans ces écorces montrent qu'il y a bien évidemment une présence de substances hydrosolubles. Ainsi on peut admettre qu'il y a un faible risque de fermentation et d'oxydation enzymatique, ce qui permet d'orienter les tradi-praticiens vers l'usage des organes souterrains dans leurs prescriptions.

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans le cadre de cette étude, nous avons tenté de mettre en valeur les principaux paramètres biométriques, organoleptiques, anatomiques, biochimiques et physico-chimiques de l'espèce *Ziziphus mauritiana Lam.* Tout en réalisant une méta-analyse portant sur plusieurs travaux antérieurs.

Certains de ces résultats ont été comparés avec ceux de deux autres espèces apparentées, il s'agit de l'espèce *Z. lotus* et l'espèce *Z. jujuba*.

Il ressort que les différentes parties des *Ziziphus mauritiana lam* possèdent bien des vertus alimentaires et thérapeutiques importants ce qui justifie leur utilisation en médecine traditionnelle, en cosmétologie, en pharmacologie et en alimentation humaine.

Sur le plan organoleptique et biométrique, il a été remarqué que les fruits de *Z.mauritiana* perdent du poids et se ratatinent, changent de couleur du vert jaune ou jaune doré à gris orange et perdent de l'acidité et de l'acide ascorbique au cours du stockage à des températures égale à 30-35 °C.

Plusieurs extractions ont été effectuées sur l'écorce de racines et les feuilles de *Ziziphus mauritiana* pour la détermination de certaines caractéristiques biochimiques. Ces résultats montrent que le rendement maximal est obtenu avec le macérât éthanolique pour les écorces des racines (22.9 %) et le décocté aqueux pour les feuilles (10.15 %).

Le poids moyen des fruits varie entre 18,5 g jusqu'à 24 g, cette variabilité pourrait s'expliquer par les différences environnementales. Par contre le poids moyen des fruits de jujubier sauvage (*Z. lotus*) varie entre 0,464±0,107 g et 0,871±0,134 g.

On déduit que le poids de fruit de *Ziziphus mauritiana* est plus grand par rapport au celui de l'espèce *Ziziphus lotus*.

Les résultats obtenus par l'étude phytochimique montrent que les écorces des racines sont riches en saponosides, en flavonoïdes, en mucilage, en leucoanthocyanes et en coumarines. Cependant, les composés les plus abondants dans les feuilles sont : les oses, les holosides, les polyuronides, et les saponosides. Par contre la composition en métabolites secondaires de l'extrait aqueux de feuilles de l'espèce *Ziziphus lotus* est riche en tanins, en tanins condensés et en composés phénoliques.

Sur le plan anatomique, La section transversale des feuilles a révélé qu'elles se composent de l'épiderme du sous épiderme, d'un tissu vasculaire et d'un grand nombre de cellules parenchymateuses autour des faisceaux vasculaires.

Conclusion générale

Sur le plan biochimique et physicochimique et d'après l'analyse des travaux antérieurs réalisés, il ressort que les fruits de *Ziziphus mauritiana* sont riches en protéines, en vitamine C, en sucres solubles, en acides organique, et en quantité moins importante de lipides.

L'analyse de la composition en éléments minéraux de *Z. mauritiana* montre aussi que cette plante est riche en magnésium, en phosphore, en calcium et en fer.

Toutes ces propriétés confirment l'importance de cette espèce dans des plusieurs domaines tels que l'alimentation humaine car elle est riche en vitamine C, en composés organique et en éléments minéraux, ainsi que leur importance médicale pharmacologique et cosmétologique liée à sa richesse en métabolites secondaires.

En perspective, d'autres paramètres biologiques devraient être étudiés pour mieux comprendre le métabolisme de cette plante, à travers le dosage des métabolites primaires et secondaires des autres parties de cette plante (amandes, les racines, les fleurs), ainsi que l'étude de comportement de cette espèce au stress (Salin, hydrique, oxydant), et l'étude des facteurs climatiques qui affectent le rendement et la qualité de cette plante et son intégration dans le cadre économique du pays.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

-A-

Abdeddaim. M. (2016). Etude de la composition biochimique des fruits de cinq espèces végétales présentes dans la région des Aurès en vue de leur utilisation alimentaire ou pharmacologique. Thèse de doctorat. Université Ferhat Abbas Sétif 1 Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. 174p.

