



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي  
Université d'Echahid Hamma Lakhdar -El Oued-  
كلية علوم الطبيعة والحياة  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية  
Département de Biologie Cellulaire et Moléculaire



Numéro d'ordre :...

Numéro de série :...

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences  
Biologiques  
Spécialité : Toxicologie

### THEME

**Caractérisation et activités biologiques des  
extraits de *Ziziphus Spina-Christi* (L.)  
(Production produit cosmétique)**

Présentée par :

Mesmari Meriem , Harzeli Aicha et Baffi Nihel

Soutenu le: 22 / 06 / 2025

Devant le jury composé de:

<b>Président:</b>	M. GANIA Ahmmed	M.C.A Université d'El Oued
<b>Examineur:</b>	M. ELAIB Ibteham	M.C.A Université d'El Oued
<b>Promotrice:</b>	M <sup>me</sup> . YOUMBAI Asma	M.C.A.Université d'El Oued
<b>Co-Promotrice:</b>	M <sup>lle</sup> .YOUMBAI Souhir	Doctorante.Université d'El Oued

Année universitaire : 2024/2025

# Remerciement

*Avant tout, nous remercions Dieu de nous avoir accordé le succès et la guidance tout au long de la réalisation de ce travail. Sa miséricorde et ses bienfaits nous ont donné la force de surmonter les difficultés et de mener à bien ce projet académique. Nous implorons Sa bénédiction et Sa guidance dans tous nos projets futurs.*

*Lors de la préparation de cette mémoire, nous avons eu l'occasion de rencontrer et d'apprendre de nombreuses personnes dont le soutien a été inestimable.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à notre directrice de ce mémoire, la professeure **Youmbai Asma**, pour sa patience, ses conseils avisés et son soutien constant, qui ont joué un rôle crucial dans la réussite de ce travail.*

*Nous adressons également nos sincères remerciements au professeure **Youmbai Souhir** pour son rôle de directrice adjointe de ce travail et sa reconnaissance pour ses précieux efforts.*

*Nous tenons à remercier les membres du jury, en particulier le président, pour leur aimable acceptation et leur évaluation de ce travail, et pour nous avoir fait l'honneur de nous permettre d'examiner ce projet académique. Nous apprécions vivement les efforts des membres du comité de discussion pour leur intérêt et leurs commentaires constructifs, qui ont largement contribué au développement de cette recherche.*

*Nous adressons également nos sincères remerciements à tous les professeurs du département de biologie pour leur soutien et leur coopération constants. Nous remercions tout particulièrement l'ensemble du personnel de laboratoire de la Faculté des sciences naturelles et de la vie, et plus particulièrement Mme. **Mona Sharit**, pour ses précieux efforts et son dévouement.*

*Nous adressons également nos remerciements particuliers à **l'incubateur d'entreprises de l'Université d'El Oued** qui a été un véritable tremplin pour nos idées et a contribué efficacement à concrétiser nos visions grâce à ses précieux conseils et à son soutien. Un grand merci à tous ceux que nous n'avons pas pu mentionner.*

# Dédicace

*Je dédie cet ouvrage à Celui qui mérite toute gratitude : Dieu Tout-Puissant, par la grâce duquel les bonnes actions sont accomplies et dont chaque pas est facilité. Louanges à Lui, comme il sied à Sa Majesté et à Sa Grandeur.*

*À ma grand-mère, que Dieu prolonge sa vie et l'illumine de Sa lumière, à **Fatoum**, grâce à ses prières je suis ici aujourd'hui. Et à mes chers parents, ma mère **Noura** et mon père **Al-Arabi**, source de ma force et de ma persévérance, je vous remercie pour votre amour indéfectible, votre patience et vos innombrables sacrifices. Et à mon défunt oncle, **Saeed Amamra**, que Dieu lui fasse miséricorde et lui accorde une place dans Ses vastes jardins, pour son soutien tout au long de mon parcours universitaire.*

*À mes frères et sœurs, qui ont toujours été une source de soutien, m'entourant d'amour et de réconfort.*

*À mon estimée directrice de mémoire, la professeure **Asma Youmbai**, qui m'a honorée de ses connaissances et de ses conseils, et qui m'a soutenue avec sincérité. Que Dieu la récompense*

*À mes amis qui m'ont accompagnée et soutenue à chaque étape de ce travail et de mes expériences en laboratoire.*

*Et à ceux qui n'ont pas pu être à mes côtés, mais dont le soutien a toujours été présent dans mon cœur.*

*À vous tous, je présente mes sincères remerciements et ma gratitude.  
**Nihal et Aisha***

**M.Mariem**

# Dédicace

*Je remercie Dieu Tout-Puissant de m'avoir donné la force et la capacité de mener à bien cette recherche.*

*À ma chère mère et père, qui m'a planté un amour de la science et de la connaissance, **Naser ben Al Habib** et **Khadija Bint Mabrouk**,*

*À mes frères et sœurs, qui ont été mon soutien à chaque instant, chacun en son nom. à la femme de mon frère, qui m'a apporté son soutien et son amour. à tous les descendants de la famille **Nacer Harzeli**.*

*À mes chers amis, qui ont partagé avec moi le voyage de la science et de la connaissance, **Amira, Sumaya, Mariem, Nihal** et beaucoup d'entre eux. À tous mes proches qui me souhaitent bonne chance, surtout mes cousins.*

*À ma deuxième famille, qui m'a reçu et m'a donné un sentiment d'appartenance, mère Qaddouri et père Qaddouri. À l'éminent professeur, qui a allumé ma voie, je la remercie beaucoup, **Asma**.*

*À tous ceux qui m'ont appris et éclairé mon chemin par la connaissance et la connaissance, chacun dans son nom et sa position, je dédie cet humble acte, en espérant que Dieu l'acceptera de moi et la placera dans l'équilibre de nos bonnes actions.*

**H. Aicha**

# Dédicace

*« Celui qui a dit que je pouvais le faire... l'a fait. »*

*Le chemin n'a pas été court, et il n'aurait pas dû l'être... Le rêve était loin d'être proche, et la route n'était pas pavée de facilités...*

*Mais j'y suis parvenue.*

*Dieu soit loué, avec amour, gratitude et reconnaissance... Grâce à Lui, j'attends aujourd'hui avec impatience la réalisation d'un rêve tant attendu, devenu une réalité dont je suis fière.*

*À ceux qui ont été la lumière qui a illuminé les ténèbres du chemin...*

*À mes chers parents, le battement de cœur et le soutien de ma vie, vous êtes l'origine et la racine, et les prières constantes qui ont été mon arme face à tous les obstacles.*

*À mon cher mari, mon compagnon de route, mon soutien silencieux et ma motivation inébranlable.*

*À mes frères et à mes enfants, vous êtes le secret de ma force et de mon sourire, et une raison de plus de garder espoir.*

*À mes amis, qui ont été la brise dans les moments d'étouffement et la compagnie qui a adouci les difficultés du chemin.*

*À mon mentor, qui a cru en moi et m'a guidé par ses pensées et ses conseils, je vous remercie du fond du cœur. Et à sa généreuse assistante, qui n'a jamais manqué de m'offrir son aide et ses conseils.*

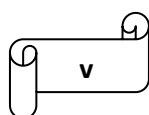
*À vous tous... je dédie cet accomplissement, car il vient de vous et pour vous.*

**B.Nihel**

## Résumé

Dans le cadre de cette étude, une analyse chimique et biologique a été réalisée sur les composés bioactifs extraits de la plante *Zizyphus spina-Christi*, dans le but d'évaluer son potentiel en tant que source naturelle pour le développement de produits cosmétiques à activité biologique. L'extraction des polysaccharides a donné un rendement de 2,33 %, avec des teneurs de 21 % en sucres totaux, 99 % en sucres neutres et 15 % en protéines. Ce même extrait a révélé une activité antioxydante modérée, déterminée par les tests DPPH ( $IC_{50} = 444,5 \mu\text{g/ml}$ ) et FRAP ( $EC_{50} = 64,39 \mu\text{g/ml}$ ), en comparaison avec l'acide ascorbique ( $IC_{50} = 873,03 \mu\text{g/ml}$  ;  $EC_{50} = 3,39 \mu\text{g/ml}$ ). En revanche, l'extrait polyphénolique a présenté un rendement plus élevé de 8 %, avec des concentrations significatives en flavonoïdes (13,15 mg EQ/g), tanins (45,83 mg EC/g) et polyphénols totaux (1,96 mg EAG/g). Cet extrait est distingué par une puissante activité antioxydante, avec une  $IC_{50}$  très faible de 2,516  $\mu\text{g/ml}$ , surpassant nettement celle de l'acide ascorbique (46,06  $\mu\text{g/ml}$ ), ce qui témoigne de son efficacité remarquable contre les radicaux libres. Par ailleurs, l'huile végétale extraite des fruits a affiché un rendement de 3,16 % et un pH avoisinant 5, la rendant adaptée aux applications dermatologiques. Ces extraits ont été exploités dans la formulation de crèmes hydratantes et de baumes à lèvres, démontrant une stabilité physique et une efficacité fonctionnelle notables grâce à la richesse de leurs constituants naturels. Ces résultats mettent ainsi en évidence le fort potentiel de *Zizyphus spina-Christi* en tant que ressource naturelle prometteuse dans les domaines cosmétique et parapharmaceutique.

**Mots-clés :** *Zizyphus spina-Christi*, activité biologique, polysaccharides, activité antioxydante, polyphénols, huile végétale.



## Abstract

In this study, an in-depth chemical and biological analysis was carried out on the bioactive compounds extracted from the plant *Zizyphus spina-Christi*, with the aim of exploring its potential as a natural ingredient for the development of cosmetics with biological activity. The extraction of polysaccharides yielded 2.33%, with respective contents of 21% total sugars, 99% neutral sugars, and 15% proteins. This same extract exhibited moderate antioxidant activity, determined by DPPH ( $IC_{50} = 444.5 \mu\text{g/ml}$ ) and FRAP ( $EC_{50} = 64.39 \mu\text{g/ml}$ ) assays, compared to ascorbic acid ( $IC_{50} = 873.03 \mu\text{g/ml}$ ;  $EC_{50} = 3.39 \mu\text{g/ml}$ ). In contrast, the polyphenolic extract showed a higher yield of 8%, with significant concentrations of flavonoids (13.15 mg QE/g), tannins (45.83 mg CE/g), and total polyphenols (1.96 mg GAE/g). This extract demonstrated strong antioxidant activity, with a very low  $IC_{50}$  of  $2.516 \mu\text{g/ml}$ , significantly surpassing that of ascorbic acid ( $46.06 \mu\text{g/ml}$ ), highlighting its remarkable effectiveness against free radicals. Furthermore, the vegetable oil extracted from the fruits had a yield of 3.16% and a PH close to 5, making it suitable for dermatological applications. These extracts were used in the formulation of moisturizing creams and lip balms, demonstrating notable physical stability and functional efficacy thanks to their rich natural components. These results thus highlight the strong potential of *Zizyphus spina-Christi* as a promising natural resource in the cosmetic and parapharmaceutical fields.

**Keywords:** *Zizyphus spina-Christi*, biological activity, polysaccharides, antioxidant activity, polyphenols, vegetable oil.

## المخلص :

في هذه الدراسة، أُجري تحليل كيميائي وبيولوجي معمق للمركبات النشطة بيولوجياً المستخلصة من نبات الزيزفون الشوكي، بهدف استكشاف إمكاناته كمكون طبيعي لتطوير مستحضرات تجميل ذات نشاط بيولوجي. بلغت نسبة استخلاص عديدات السكاريد 2.33%، حيث احتوت على 21% سكريات كلية، و99% سكريات محايدة، و15% بروتينات على التوالي. أظهر هذا المستخلص نفسه نشاطاً مضاداً للأكسدة معتدلاً، تم تحديده بواسطة اختباري DPPH ( $IC_{50} = 444.5$  ميكروغرام/مل) وFRAP ( $EC_{50} = 64.39$  ميكروغرام/مل)، مقارنةً بحمض الأسكوربيك ( $IC_{50} = 873.03$  ميكروغرام/مل).

$EC_{50} = 3.39$  ميكروغرام/مل). في المقابل، أظهر المستخلص متعدد الفينول عائداً أعلى بنسبة 8%، مع تركيزات كبيرة من الفلافونويدات (13.15 ملغ/QE/جم)، والعفص (45.83 ملغ/CE/جم)، والبوليفينول الكلي (1.96 ملغ/GAE/جم). أظهر هذا المستخلص نشاطاً مضاداً للأكسدة قوياً، مع  $IC_{50}$  منخفض جداً يبلغ 2.516 ميكروغرام/مل، متجاوزاً بشكل كبير حمض الأسكوربيك (46.06 ميكروغرام/مل)، مما يبرز فعاليته الملحوظة ضد الجذور الحرة. علاوة على ذلك، كان للزيت النباتي المستخرج من الثمار عائد بنسبة 3.16% ودرجة حموضة قريبة من 5، مما يجعله مناسباً للتطبيقات الجلدية. استُخدمت هذه المستخلصات في تركيبة الكريمات المرطبة وبلسم الشفاه، مما يدل على استقرار فيزيائي ملحوظ وفعالية وظيفية بفضل مكوناتها الطبيعية الغنية. وتسلط هذه النتائج الضوء على الإمكانيات القوية لشجرة الزيزفون كمورد طبيعي واعد في مجالات مستحضرات التجميل والأدوية.

**الكلمات المفتاحية:** *Zizyphus spina-Christi*، النشاط البيولوجي، السكريات المتعددة، النشاط المضاد للأكسدة، البوليفينول، الزيوت النباتية.

## Liste des Abréviations

<b>R</b>	Rendement
<b>MHDP</b>	Métabydroxydiphénylamine
<b>SAB</b>	Sérum albumine bovine
<b>DPPH</b>	2,2-diphenyle-1-picrylhydrazyle
<b>FRAP</b>	Ferrique reducing antioxydant power pourcentage d'inhibition
<b>RSA</b>	Radical
<b>SCA</b>	Venger Activity Abs absorbance
<b>TCA</b>	Acide trichloracétique
<b>FeCl<sub>3</sub></b>	Trichlorure du fer
<b>FC</b>	Folin Ciocalteu
<b>µg EAG/mg</b>	Microgramme d'équivalent d'acide gallique par un milligramme
<b>µg EQ/mg</b>	Microgramme d'équivalent de quercitrine par milligramme
<b>µg ECT/mg</b>	Microgramme d'équivalent Catéchine par milligramme
<b>ZSC</b>	Ziziphus Spina Christi
<b>PS</b>	Poids
<b>TFC</b>	Total flavonoïdes content
<b>TPC</b>	Total phenol content Teneur Tannins content
<b>ABTS</b>	2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid
<b>COX</b>	Cyclooxygénase
<b>COX-2</b>	Cyclooxygénase-2
<b>EROs</b>	Espèces réactives de l'oxygène
<b>GC</b>	Chromatographie en phase gazeuse
<b>GC-MS</b>	Chromatographie en phase gazeuse - Spectrométrie de masse
<b>GFC</b>	Chromatographie en gel-filtration
<b>HPLC</b>	Chromatographie Liquide Haute Performance
<b>HPLC-DAD</b>	Chromatographie liquide à haute performance couplée à un détecteur à réseau de diodes
<b>LC-MS/MS</b>	Chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem
<b>LPS</b>	Lipopolysaccharides
<b>MDA</b>	Malondialdéhyde
<b>MS</b>	Spectrométrie de masse



## Liste des tableaux

### Première Partie: Synthèse Bibliographique

<b>Tableau 01.</b>	Évolution taxonomique et synonymie de <i>Ziziphus spina-christi</i>	Page 05
<b>Tableau 02.</b>	Caractéristiques morphologiques diagnostiques de <i>Ziziphus spina-christi</i>	Page 05
<b>Tableau 03.</b>	Structure anatomique de la feuille (coupe transversale)	Page 07
<b>Tableau 04.</b>	Principaux composés bioactifs de <i>Ziziphus spina-christi</i> , localisation et effets biologiques	Page 14

### Deuxième Partie : Etude expérimentale

<b>Tableau 01.</b>	Types de crèmes selon le pourcentage d'huile	Page 58
<b>Tableau 02.</b>	Rendement d'extraction et teneurs en oses totaux, oses neutres, et protéines dans les extraits bruts des polysaccharides hydrosolubles	Page 61
<b>Tableau 03.</b>	Résultats IC <sub>50</sub> et CE <sub>50</sub> pour l'acide ascorbique et pour Polysaccharide DPPH et FRAP	Page 62
<b>Tableau 04.</b>	Aspect et couleur de l'aspect et couleur de l'extrait des <i>Zizyphus Spina Christi</i>	Page 65
<b>Tableau 05.</b>	Résultats des tests préliminaires de quelques métabolites secondaires de l'extrait du <i>Zizyphus Spina Christi</i>	Page 65
<b>Tableau 06.</b>	Teneur des Composés phénoliques	Page 66
<b>Tableau 07.</b>	Résultats IC <sub>50</sub> pour l'acide ascorbique et pour Polyphénol DPPH	Page 67
<b>Tableau 08.</b>	Caractéristiques physiques et sensorielles des formulations cosmétiques à base d'extraits de ZSC	Page 72

## Liste des figures

<b>Première partie : Synthèse bibliographique</b>		
<b>Figure 01.</b>	<i>'Ziziphus spina-christi -Arb. sidr. ' Illustration by Sue Wickison for Plants of the Qu'ran by S.A. Ghazanfar, Kew Publishing.</i>	Page 08
<b>Deuxième Partie : Etude expérimentale</b>		
<b>Figure 01.</b>	Présentation de la région de prélèvement des fruits de Zizyphus Spina Christi (Google Map ,2025).	Page 42
<b>Figure 02.</b>	Les fruites de Zizyphus	Page 42
<b>Figure 03.</b>	Différentes étapes expérimentales	Page 43
<b>Figure 04.</b>	Schéma générale des différentes étapes d'extraction des polysaccharides.	Page 44
<b>Figure 05.</b>	Polyphénol brut	Page 50
<b>Figure 06.</b>	Protocole d'extraction de l'huile de Zizyphus Spina Christi	Page 54
<b>Figure 07.</b>	Matériel utilisé pour l'extraction de l'huile végétale	Page 55
<b>Figure 08.</b>	Les matières premières polyphénols est de l'huiles extraite de la plante Ziziphus Spina-Christi	Page 56
<b>Figure 09.</b>	Le rendement de polysaccharide	Page 60
<b>Figure 10.</b>	Activité anti radicalaire de l'extrait polysaccharidique vis-à-vis le radical DPPH	Page 62
<b>Figure 11.</b>	Activité anti radicalaire de l'extrait polysaccharidique vis-à-vis le radical FRAB	Page 62
<b>Figure 12.</b>	Le rendement de polyphénol	Page 64
<b>Figure 13.</b>	Droite d'étalonnage de l'acide gallique	Page 66
<b>Figure 14.</b>	Droite d'étalonnage de la quercétine	Page 67
<b>Figure 15.</b>	Droite d'étalonnage de la catéchine	Page 67
<b>Figure 16.</b>	Activité anti radicalaire de l'extrait polyphénol vis-à-vis le radical DPPH	Page 68
<b>Figure 17.</b>	Huile de <i>Zizyphus Spina Christi</i>	Page 69
<b>Figure 18.</b>	Résultat de mesure de Ph	Page 70
<b>Figure 19.</b>	Crème hydratante à l'huile de sidr, aux polyphénols et au baume à lèvres	Page 72