Amadou A. (2006). Etude d'une recette traditionnelle, des écorces de tronc de *Sclerocarya birrea Hosch* et d' *Uapaca togoensis Pax* utilisées dans le traitement du diabète. Thèse de pharmacie. Université de Bamako. Mali. 107p.

Arbonnier M., (2000) - Arbres, Arbustes et Lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. CIRAD, Centre de Coopération Internationale en Recherche agronomique pour le Développement. Montpellier, Paris, 541p.

Azam-Ali S; Bonkougou E; Bowe C; deKock C; Godara A; Williams JT, (2006). Fruits for the Future 2. Ber and other jujubes. Southampton, Royaume-Uni: Centre international pour les cultures sous-utilisées, 289 pp.

-B-

Balmford.A, Fisher.B, RE vert, (2010). Amener les services écosystémiques dans le monde réel: un cadre opérationnel pour évaluer les conséquences économiques de la perte de la nature sauvage.

Becker B. (1983), The contribution of wild plants to human nutrition in the Ferlo (Northern Senegal), Agroforest. Syst (1): 257–267.

Booth F.E.M., Wickens G.E. (1988), Non-timber uses of selected arid zone trees and shrubs in Africa, FAO Conserv. Guide 19, FAO, Rome, Italy.

Borgi W., Ghedira K., et Chouchane N. (2007(a)). Anti-inflammatory and analgesic activities of *Zizyphus lotus* root barks. Fitoterapia, 78: 16-19.

Burkill, HM. (1997). The useful plants of west tropical Africa, 2ème édition, volume 4, Edition the trusters of Royal Botanic Garden Kew, 96P.

Références bibliographiques

-C-

Centre mondial d'agroforesterie, (2002). Base de données Agroforestry., Nairobi, Kenya: ICRAF.

Chovatia R.S., Patel D.S., Patel G.V. (1993), Performance of ber (*Ziziphus mauritiana Lamk.*) cultivars under arid conditions, *Arid Zone* (32): 215–217.

Chovatia R.S., Patel D.S., Patel G.V., Patel A.T. (1991), Pruning studies in ber (*Ziziphus mauritiana Lamk.*) under dryland conditions, *Arid Zone* (30): 353–356.

-D-

Dahlia-mahieddine F. (2018). Analyse de la variabilité des fruits de quelques populations de jujubier sauvage (*Ziziphus lotus L. Desf.*) en Algérie. Thèse de doctorat en sciences. Université Ibn Khaldoun –Tiaret. 241p.

Danthu et al. (2002). Caractères physico-chimiques et organoleptiques comparés de jujubes sauvages et des fruits de la variété Gola introduite au Sénégal. École supérieure Polytechnique, Ucad, BP 5085, Dakar Fann, Sénégal. Vol 57 (3). p 173-182.

Depommier D. (1988). *Ziziphus mauritiana lam.*, Culture et utilisation en pays Kapsiki (Nord- Cameroun). *Revue Bois et forêts des tropiques* -218 : 57-62.

Diallo, D., Sanogo, R., Yasambou, H., Traoré, A., Coulibaly, K., & Maïga, A. (2004). Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana Lam.* (Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. *Comptes Rendus Chimie*, 7(10), 1073-1080.

Dupont, F ; Guignard, J. L., (2012). Botanique, Les Familles de Plantes. Elsevier. 136p

-E-

Eromosele I.C., Eromosele C.O., Kuzhuzha D.M. (1991), Evaluation of mineral elements and ascorbic acid contents in fruits of some wild plants, *Plant Food. Hum. Nutr.* (41): 151–154.

Références bibliographiques

-F-

FAO. Forêt N°34. 1982. Espèces fruitières forestières. . Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture .Rome (Italie). 205 p

Favier J.C, Ireland-Ripert J., Laussucq C., Feinberg M. (1993), Répertoire général des aliments. Tome 3. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique, Tec & Doc Lavoisier, Inra, Orstom, Paris, France.152p.

Fekih, N., 2009. Contribution a l'étude chimique de *zizyphus lotus L.* Mémoire de magister en chimie. Universitaire Abou Baker Belkaidde Tlemcen. Algérie. 57p

-G-

Geerling. C. (1982). Guide de terrain des ligneux sahéliens et soudano guineens. Section de Conservation et d'Aménagement de la nature. Université de Wagening, Pays-Bas.339p.