## Table des matières

<b>Remerciement</b>	Page i
<b>Dedicace</b>	Page ii
<b>Résumé</b>	Page v
<b>Liste des Abréviations</b>	Page vii
<b>Liste des tableaux</b>	Page ix
<b>Liste des figures</b>	Page x
<b>Table des matières</b>	Page xi
<b>Introduction Générale</b>	Page 1
<b>Première Partie: Synthèse Bibliographique</b>	
<b>Introduction</b>	Page 03
<b>Partie I : Aperçu général de Ziziphus spina-christi (Rhamnaceae)</b>	Page 04
<b>I.1. Classification botanique</b>	Page 04
<b>I.1.1. Famille: Rhamnaceae</b>	Page 04
<b>I.1.2. Genre et espèce : Ziziphus spina-christi</b>	Page 04
<b>I.1.3. Synonymes botaniques éventuels</b>	Page 05
<b>I.1.4. Clés d'identification taxonomique</b>	Page 05
<b>I.2. Description morphologique</b>	Page 06
<b>I.2.1. Morphologie générale</b>	Page 06
<b>I.2.2. Anatomie interne : coupe histologique (feuille, écorce, graine)</b>	Page 07
<b>I.3. Habitat et répartition géographique</b>	Page 08
<b>I.3.1. Aires géographiques naturelles (Afrique du Nord, Moyen-Orient...)</b>	Page 08
<b>I.3.2. Conditions écologiques de croissance (sol, climat, altitude)</b>	Page 09
<b>I.4. Usages traditionnels et médicinaux</b>	Page 10
<b>I.4.1. Médecine traditionnelle (ethnobotanique)</b>	Page 10
<b>I.4.2. Utilisation en pharmacopée locale</b>	Page 10
<b>I.4.3. Parties de la plante utilisées : feuilles, écorce, fruits, racines</b>	Page 11
<b>I.5. Constituants phytochimiques généraux</b>	Page 12
<b>I.5.1. Résumé des principales classes chimiques identifiées</b>	Page 12
<b>I.5.2. Métabolites primaires et secondaires</b>	Page 13
<b>I.6. Activités biologiques rapportées</b>	Page 15
<b>I.6.1. Activités biologiques</b>	Page 15
<b>Partie II : Étude des polysaccharides présents dans Ziziphus spina-christi</b>	Page 18
<b>II.1. Nature des polysaccharides</b>	Page 18
<b>II.1.1. Types de polysaccharides</b>	Page 18

II.1.2. Origine des extraits	Page 19
II.2. Méthodes d'extraction et de purification	Page 20
II.2.1. Méthodes aqueuses, à chaud, enzymatiques ou alcalines	Page 20
II.2.2. Techniques de précipitation (ex : éthanol), dialyse, lyophilisation	Page 22
II.3. Caractérisation physico-chimique	Page 23
II.3.1. Masse moléculaire, viscosité, spectroscopie FTIR, RMN, chromatographie	Page 23
II.3.2. Analyse structurale des monomères (HPLC, GC-MS)	Page 25
II.4. Propriétés biologiques des polysaccharides	Page 26
II.4.1. Activité immunomodulatrice	Page 26
II.4.2. Propriétés antioxydantes	Page 27
II.4.3. Effets prébiotiques ou anti-inflammatoires	Page 28
II.4.4. Références à des études in vitro/in vivo	Page 28
II.5. Applications pharmaceutiques et thérapeutiques	Page 29
II.5.1. Utilisation potentielle comme excipients, gélifiants ou agents bioactifs	Page 29
<b>Partie III : Étude des polyphénols présents dans Ziziphus spina-christi</b>	Page 31
III.1. Introduction aux composés phénoliques	Page 31
III.1.1. Définition et classification des polyphénols	Page 31
III.1.2. Importance biologique des polyphénols végétaux	Page 32
III.2. Méthodes d'extraction et d'identification	Page 33
III.2.1. Méthodes d'analyse : HPLC-DAD, LC-MS/MS, UV-vis	Page 33
III.3. Profil polyphénolique de la plante	Page 35
III.3.1. Flavonoïdes (rutoside, quercétine, kaempférol...)	Page 35
III.3.2. Tanins (condensés, hydrolysables)	Page 36
III.3.3. Autres composés phénoliques	Page 36
III.4. Activités biologiques des polyphénols extraits	Page 37
III.5. Corrélations structure-activité	Page 37
III.5.1. Influence des groupes hydroxyles et du squelette phénolique sur l'activité	Page 37
III.5.2. Comparaison avec d'autres espèces du genre Ziziphus	Page 38
III.6. Applications biomédicales et cosmétiques potentielles	Page 39
III.6.1. Intégration dans les formulations naturelles	Page 39
<b>Deuxième Partie : Etude expérimentale</b>	
<b>Chapitre 1 : Matériels et Méthodes</b>	
I. Choix de la plante	Page 41
II. Matériel d'étude	Page 42

<b>III. Méthodologie de travail</b>	Page 43
<b>III.1. Etude des polysaccharides</b>	Page 43
<b>III.1.1. Extraction des polysaccharides hydrosolubles des Zizyphus spina-Christi.</b>	Page 43
<b>III.1.2. Calcul de rendement massique</b>	Page 44
<b>III.2. Etude de polyphenol</b>	Page 50
<b>III.2.1. Extraction des polyphénols</b>	Page 50
<b>III.2.2. Analyse de l'extrait aqueux de fruit de Zizyphus Spina Christi</b>	Page 50
<b>III.2.3. Activité antioxydant</b>	Page 52
<b>III.3. Etude des huiles de Zizyphus Spina Christi</b>	Page 54
<b>III.3.1. Extraction d'huile</b>	Page 54
<b>III.3.2. Détermination des paramètres physico-chimiques</b>	Page 55
<b>III.4. Fabrication de produits cosmétiques : crèmes hydratantes des deux types et baumes à lèvres.</b>	Page 56
<b>III.4.1 Matériels et méthodes</b>	Page 56
<b>III.4.2. Matières végétales</b>	Page 56
<b>III.4.3. Méthodes</b>	Page 58
<b>Chapitre 2 : Résultats Et Discussion</b>	
<b>I. Étude de polysaccharide</b>	Page 60
<b>I.1. Rendement massique</b>	Page 60
<b>I.2. Composition de l'extrait brut de polysaccharides hydrosolubles</b>	Page 60
<b>I.2.1. Dosages Totaux</b>	Page 60
<b>I.2.2. Dosages Neutres</b>	Page 60
<b>I.2.3. Dosages Protéines</b>	Page 61
<b>I.3. Activités biologiques des extraits bruts polysaccharidiques</b>	Page 61
<b>II. Etude de l'extrait polyphénolique</b>	Page 64
<b>II.1. Rendement massique</b>	Page 64
<b>II.2. Analyse d'extrait des fruits du Zizyphus Spina Christi</b>	Page 65
<b>II.2.1. Analyse qualitative de l'extrait Méthanoïque des Zizyphus Spina Christi</b>	Page 65
<b>II.2.2. Analyse quantitative de l'extrait des fruits du Zizyphus Spina Christi</b>	Page 65
<b>II.3. Activités biologiques</b>	Page 67
<b>II.3.1. Activités antioxydants</b>	Page 67
<b>III. Etude des huiles de Zizyphus Spina Christi</b>	Page 69
<b>III.1. Extraction de l'huile végétale</b>	Page 69
<b>III.2. Rendement d'huile Zizyphus Spina Christi</b>	Page 69
<b>III.3. Analyses physico-chimiques</b>	Page 70

<b>III.3.1. Propriétés chimiques</b>	Page 70
<b>IV. Etude des crèmes hydratantes des deux types et baumes à lèvres</b>	Page 72
<b>Conclusion Général</b>	Page 73
<b>Références Bibliographiques</b>	Page 75

# *Introduction Générale*

## *Introduction générale*

---

Les plantes médicinales constituent une source riche en composés bioactifs qui ont suscité un intérêt considérable à travers l'histoire ,et continuent de représenter un axe essentiel de la recherche scientifique moderne .Depuis des milliers d'années ,les civilisations humaines ont eu recours aux ressources végétales pour traiter les maladies et renforcer la santé ,jetant ainsi les bases des connaissances traditionnelles en matière de médecine populaire (*Walpersdorf et al., 2015*). Face aux défis sanitaires croissants ,notamment l'émergence de la résistance microbienne aux médicaments conventionnels et la prévalence croissante des maladies chroniques, la recherche de nouvelles molécules thérapeutiques naturelles et efficaces est devenue d'une importance capitale (*Bano et al., 2021*).

Le jujubier *Ziziphus spina-christi* est une plante médicinale traditionnelle importante répandue dans les régions arides et semi-arides. Ses fruits, riches en éléments vitaux ,lui ont valu un intérêt considérable dans les domaines pharmaceutique et cosmétique . Le jujubier appartient au genre *Ziziphus*, de la famille des Rhamnaceae . C'est un arbuste ou un petit arbre épineux qui s'adapte remarquablement aux conditions environnementales rigoureuses des zones arides et semi-arides du Moyen-Orient , d'Afrique du Nord et de la région du Sahel .Traditionnellement ,diverses parties de cette plante ont été utilisées en médecine populaire pour traiter un large éventail d'affections ,y compris les inflammations, les troubles digestifs, les infections et les maladies de la peau (*Mothana et al., 2012*). Cette utilisation étendue est attribuée à la grande diversité des composés phytochimiques qu'il contient, tels que les saponines , les flavonoïdes ,les alcaloïdes ,les tanins et les triterpènes (*Al-Reza et al., 2020*). Ces composés possèdent des propriétés biologiques prometteuses ,telles que l'activité antioxydante (*Villaño et al., 2007 ; Wang et al., 2016 ; Tungmunthum ,2020*), ainsi que des activités anti-inflammatoires et antimicrobiennes ,ce qui en fait un sujet d'intérêt croissant dans la recherche pharmacologique moderne.

Le jujubier contient un ensemble de composés actifs ,parmi les plus importants figurent les polysaccharides ,généralement extraits à l'aide d'eau chaude ou de solvants aqueux. Ces composés sont connus pour leurs propriétés immunomodulatrices , antioxydantes ,et leur rôle dans le soutien de la santé digestive ,ce qui les rend aptes à être incorporés dans la fabrication de compléments alimentaires (*WANG X. et al., 2013 ; WARRAND.et al., 2004*). Il contient également des proportions élevées de polyphénols, des composés végétaux puissants extraits à l'aide de solvants tels que

## *Introduction générale*

---

l'éthanol ou le méthanol ,qui montrent une grande efficacité comme anti-inflammatoires et antioxydants ,les rendant idéaux pour une utilisation dans les produits de soin de la peau ,en particulier ceux anti-âge .De plus ,l'huile de jujubier est extraite des graines des fruits par pressage à froid ou par extraction par solvant .Elle est riche en vitamine E et en acides gras essentiels comme les oméga-6 et 9 ,ce qui lui confère une capacité supérieure à hydrater et à régénérer les cellules de la peau.

La présente étude vise à mettre en lumière l'importance latente de la plante *Ziziphus spina-christi* en tant que source potentielle de molécules bioactives, et se propose d'atteindre trois axes principaux. Premièrement, l'extraction et la caractérisation des polysaccharides et des polyphénols du jujubier pour évaluer leurs propriétés biologiques. Deuxièmement, l'extraction et l'analyse chimique de l'huile des graines de jujubier. Troisièmement, l'utilisation de ces extraits et huiles dans des applications pratiques consistant en la fabrication de crèmes et de baumes à lèvres.

Ce mémoire est structuré en deux grandes parties : une partie bibliographique et une partie expérimentale. La partie bibliographique comporte deux sections. La première, intitulée Généralités sur *Ziziphus spina-christi* (Rhamnaceae), comprend six chapitres abordant successivement la classification botanique, la description morphologique, l'habitat et la répartition géographique de la plante, ses usages traditionnels et médicinaux, ses constituants phytochimiques généraux ainsi que les activités biologiques rapportées dans la littérature. La deuxième section est consacrée à l'étude des méthodes d'extraction des polysaccharides et des polyphénols présents dans les fruits de la plante. La partie expérimentale, quant à elle, est divisée en deux chapitres : le premier décrit le matériel utilisé ainsi que les protocoles d'extraction des polysaccharides, des polyphénols et de l'huile végétale, en plus des étapes de formulation de produits cosmétiques (deux types de crèmes hydratantes et des baumes à lèvres) ; le second regroupe l'ensemble des résultats obtenus, accompagnés d'une discussion scientifique

Enfin, nous avons terminés notre travail par une conclusion qu'est un ensemble de réflexions achevé ce travail. Le formulaire BMC dans les extensions car cette note est répertoriée sous la résolution 1275 petite entreprise.

## ***Première partie***

### Synthèse bibliographique

**Introduction**

*Ziziphus spina-christi*, communément appelé jujubier ou "sidr", est un arbuste ou petit arbre épineux appartenant à la famille des Rhamnaceae, largement répandu dans les régions arides et semi-arides du Moyen-Orient, d'Afrique du Nord et du Sahel. Traditionnellement, cette plante est utilisée en médecine populaire pour traiter diverses affections telles que les infections, les inflammations, les troubles digestifs et les maladies de la peau (*Mothana et al., 2012*). Son intérêt pharmacologique croissant repose sur une richesse phytochimique comprenant des saponines, flavonoïdes, alcaloïdes, tanins, et triterpènes (*Al-Reza et al., 2020*).

Avec l'émergence des résistances microbiennes et l'augmentation des maladies chroniques, l'étude des plantes médicinales comme *Z. spina-christi* devient essentielle pour le développement de nouvelles molécules thérapeutiques naturelles (*Bano et al., 2021*).

Le genre *Ziziphus*, appartenant à la famille des Rhamnaceae, comprend plusieurs espèces végétales largement répandues dans les régions chaudes et arides d'Afrique du Nord, d'Asie et du Moyen-Orient. Parmi celles-ci, *Ziziphus spina-christi* se distingue par sa richesse en composés bioactifs tels que les polysaccharides, les polyphénols, les flavonoïdes et les tanins. Ces composés confèrent à la plante des propriétés thérapeutiques variées, notamment antioxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires, et anticancéreuses, ce qui explique son usage traditionnel ancien dans les médecines arabes et asiatiques (*Mahmoud et al., 2020 ; Rahman et al., 2021*).

---

## Partie I : Aperçu général de *Ziziphus spina-christi* (Rhamnaceae)

### I.1. Classification botanique

#### I.1.1. Famille : Rhamnaceae

La famille des **Rhamnaceae**, communément appelée « famille du nerprun », regroupe environ **900 espèces réparties en 50 genres**. Ce sont majoritairement des arbres, arbustes et lianes, souvent présents dans les zones tropicales et subtropicales. Cette famille se distingue par ses feuilles simples, alternes, souvent munies de stipules, et ses fruits typiques de type drupe ou capsule (*Richardson et al., 2000*). Plusieurs espèces sont reconnues pour leur valeur médicinale, écologique et ornementale.

#### I.1.2. Genre et espèce : *Ziziphus spina-christi*

Le genre *Ziziphus* comprend entre 100 et 170 espèces réparties principalement en Asie, en Afrique et en Méditerranée. Le nom de l'espèce *spina-christi* fait référence à la légende chrétienne selon laquelle cette plante aurait fourni les rameaux utilisés pour tresser la couronne d'épines du Christ (*Orwa et al., 2009*).

#### Classification botanique

- Règne: Plantae
- Division: Magnoliophyta
- Classe: Magnoliopsida
- Ordre: Rosales
- Famille: Rhamnaceae
- Genre: *Ziziphus*
- Espèce : *Ziziphus spina-christi* (L.) Desf.
- **Auteur** : La première description scientifique de l'espèce a été faite par Carl Linnaeus sous le nom *Rhamnus spina-christi*, puis reclassée dans le genre *Ziziphus* par René Louiche Desfontaines en 1798.

- **Type biologique** : Phanérophyte xérophile (arbre ou grand arbuste)
- **Durée de vie** : Pérenne

### I.1.3. Synonymes botaniques éventuels

Dans la littérature taxonomique et phytothérapeutique, l'espèce peut être rencontrée sous différents synonymes, en raison des nombreuses révisions botaniques effectuées au fil des siècles :

**Tableau 01.** Évolution taxonomique et synonymie de *Ziziphus spina-christi*

Synonyme botanique	Auteur	Statut actuel
<i>Rhamnus spina-christi</i>	L.	Synonyme obsolète
<i>Ziziphus abyssinica</i>	Hochst. ex A.Rich.	Souvent confondue
<i>Ziziphus lotus var. spina-christi</i>	(L.) DC.	Classification désuète

Ces synonymes sont importants à reconnaître dans les bases de données botaniques (IPNI, Tropicos, The Plant List) afin d'éviter les confusions taxonomiques lors des revues de littérature.

### I.1.4. Clés d'identification taxonomique

Les caractères taxonomiques de *Ziziphus spina-christi* sont bien définis et permettent une identification fiable sur le terrain. Les critères diagnostiques sont les suivants :

**Tableau 02.** Caractéristiques morphologiques diagnostiques de *Ziziphus spina-christi*

Caractère	Description diagnostique
<b>Habitus</b>	Arbre ou arbuste à rameaux flexueux, épineux
<b>Feuilles</b>	Simple, alternes, elliptiques, marge entière, nervation en 3
<b>Épines</b>	Deux types à chaque nœud : une droite et une recourbée
<b>Fleurs</b>	Petites, jaune verdâtre, en cymes axillaires
<b>Fruits</b>	Drupes sphériques, jaunes à maturité, goût sucré
<b>Écorce</b>	Grisâtre à brun foncé, fissurée longitudinalement

Clé dichotomique simplifiée :

1. Feuilles simples, alternes → 2
2. Présence d'épines doubles à chaque nœud → *Ziziphus spina-christi*

Ces clés sont utilisées dans les flores régionales (ex. : Flore d'Afrique du Nord, Flora of Egypt) et sont confirmées par l'analyse moléculaire récente basée sur les marqueurs ITS et matK (*Shahina et al., 2021*).

## I.2. Description morphologique

### I.2.1. Morphologie générale : racines, tige, feuilles, fleurs, fruits,

**Racines :** *Ziziphus spina-christi* possède un système racinaire pivotant, bien développé, capable de s'enfoncer profondément dans le sol. Cette adaptation permet à la plante de résister aux conditions arides en accédant aux nappes phréatiques profondes (*Hegazy et al., 2008*). Les racines secondaires contribuent également à l'ancrage et à la colonisation du sol.

**Tige :** La tige est ligneuse, ramifiée, avec une écorce gris brunâtre à brun foncé, souvent fissurée longitudinalement. Les jeunes rameaux sont flexibles, munis d'épines disposées par paires à la base des feuilles : une épine droite et l'autre recourbée (*Orwa et al., 2009*). Cette caractéristique est typique du genre *Ziziphus*.