Ghalem. M. (2014). Effets antioxydants et anti-inflammatoires des extraits de *Zizyphus lotus* et *Anthyllis vulneraria*. Thèse de doctorat. UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID – TLEMCEN. 160p.

Gupta RK, (1993). Arbres polyvalents pour l'agroforesterie et l'utilisation des friches. India. 562 p.

-H-

Hamza K et Meziani A . (2015). Etude de l'activité biologique de l'extrait Aqueux des feuilles du *Zizyphus lotus L.* mémoire de mastère. Université des Frères Mentouri –Constantine. 98p.

-K-

Kerharo, J. Adams, G. (1974). La pharmacopée Sénégalaise traditionnelle Plantes médicinales et toxiques. Editions Vigot et frères. Paris. 1011p.

-L-

Références bibliographiques

Latiff, AM, (1991). *Ziziphus mauritiana Lamk*. Enregistrement à partir de Proseabase. Verheij, EWM; Coronel. RE (éditeurs). Fondation PROSEA (Plant Resources of South-East Asia). Bogor, Indonésie.

-M-

Mansour I.F.Z (2016). Détermination des principes nutritionnels et fonctionnels de la pulpe de fruit de jujubier étude de son potentiel antioxydants et anti-inflammatoire. Thèse de doctorat. Université de Sidi Bel Abbes. 164p.

Morton, JF, (1987). Jujube indien. Dans: Fruits des climats chauds: Florida Flair Books, Miami. pp: 272-275.

Munier, P. (1973). Le jujubier et sa culture Fruits. Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer (IFAC) 6, rue du Général Clergerie – 75116. PARIS. 28(5) :377-388.

-N-

Neuwinger, (1997). Ethnobotanique africaine: poisons et drogues: chimie, pharmacologie, toxicologie Par HD Neuwinger (St. Leon-Rot, Allemagne). Journal of natural products. 60(8) :864-865.

Neya A., (1988) - Propection de l'aire naturelle d'*Acacia raddiana Savi.*, *Bauhinia rufescens Lam. Et Ziziphus mauritiana Lam.* Au Burkina Faso; mémoire de fin d'étude IDR Univ. Ougadougou Burkina Faso. 62p.

-O-

Orwa, C .; Mutua, A .; Kindt, R .; Jamnadass, R .; Anthony, S., (2009). Base de données Agroforestree: une référence d'arbre et un guide de sélection version 4.0. Centre mondial d'agroforesterie, Kenya.

-P-

Pareek O.P. (2001). Ber (*Ziziphus mauritiana*) Fruits for the future. Southarnpton. 490p.

Références bibliographiques

-S-

Sawadogo S.Y. (2012). Etudes phytochimiques et activités biologiques des écorces des racines de *Zizyphus mauritiana Lam* (rhamnaceae) et des feuilles de *Zizyphus mucronata Willd* (rhamnaceae). Thèse de doctorat. Université de BAMAKO. Mali. 130p.

Sivasankari M.P. Sankaravadivoo.A. (2017). International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology. Leaf Anatomical Studies of *Zizyphus mauritiana Lam*. India. 4(8) : 73-79.

-T-

Toury J., Lunven P., Giorgi R. (1961), Aliments de cueillette et de complément au Sénégal et en zone sahélienne, Qual. Plant. Mater. Veg. 8 139–156.

-V

Vashishtha B.B. (1997), Zizyphus for drylands – a perennial crop solving perennial problems, Agroforest. Today 9 10–12.

Vyas HN, (1996). Complexe nuisible de *Zizyphus mauritiana Lamark*. Crop Research (Hisar), 11 (2): 216-218

Yansambou H. (2002). Etude des constituants des feuilles de *Zizyphus mauritiana Lam*. (Rhamnaceae) utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali, thèse de pharmacie, Bamako, 82p

Références électroniques

<http://www.jean-marc-gil-toutsurlabotanique.com/page/introduction-a-la-botanique/les-vegetaux/les-arbres-fruities/nomenclature-des-arbres-fruities/zizyphus-mauritiana-jujubier-de-maurice.html>

<https://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-78590-illustrations>

<http://www.worldagroforestrycentre.org/Sites/TreeDBS/AFT/AFT.htm>

<http://www.proseanet.org>

Annexes

Annexes

Annexe A

Quelques photos du matériel utilisé au cours de la réalisation de notre travail avant la propagation de la pandémie du Covid 19, qui nous a empêchés de concrétiser la démarche expérimentale, bien que nous avons récolté et séché le matériel végétal nécessaire pour l'étude.