**Feuilles :** Les feuilles sont **simples**, alternes, **elliptiques à ovales**, à marge entière, avec une nervation caractéristique en **trois nervures principales** partant de la base. Le limbe est coriace, vert foncé sur la face supérieure et plus pâle sur la face inférieure. Les stipules sont modifiées en épines (*Shahina et al., 2021*).

**Fleurs :** Les fleurs, hermaphrodites et actinomorphes, sont de **petite taille (3–5 mm de diamètre)**, regroupées en **cymes axillaires**. Chaque fleur comprend 5 pétales, 5 sépales, 5 étamines et un ovaire infère. La pollinisation est **entomophile**, attirant surtout les abeilles (*Ahmed et al., 2014*).

**Fruits :** Le fruit est une **drupe globuleuse à ovoïde**, jaune à maturité, comestible, avec un mésocarpe sucré et un noyau dur contenant une à deux graines. Le fruit est utilisé en médecine traditionnelle et a un intérêt nutritionnel élevé (*Kassab et al., 2012*).

### I.2.2. Anatomie interne : coupe histologique (feuille, écorce, graine)

**Feuille :** Une coupe transversale de la feuille révèle une structure dorsiventral typique, caractérisée par une différenciation nette entre le parenchyme palissadique du côté supérieur et le parenchyme lacuneux du côté inférieur. Cette disposition optimise la capture de la lumière tout en limitant les pertes hydriques. L'épiderme supérieur, recouvert d'une cuticule épaisse, joue un rôle protecteur contre l'évapotranspiration. Le parenchyme palissadique, riche en chloroplastes, assure la photosynthèse, tandis que le parenchyme lacuneux favorise les échanges gazeux grâce à ses nombreuses lacunes. L'épiderme inférieur, plus riche en stomates de type anomocytique, régule les échanges gazeux selon les conditions environnementales. Cette structure favorise l'adaptation à la sécheresse par réduction de la transpiration et accumulation des réserves (*El-Keblawy et al., 2017*).

**Tableau 03.** Structure anatomique de la feuille (coupe transversale)

Tissu	Caractéristiques histologiques
<b>Épiderme supérieur</b>	Une seule assise cellulaire, cuticule épaisse
<b>Parenchyme palissadique</b>	1 à 2 couches de cellules chlorophylliennes allongées
<b>Parenchyme lacuneux</b>	Cellules arrondies, nombreuses lacunes
<b>Épiderme inférieur</b>	Présence de stomates (anomocytique), plus nombreux que sur le dessus

**Écorce :** L'écorce présente un **épiderme péridermique** avec une assise subéreuse, suivi de parenchyme cortical contenant des cellules mucilagineuses. Les **fibres scléreuses** assurent une rigidité mécanique. Des **canaux sécréteurs** contenant des tanins sont visibles, contribuant aux propriétés médicinales (*El-Kamali, 2000*).

**Graine :** La graine est entourée d'un **tégument lignifié**. L'endosperme est peu développé, tandis que les cotylédons sont riches en réserves lipidiques et protéiques. On observe une **testa épaisse**, rôle protecteur contre la dessiccation et les prédateurs (*Yousif et al., 2016*).



**Figure 01.** '*Ziziphus spina-christi* -Arb. sidr. Illustration de Sue Wickison pour *Plants of the Qu'ran* de S.A. Ghazanfar, Kew Publishing.

### I.3. Habitat et répartition géographique

#### I.3.1. Aires géographiques naturelles (Afrique du Nord, Moyen-Orient...)

*Ziziphus spina-christi*, également connu sous le nom de jujubier épineux, est une plante indigène des régions arides et semi-arides, principalement présente dans les zones tropicales et subtropicales du Moyen-Orient, de l'Afrique du Nord, de l'Asie du

Sud-Ouest et de certaines parties de l'Inde (*Tchoundjeu et al, 2017*). Sa répartition géographique s'étend de l'Arabie Saoudite et du Soudan à l'ouest jusqu'à l'Inde et le Pakistan à l'est, en passant par des pays comme l'Égypte, l'Algérie, et la Tunisie (*Toumi et al, 2014*).

En Afrique du Nord, l'espèce est couramment trouvée dans les zones côtières et les régions semi-désertiques, tandis qu'au Moyen-Orient, elle colonise les plaines et les vallées fluviales. Son aire de répartition couvre également des régions d'altitudes modérées, en particulier dans les zones montagneuses des régions du Levant (Syria et Jordanie) (*Salih et al , 2019*).

### **Carte de répartition géographique**

Une carte détaillant les zones naturelles de répartition peut être ajoutée, mettant en évidence les principaux pays et régions où *Ziziphus spina-christi* est trouvé.

### **I.3.2. Conditions écologiques de croissance (sol, climat, altitude)**

La plante est adaptée aux conditions arides, et sa croissance est fortement influencée par les caractéristiques écologiques de son habitat. Elle pousse généralement dans des sols bien drainés, souvent sablonneux ou calcaires, et tolère des conditions de sécheresse sévère grâce à son système racinaire profond (*Orwa et al., 2009*).

#### **Climat**

Le *Ziziphus spina-christi* préfère un climat chaud et sec, caractérisé par des précipitations faibles, ne dépassant généralement pas 500 mm par an (*Ahmed et al, 2014*). Il est résistant à des températures élevées pouvant atteindre 45°C pendant l'été et peut supporter des gelées légères en hiver. Cependant, cette espèce est mieux adaptée aux climats où les hivers sont doux et les températures estivales sont élevées, ce qui favorise une croissance vigoureuse.

#### **Altitude**

La plante est capable de s'épanouir à des altitudes comprises entre 0 et 1500 mètres au-dessus du niveau de la mer, bien que la plaine côtière et les vallées fluviales en dessous de 1000 m soient ses habitats les plus propices (*Orwa et al, 2009 ; Khouja et al., 2016*). Dans les zones montagneuses, elle colonise des pentes sèches et bien exposées au soleil.

---

## Sol

La tolérance de *Ziziphus spina-christi* aux sols salins et alcalins est particulièrement remarquable. Il peut croître sur des sols salins, des sols sableux ou même des sols calcaires (Khouja et al, 2016). Cela en fait une plante idéale pour les projets de récupération des terres dégradées dans des régions où d'autres cultures seraient difficiles à cultiver.

### I.4. Usages traditionnels et médicinaux

#### I.4.1. Médecine traditionnelle (ethnobotanique)

Dans de nombreuses régions où *Ziziphus spina-christi* est cultivé ou pousse naturellement, cette plante est utilisée dans la médecine traditionnelle pour traiter une variété de maux. L'ethnobotanique a révélé que cette espèce joue un rôle important dans les systèmes de santé locaux dans les zones arides et semi-arides du Moyen-Orient, de l'Afrique du Nord, et de l'Asie (Gutiérrez et al., 2015). Les feuilles, les fruits, l'écorce et même les racines sont utilisés dans la préparation de remèdes pour divers troubles de santé. Par exemple, les fruits de *Ziziphus spina-christi* sont souvent consommés pour leurs propriétés tonifiantes, digestives et antidiarrhéiques (Khalil et al., 2018). De plus, les décoctions et les teintures de feuilles et d'écorce sont traditionnellement utilisées pour soulager des affections telles que les troubles respiratoires, les infections cutanées, et les douleurs abdominales (Kamal et al., 2017).

Les racines et l'écorce de l'arbre sont également utilisées pour leurs effets antimicrobiens et anti-inflammatoires dans la médecine traditionnelle (Rajendran et al., 2016). Ces pratiques sont souvent transmises de génération en génération, et une étude ethnobotanique a montré que *Ziziphus spina-christi* est utilisé par les communautés rurales pour améliorer la vitalité et la longévité (Mahmoud et al., 2019).

#### I.4.2. Utilisation en pharmacopée locale

*Ziziphus spina-christi* est largement utilisé dans la pharmacopée locale, non seulement en raison de ses propriétés médicinales, mais aussi de ses **effets thérapeutiques** documentés par diverses recherches modernes. Des études pharmacologiques ont mis en évidence l'**activité antioxydante, antidiabétique, analgésique, antibactérienne et anti-inflammatoire** des extraits de cette plante (Amin et al., 2020). Les extraits de fruits et d'écorce sont utilisés dans de nombreuses régions

pour traiter des maladies telles que le **diabète**, les **maladies cardiaques** et les **troubles gastro-intestinaux** (Ali et al., 2015). De plus, l'écorce et les feuilles sont employées dans le cadre de la gestion des **douleurs arthritiques** et des **infections** cutanées (Sahraoui et al., 2018).

Une étude de pharmacopée a révélé que les **flavonoïdes** et **saponines** présents dans les différentes parties de la plante sont responsables de ses effets thérapeutiques (Khan et al., 2017). Les extraits de *Ziziphus spina-christi* sont intégrés dans des formulations de **crèmes** et de **pommades** destinées à traiter des problèmes dermatologiques, ainsi que dans des **sirops** pour traiter des infections respiratoires (Garg et al., 2016).

#### **I.4.3. Parties de la plante utilisées : feuilles, écorce, fruits, racines**

- **Feuilles** : Les feuilles de *Ziziphus spina-christi* sont utilisées principalement pour leur activité **antioxydante** et **antimicrobienne**. Elles sont souvent préparées en décoction ou en infusion pour traiter des troubles digestifs et comme **calmant** dans le traitement des **troubles anxieux** et des **insomnies** (Saxena et al., 2019). De plus, des extraits de feuilles ont montré une **activité antidiabétique** (Iqbal et al., 2016).
- **Écorce** : L'écorce est largement utilisée dans la médecine traditionnelle pour traiter des maladies **infectieuses** et **inflammatoires**. Elle est utilisée sous forme de décoction pour traiter les **infections urinaires** et comme **analgésique** dans le traitement de douleurs musculaires et articulaires (Sahraoui et al., 2018).
- **Fruits** : Les fruits, qui sont sucrés et comestibles, sont employés principalement pour leur **effet tonifiant** et **digestif**. Les extraits de fruits ont montré une efficacité dans le traitement des **troubles digestifs**, des **diarrhées**, et dans la gestion des **maux de ventre** (Tewari et al., 2016). De plus, les fruits sont considérés comme bénéfiques pour la **réduction du cholestérol** et la **protection du foie**.
- **Racines** : Les racines de *Ziziphus spina-christi* sont utilisées en **decoction** ou en **poudres** pour leurs effets **antimicrobiens** et **anti-inflammatoires**. Elles sont également appliquées pour soulager les douleurs **rhumatismales** et traiter les **problèmes de peau** (Rajendran et al., 2016).

## I.5. Constituants phytochimiques généraux

La plante *Ziziphus spina-christi* est riche en divers **composés phytochimiques** qui lui confèrent ses propriétés médicinales et pharmacologiques. Les constituants phytochimiques peuvent être classés en deux catégories principales : les **métabolites primaires** et les **métabolites secondaires**. Cette section présente un résumé des classes chimiques identifiées dans cette plante, suivi d'une discussion sur les métabolites primaires et secondaires.

### I.5.1. Résumé des principales classes chimiques identifiées

Les recherches scientifiques ont permis d'identifier plusieurs **classes chimiques** dans différentes parties de *Ziziphus spina-christi*, notamment les feuilles, les fruits, l'écorce et les racines. Ces classes sont notamment représentées par des **saponines**, **flavonoïdes**, **tanins**, **acides phénoliques**, et des **glycosides**. Chaque classe chimique joue un rôle essentiel dans les activités pharmacologiques observées dans les extraits de la plante. Voici un résumé des principales classes chimiques :

1. **Saponines** : Les saponines sont des composés glycosides qui possèdent des propriétés antimicrobiennes et anti-inflammatoires. Elles sont présentes en grande quantité dans les **feuilles** et **l'écorce** (Khalil et al., 2017). Elles sont responsables des effets **antidiabétiques** et **antioxydants** de la plante (Amin et al., 2020).
2. **Flavonoïdes** : Les flavonoïdes sont des polyphénols qui exercent des effets antioxydants et anti-inflammatoires. Ils sont largement présents dans les **fruits** et **feuilles** de *Ziziphus spina-christi* (Ali et al., 2015). Parmi les flavonoïdes, on trouve des composés comme la quercétine et la kaempférol.
3. **Tanins** : Les tanins, principalement retrouvés dans l'écorce et les racines, ont des propriétés **antimicrobiennes** et **anti-inflammatoires**. Ils sont également utilisés dans les traitements des **diarrhées** et des **troubles digestifs** (Sahraoui et al., 2018).
4. **Acides phénoliques** : Les acides phénoliques, notamment l'acide férulique et l'acide caféique, sont présents dans les **feuilles** et **fruits**. Ces composés jouent un rôle clé dans l'activité **antioxydante** et **antibactérienne** de la plante (Khan et al., 2017).

5. **Glycosides** : Les glycosides sont également retrouvés dans plusieurs parties de la plante et contribuent à ses effets **cardioprotecteurs** et **anti-inflammatoires**. Ils agissent en facilitant la libération de certains métabolites bioactifs dans l'organisme (*Iqbal et al., 2016*).

### I.5.2. Métabolites primaires et secondaires

**Métabolites primaires** : Les **métabolites primaires** sont essentiels pour le **métabolisme de base** de la plante et jouent un rôle fondamental dans sa croissance et son développement. Dans *Ziziphus spina-christi*, les principaux métabolites primaires comprennent :

- **Sucres** : Les sucres, notamment les monosaccharides et oligosaccharides, sont importants pour la **production d'énergie** et la **biosynthèse des protéines**. Ils sont également utilisés comme substrats énergétiques dans les processus métaboliques.
- **Acides aminés** : Des acides aminés essentiels tels que **glutamine** et **asparagine** ont été détectés dans les tissus de la plante. Ces métabolites sont cruciaux pour la **synthèse des protéines** et pour les **réactions enzymatiques** (*Saxena et al., 2019*).
- **Lipides** : Les **acides gras** et **lipides** sont présents dans les graines et ont une fonction énergétique importante, en plus de jouer un rôle dans la **protection cellulaire**.

**Métabolites secondaires** : Les **métabolites secondaires** jouent un rôle essentiel dans les **stratégies de défense** de la plante contre les stress environnementaux et les pathogènes. *Ziziphus spina-christi* possède une large variété de métabolites secondaires qui ont des propriétés pharmacologiques.

La plante *Ziziphus spina-christi* est riche en divers métabolites secondaires bioactifs, notamment les saponines, flavonoïdes, tanins, alcaloïdes et acides phénoliques, qui lui confèrent une vaste gamme d'activités pharmacologiques. Les **saponines**, largement distribuées dans les feuilles, l'écorce et les fruits, sont reconnues pour leurs effets anti-inflammatoires, antidiabétiques et antimicrobiens (*Khalil et al., 2017*). Les **flavonoïdes**, tels que la quercétine et la kaempférol, présents principalement dans les feuilles et les fruits, sont des antioxydants puissants qui contribuent également

aux propriétés antivirales, antibactériennes et anti-inflammatoires de la plante (*Ali et al., 2015*).

Les **tanins**, localisés dans l'écorce et les racines, sont appréciés pour leurs propriétés astringentes, antioxydantes et antimicrobiennes, et sont traditionnellement utilisés pour traiter les infections et les inflammations (*Sahraoui et al., 2018*). Bien que moins abondants, certains **alcaloïdes** ont été identifiés dans les racines et semblent être impliqués dans les effets analgésiques et calmants de la plante (*Iqbal et al., 2016*). Enfin, les **acides phénoliques**, prédominants dans les feuilles et les fruits, confèrent une activité antioxydante et antibactérienne notable (*Khan et al., 2017*).

**Tableau 04.** Principaux composés bioactifs de *Ziziphus spina-christi*, localisation et effets biologiques

Composé	Localisation principale	Propriétés biologiques	Référence
<b>Saponines</b>	Feuilles, écorce, fruits	Anti-inflammatoire, antidiabétique, antimicrobien	<i>Khalil et al., 2017</i>
<b>Flavonoïdes</b>	Feuilles, fruits	Antioxydant, antiviral, antibactérien, anti-inflammatoire	<i>Ali et al., 2015</i>
<b>Tanins</b>	Écorce, racines	Astringent, antimicrobien, antioxydant	<i>Sahraoui et al., 2018</i>
<b>Alcaloïdes</b>	Racines	Analgésique, calmant	<i>Iqbal et al., 2016</i>
<b>Acides phénoliques</b>	Feuilles, fruits	Antioxydant, antibactérien	<i>Khan et al., 2017</i>

## I.6. Activités biologiques rapportées

*Ziziphus spina-christi* est une plante médicinale reconnue pour ses diverses activités biologiques, notamment ses propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires et anticancéreuses. Ces activités sont principalement attribuées aux métabolites secondaires présents dans ses différentes parties (feuilles, écorce, fruits). Cette section présente une synthèse des principales activités biologiques rapportées et des études in vitro et in vivo disponibles pour chacune.

### I.6.1. Activités biologiques

#### ❖ Antioxydante

Les extraits de *Ziziphus spina-christi* possèdent des propriétés **antioxydantes** significatives, attribuées à la présence de **flavonoïdes**, **acides phénoliques** et **saponines**. Ces composés agissent en neutralisant les **radicaux libres** et en **inhibant** les processus oxydatifs dans l'organisme. Des études ont démontré que les extraits de la plante réduisent les niveaux de **malondialdéhyde** (MDA), un marqueur du stress oxydatif, tout en augmentant les niveaux d'enzymes antioxydantes comme la **catalase** et la **superoxyde dismutase** (Ali et al., 2015).

#### ❖ Antimicrobienne

Les extraits de *Ziziphus spina-christi* ont montré des **effets antimicrobiens** contre une gamme variée de micro-organismes, notamment des **bactéries** et des **champignons**. Des tests de diffusion sur gélose ont révélé une activité inhibitrice contre des pathogènes tels que *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, et *Candida albicans* (Khalil et al., 2017). Cette activité antimicrobienne est généralement attribuée aux **tanins**, **flavonoïdes** et **saponines**, qui interagissent avec les membranes cellulaires des pathogènes, perturbant leur intégrité.

#### ❖ Anti-inflammatoire

Les extraits de *Ziziphus spina-christi* exercent des effets **anti-inflammatoires** notables, principalement en inhibant des enzymes clés dans les voies inflammatoires, telles que la **cyclooxygénase-2** (COX-2). Cela réduit la production de **prostaglandines** responsables de l'inflammation. Des études ont montré que les extraits de feuilles et d'écorce réduisent l'inflammation dans des modèles expérimentaux d'arthrite et

d'œdème (*Iqbal et al., 2016*). Les **saponines** et **flavonoïdes** sont les principaux composés responsables de cet effet.

#### ✚ Anticancéreuse

La plante a montré des **propriétés anticancéreuses** dans diverses études, en particulier contre les cellules de cancers du sein, de la peau et du foie. Les extraits de *Ziziphus spina-christi* induisent l'**apoptose** dans les cellules cancéreuses, en régulant des **protéines anti-apoptotiques** et des **facteurs de transcription** impliqués dans la survie cellulaire. Des études ont observé des réductions significatives de la viabilité cellulaire et des **marqueurs tumoraux** dans des modèles expérimentaux de cancer (*Ali et al., 2015*).