Fruits séchés de *Ziziphus mauritiana*



Feuilles sèches de *Ziziphus mauritiana*



Montage de l'extraction par Soxhlet
(Labo virologie à l'agronomie)



La pulpe séché de *Ziziphus mauritiana*

Annexes

Annexe B

Caractères biochimiques :

Tableau XIII. : Teneurs des principaux constituants organiques de la partie comestible de trois lots de jujubes d'origine différente, récoltés au Sénégal (**Danthu et al, 2002**).

Lot étudié	Type de fruit	Eau (%)	protéine		Vitamine C (mg 100 g ⁻¹)		Sucres solubles (g Eq glucose. 100g ⁻¹)		Acides organiques (g Eq acide malique. 100g ⁻¹)		Lipides (g.100g ⁻¹)	
			mf	ms	mf	ms	mf	ms	mf	ms	mf	ms
Gola	Frais	84,5a	1,7d	10,7a	373b	2405a	2,1c	18,2c	0,5d	3,6d	nd	nd
	Séché	22,7 c	4,2c	5,4c	361b	467c	19,1a	23,8a	1,8c	2,2c	1,9a	2,4a
Bandia	Frais	68,5 b	3,7c	11,8a	405b	1285b	7,4c	20,6b	1,9c	5,4b	nd	nd
	Séché	20,3 c	10,0a	12,6a	651a	817c	18,5a	21,5b	5,5a	6,4a	1,3a	1,6a
Sindia	Frais	59,7 b	3,0c	7,4b	195c	484c	6,2d	14,5d	1,8c	4,3c	nd	nd
	Séché	20,4 c	6,9b	8,7b	400b	502c	18,2b	20,2b	3,8b	4,2c	2,0a	2,5a

nd : non déterminé ; mf : matière fraîche ; ms : matière sèche. a, b, c, d : dans chaque colonne, les moyennes suivies d'une lettre différente sont significativement différentes au seuil de P < 5 % (méthode de Newman et Keuls).

Annexes

Annexe C

Caractères biochimiques :

Tableau XIV: Composition nutritionnelle de la pulpe du fruit du *Ziziphus jujuba* (Mansour, 2016).

Paramètres	Pate de pulpe fruit du jujubier (PFJ) (pulpe avec peau) (% de MS)
Matière sèche (%)	81±0,21
Cendres (%)	6,1±0,16
Matière grasse (%)	0,28±0,03
Protéines (% équivalent sérum albumine)	2,88±0,32
Sucre totaux (%)	23,20±0,32
Acide ascorbique (%)	0,194±0,04
Taux d'humidité (%)	19

Annexes

Annexe D

Caractères biochimiques :

Composés organiques :

Tableau XV : Pourcentage en monosaccharides des différents extraits étudiés de feuilles de *Ziziphus mauritiana* (Diallo et al, 2004).

Monosaccharides	Extraits testés		
	Macéré	Digesté	Digesté avec solvant
Arabinose	9.29	5.29	6.36
Rhamnose	24.55	17.99	22.51
Xylose	4.76	3.89	4.14
Mannose	2.22	1.69	1.64
Galactose	8.88	12.32	12.5
Glucose	25.98	10.42	9.43
Acide galacturonique(GalA)	19.19	35.56	34.03
Acide glucuronique(GlcA)	4.3	12.83	9.36
Total	100	100	100

NB : chaque valeur représente la moyenne de six mesures faites chacune sur un échantillon distinct de fruits prélevés dans le lot de jujubes.

Annexes

Annexe E

Caractères biochimiques :

Tableau XVI : Teneurs en métabolites primaires exprimées en pourcentage de matière sèche chez *Ziziphus lotus* (Ghalem, 2014).

<i>Ziziphus lotus</i>	Racines	Pulpe
Protéines	3,18 %	2,10 %
Sucres	8,71 %	26,00 %
Fibres	47,9 %	28,00 %
Cendres	2,69 %	3,44 %
Matière grasse		
Lipides totaux	1,6 %	0,9 %
Acides gras insaturés (AGI)	46,17 %	60,95 %