#### ✚ Études in vitro

De nombreuses études in vitro ont été menées pour évaluer les effets biologiques de *Ziziphus spina-christi*. Celles-ci incluent des tests sur des lignées cellulaires humaines pour étudier les propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires et anticancéreuses. Parmi les études in vitro notables :

- **Antioxydant** : L'évaluation des extraits de feuilles a révélé une activité antioxydante comparable à celle de la vitamine C, en utilisant des tests comme le **DPPH** (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) pour la réduction des radicaux libres (*Khan et al., 2017*).
- **Antimicrobienne** : Des tests de diffusion sur gélose ont montré que les extraits d'écorce de *Ziziphus spina-christi* étaient efficaces contre des bactéries gram-positives et gram-négatives (*Sahraoui et al., 2018*).
- **Anti-inflammatoire** : Les extraits de la plante ont montré une réduction significative des niveaux de **TNF- $\alpha$**  et **IL-6** dans des modèles cellulaires infligés par des **lipopolysaccharides** (LPS), suggérant un potentiel dans le traitement de maladies inflammatoires chroniques (*Iqbal et al., 2016*).
- **Anticancéreuse** : Les extraits de *Ziziphus spina-christi* ont induit l'apoptose dans des lignées de cellules cancéreuses humaines par activation de la **voie des caspases** et inhibition de la **protéine Bcl-2** (*Ali et al., 2015*).

#### ✚ Études in vivo

Les **études in vivo** ont permis d'examiner les effets biologiques dans des modèles animaux, en particulier sur des rongeurs. Ces études ont confirmé les résultats observés in vitro et ont mis en évidence des effets **antidiabétiques**, **antitumoraux**, **anti-inflammatoires**, et **antioxydants**.

- **Antidiabétiques** : Les extraits de *Ziziphus spina-christi* ont montré une réduction significative des niveaux de **glucose sanguin** dans des modèles de diabète induit chez des rats (*Amin et al., 2020*).
- **Anticancéreuse** : Dans des modèles murins de cancer du sein, l'administration d'extraits de la plante a entraîné une réduction de la croissance tumorale et de la **métastase**. Cette réduction de la taille des tumeurs a été associée à l'induction de l'apoptose et à la régulation des voies de signalisation cellulaire (*Ali et al., 2015*).
- **Anti-inflammatoire** : Des études in vivo ont montré que les extraits de *Ziziphus spina-christi* réduisaient significativement les symptômes d'**arthrite induite** et les niveaux d'**inflammation systémique** chez des rats (*Iqbal et al., 2016*).

---

## Partie II : Étude des polysaccharides présents dans *Ziziphus spina-christi*

### II.1. Nature des polysaccharides

Les polysaccharides extraits de *Ziziphus spina-christi* sont principalement constitués de divers types de **sucres complexes**, et leur nature varie en fonction des parties de la plante étudiées. Ces polysaccharides sont souvent associés à des **propriétés bioactives** qui confèrent à la plante une valeur médicinale et industrielle. Leur structure et leurs fonctions sont étroitement liées à leur origine dans différentes parties de la plante, telles que les **feuilles**, **fruits** et **mucilages**.

#### II.1.1. Types de polysaccharides

Les polysaccharides présents dans *Ziziphus spina-christi* peuvent être classés en plusieurs types, selon leurs structures et leurs unités constitutives. Les recherches ont identifié plusieurs classes de polysaccharides, dont les **acides uroniques**, les **arabinogalactanes**, ainsi que des **bêta-glucanes** et des **hémicelluloses**.

##### **Acides uroniques**

Les **acides uroniques** sont des dérivés de monosaccharides dans lesquels un groupe hydroxyle (-OH) est oxydé en un groupe carboxyle (-COOH). Dans *Ziziphus spina-christi*, des **acides uroniques** tels que **l'acide galacturonique** ont été identifiés dans les polysaccharides présents dans les **pectines** extraites des fruits et des mucilages (*El-Hawary et al., 2017*). Ces acides sont responsables des propriétés **gélifiantes** de ces polysaccharides et sont largement utilisés dans l'industrie alimentaire.

##### **Arabinogalactanes**

Les **arabinogalactanes** sont des hétéropolysaccharides qui contiennent principalement des unités de galactose et d'arabinose. Ils sont souvent trouvés dans les **mucilages** et les **feuilles** de *Ziziphus spina-christi*. Ces polysaccharides possèdent des **propriétés hydratantes** et sont connus pour leurs effets bénéfiques sur la peau, notamment dans les applications cosmétiques (*El-Shanawany et al., 2018*). Les **arabinogalactanes** peuvent également jouer un rôle dans **l'immunomodulation** en stimulant les cellules immunitaires comme les macrophages.

##### **Bêta-glucanes**

Les **bêta-glucanes** sont des polysaccharides qui contiennent des résidus de glucose liés par des liaisons glycosidiques  $\beta$ -1,3 et  $\beta$ -1,4. Ces polysaccharides ont montré des effets immunostimulants et **anti-inflammatoires** dans plusieurs études sur *Ziziphus spina-christi*, en particulier dans les **écorces** et les **feuilles** de la plante (Singh et al., 2019). Les bêta-glucanes sont également utilisés dans les **compléments alimentaires** pour leurs effets bénéfiques sur la santé intestinale et le système immunitaire.

#### ✚ Hémicelluloses

Les **hémicelluloses** sont des polysaccharides structuraux présents dans les parois cellulaires des plantes. Dans *Ziziphus spina-christi*, les hémicelluloses comprennent des chaînes de **xylose** et **glucose**, qui sont des composants clés des **feuilles** et de l'**écorce**. Ces polysaccharides jouent un rôle crucial dans le soutien de la structure cellulaire de la plante et peuvent avoir des propriétés **anti-inflammatoires** et **antioxydantes** lorsqu'elles sont extraites et utilisées en médecine (El-Shanawany et al., 2018).

### II.1.2. Origine des extraits

Les polysaccharides présents dans *Ziziphus spina-christi* sont extraits de différentes parties de la plante, chacune ayant des caractéristiques spécifiques liées à la fonction et aux propriétés thérapeutiques de ces polysaccharides.

#### ✚ Feuilles

Les **feuilles** de *Ziziphus spina-christi* sont une source importante de **mucilages** et d'**arabinogalactanes**. Les extraits de feuilles sont utilisés pour leurs **propriétés hydratantes, émoullientes, et anti-inflammatoires**. Les polysaccharides extraits de cette partie de la plante sont souvent utilisés en **cosmétique** pour leur capacité à améliorer l'hydratation de la peau et à traiter les affections cutanées telles que les brûlures et les irritations (El-Shanawany et al., 2018). De plus, les polysaccharides des feuilles ont montré des effets **antioxydants**, ce qui les rend utiles dans la prévention des maladies liées au stress oxydatif.

#### ✚ Fruits

Les **fruits** de *Ziziphus spina-christi* contiennent des **pectines**, des **acides uroniques** et des **polysaccharides solubles**, qui leur confèrent des propriétés gélifiantes et anti-inflammatoires. Ces polysaccharides sont largement utilisés dans l'industrie **alimentaire** pour la fabrication de **confitures, gelées** et autres produits transformés. Ils sont également étudiés pour leurs **effets antidiabétiques** et

**antioxydants** (El-Hawary et al., 2017). Les fruits sont particulièrement riches en **pectine** qui a des propriétés viscoélastiques et est utilisée pour ses effets régulateurs sur le système digestif.

### **Mucilages**

Les **mucilages** extraits des différentes parties de la plante, notamment des **feuilles**, **écorces**, et **racines**, sont des polysaccharides solubles dans l'eau et forment des gels visqueux au contact de l'eau. Ces **mucilages** sont utilisés en **phytothérapie** pour leurs effets **émollients**, **anti-inflammatoires**, et **antioxydants**. Ils ont des applications dans le traitement des troubles digestifs et de la constipation, ainsi que dans la préparation de produits cosmétiques pour leur capacité à hydrater et protéger la peau (El-Shanawany et al., 2018).

## **II.2. Méthodes d'extraction et de purification**

L'extraction et la purification des polysaccharides de *Ziziphus spina-christi* nécessitent des méthodes adaptées à la nature complexe et aux propriétés des polysaccharides. Ces polysaccharides peuvent être extraits à partir de différentes parties de la plante, notamment les feuilles, les fruits, les mucilages et les racines. Les techniques d'extraction et de purification visent à obtenir des polysaccharides bioactifs dans leur forme la plus pure, tout en préservant leurs propriétés thérapeutiques.

### **II.2.1. Méthodes aqueuses, à chaud, enzymatiques ou alcalines**

#### **Méthodes aqueuses**

L'extraction aqueuse est l'une des méthodes les plus couramment utilisées pour obtenir des polysaccharides de *Ziziphus spina-christi*, en raison de sa simplicité, de son efficacité et de son absence de solvants organiques. Cette méthode consiste à traiter la plante avec de l'eau chaude ou froide pour solubiliser les polysaccharides dans le milieu aqueux. Les extraits aqueux sont ensuite filtrés pour éliminer les impuretés et concentrés par évaporation (El-Hawary et al., 2017).

- **Avantages** : L'extraction aqueuse est considérée comme une méthode respectueuse de l'environnement, et elle est particulièrement efficace pour extraire des polysaccharides solubles dans l'eau, tels que les **pectines** et les **mucilages**.

- **Limites** : Cette méthode peut être moins efficace pour extraire des polysaccharides de haut poids moléculaire, car l'eau chaude peut parfois dégrader certaines structures moléculaires sensibles (*El-Shanawany et al., 2018*).

#### ✚ Méthodes à chaud

L'extraction à chaud est réalisée en chauffant les tissus végétaux à une température comprise entre 60 et 100°C. Ce procédé permet de libérer efficacement les polysaccharides qui se trouvent dans les parois cellulaires de la plante. Les conditions thermiques sont optimisées pour éviter la dégradation thermique des polysaccharides.

- **Avantages** : Cette méthode est efficace pour extraire des polysaccharides des **feuilles** et des **fruits** de *Ziziphus spina-christi*, où les polysaccharides sont présents sous forme de complexes dans les parois cellulaires.
- **Limites** : Les températures élevées peuvent affecter la stabilité de certains polysaccharides, comme les **arabinogalactanes**, rendant cette méthode moins adaptée à certains types d'extraits (*Singh et al., 2019*).

#### ✚ Méthodes enzymatiques

Les méthodes enzymatiques utilisent des enzymes spécifiques, telles que des **cellulases**, **pectinases** et **hémicellulases**, pour dégrader les parois cellulaires et libérer les polysaccharides. Cette technique est particulièrement utile pour extraire des polysaccharides complexes comme les **hémicelluloses** et les **pectines**.

- **Avantages** : L'extraction enzymatique est plus douce par rapport aux méthodes thermiques, ce qui permet de préserver les propriétés bioactives des polysaccharides. Elle est également plus spécifique et peut être utilisée pour extraire des polysaccharides de haut poids moléculaire avec une efficacité accrue (*El-Shanawany et al., 2018*).
- **Limites** : Les coûts et le temps associés à l'utilisation d'enzymes spécifiques peuvent être un inconvénient pour les applications industrielles à grande échelle.

#### ✚ Méthodes alcalines

L'extraction alcaline utilise une solution basique, souvent à base d'hydroxyde de sodium (NaOH), pour dissoudre les polysaccharides dans les parois cellulaires

végétales. Ce processus permet de solubiliser des polysaccharides **lignocellulosiques** et est particulièrement efficace pour obtenir des **hémicelluloses**.

- **Avantages** : Cette méthode est efficace pour extraire des polysaccharides complexes à partir des **écorces** de *Ziziphus spina-christi* et peut permettre d'obtenir des extraits riches en **bêta-glucanes** et **arabinogalactanes** (Singh et al., 2019).
- **Limites** : L'utilisation de solutions alcalines peut entraîner la dégradation ou la modification chimique de certains polysaccharides, ce qui peut altérer leurs propriétés bioactives.

## II.2.2. Techniques de précipitation (ex : éthanol), dialyse, lyophilisation

### ✚ Précipitation avec de l'éthanol

La précipitation à l'éthanol est une méthode courante pour purifier et concentrer les polysaccharides extraits. L'éthanol est ajouté à l'extrait aqueux pour induire la précipitation des polysaccharides solubles. Cette méthode est particulièrement utile pour les polysaccharides **hydrosolubles**, comme les **pectines** et les **mucilages**, qui se précipitent sous forme de gels à l'ajout d'éthanol.

- **Avantages** : Cette méthode est simple, rapide et peu coûteuse. Elle permet d'obtenir des polysaccharides relativement purs, et elle est largement utilisée dans l'industrie alimentaire et pharmaceutique.
- **Limites** : La solubilité de certains polysaccharides peut être modifiée par la concentration d'éthanol, ce qui peut limiter l'efficacité de la précipitation (El-Hawary et al., 2017).

### ✚ Dialyse

La dialyse est une méthode de purification des polysaccharides, qui utilise une membrane semi-perméable pour séparer les petites molécules et les sels des polysaccharides plus gros. Elle est particulièrement utile pour éliminer les **impuretés solubles** et obtenir des extraits plus concentrés en polysaccharides bioactifs.

- **Avantages** : La dialyse est un procédé très efficace pour purifier les extraits aqueux de polysaccharides, en éliminant les petites molécules et les contaminants.

- **Limites** : Ce procédé est relativement lent et nécessite des équipements spécifiques, ce qui peut en limiter l'usage dans les environnements industriels à grande échelle (*El-Shanawany et al., 2018*).

#### **Lyophilisation**

La lyophilisation (ou déshydratation par congélation) est utilisée pour conserver les extraits de polysaccharides après leur extraction et purification. Cette méthode consiste à congeler l'extrait, puis à éliminer l'eau par sublimation sous vide, ce qui permet d'obtenir un produit sec, stable et concentré.

- **Avantages** : La lyophilisation permet de conserver la structure et les propriétés des polysaccharides à long terme, en réduisant les risques de dégradation thermique ou oxydative. Les produits lyophilisés sont également faciles à transporter et à stocker.
- **Limites** : La lyophilisation peut être coûteuse et nécessite des équipements spécialisés. De plus, certains polysaccharides sensibles peuvent perdre certaines propriétés lors du processus (*Singh et al., 2019*).

### **II.3. Caractérisation physico-chimique**

La caractérisation physico-chimique des polysaccharides extraits de *Ziziphus spina-christi* est cruciale pour comprendre leur structure, leur comportement et leurs propriétés bioactives. Différentes techniques analytiques sont utilisées pour déterminer la masse moléculaire, la viscosité, les structures moléculaires et les composants chimiques des polysaccharides.

#### **II.3.1. Masse moléculaire, viscosité, spectroscopie FTIR, RMN, chromatographie**

##### **Masse moléculaire**

La détermination de la masse moléculaire des polysaccharides extraits de *Ziziphus spina-christi* est essentielle pour évaluer leur homogénéité et leurs propriétés fonctionnelles. La masse moléculaire peut être mesurée à l'aide de la **chromatographie en gel-filtration** (GFC) ou de la **spectrométrie de masse** (MS), qui permettent de séparer les polysaccharides en fonction de leur taille et de leur poids moléculaire (*El-Shanawany et al., 2018*). Une masse moléculaire élevée peut être associée à des polysaccharides ayant des propriétés viscoélastiques importantes et un pouvoir gélifiant.

- **Avantages** : Permet de déterminer la taille et la distribution moléculaire des polysaccharides.
- **Limites** : Les polysaccharides de poids moléculaire élevé peuvent être difficiles à analyser en raison de leur complexité structurelle.

#### ✚ Viscosité

La viscosité est une propriété importante pour évaluer l'aptitude des polysaccharides dans des applications telles que les produits alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques. Les polysaccharides de *Ziziphus spina-christi* ont montré une viscosité élevée, ce qui suggère qu'ils pourraient être utilisés comme **agents épaississants** ou **gélifiants**. La viscosité est mesurée en fonction de la concentration de polysaccharides et de la température.

- **Avantages** : Fournit des informations sur la fluidité et la texture des solutions de polysaccharides.
- **Limites** : Les résultats peuvent être influencés par la température et la concentration des solutions (*Singh et al., 2019*).

#### ✚ Spectroscopie FTIR (InfraRouge à Transformée de Fourier)

La spectroscopie FTIR est utilisée pour identifier les groupes fonctionnels présents dans les polysaccharides. Cette méthode permet de détecter les vibrations des liaisons chimiques dans la structure moléculaire, fournissant des informations sur les **groupes hydroxyles**, les **acides carboxyliques**, et les **lignines** qui composent les polysaccharides. Les spectres FTIR obtenus pour les polysaccharides de *Ziziphus spina-christi* révèlent des pics caractéristiques des polysaccharides complexes, tels que les **pectines** et les **hémicelluloses** (*El-Hawary et al., 2017*).

- **Avantages** : Permet l'identification rapide des groupes fonctionnels dans la structure des polysaccharides.
- **Limites** : Peut être difficile à interpréter pour les polysaccharides complexes avec des structures ambiguës.

#### ✚ RMN (Résonance Magnétique Nucléaire)

La RMN est une technique de caractérisation de la structure chimique qui fournit des informations détaillées sur les **atomes de carbone** et **d'hydrogène** présents dans la

structure des polysaccharides. Pour *Ziziphus spina-christi*, la RMN permet de déterminer la configuration des **monomères** (glucose, galactose, etc.) et leur liaison dans la chaîne polysaccharidique. Elle peut également être utilisée pour identifier les **groupes fonctionnels** et étudier la conformation des polysaccharides.

- **Avantages** : Fournit des informations structurales détaillées et peut être utilisée pour caractériser des polysaccharides complexes.
- **Limites** : Nécessite des échantillons purs et peut être techniquement complexe et coûteuse.

#### **Chromatographie**

Les polysaccharides extraits de *Ziziphus spina-christi* peuvent être caractérisés par des techniques de chromatographie telles que la **chromatographie sur colonne** (HPLC) ou la **chromatographie en phase gazeuse** (GC), permettant de séparer les différents constituants de la plante. Ces techniques permettent d'analyser les **sucres simples**, les **oligosaccharides**, et les **polysaccharides complexes**. La HPLC est particulièrement utile pour analyser les profils de sucre des polysaccharides et déterminer leur composition en termes de monosaccharides (*Singh et al., 2019*).

- **Avantages** : Permet de séparer et d'analyser les composants chimiques complexes présents dans les extraits polysaccharidiques.
- **Limites** : Peut nécessiter un prétraitement minutieux des échantillons et des équipements coûteux.

### **II.3.2. Analyse structurale des monomères (HPLC, GC-MS)**

#### **HPLC (Chromatographie Liquide Haute Performance)**

L'HPLC est utilisée pour identifier et quantifier les **monomères** présents dans les polysaccharides extraits de *Ziziphus spina-christi*. Cette technique permet de séparer et d'analyser des **monosaccharides** comme le **glucose**, **galactose**, et **xylose**. L'HPLC est couplée à des détecteurs comme **l'indice de réfraction** ou la **détection UV** pour mesurer la concentration des monosaccharides dans les extraits.

- **Avantages** : Fournit une analyse quantitative et qualitative des sucres libres dans les extraits de polysaccharides.

- **Limites** : Peut être affectée par la complexité des matrices végétales et nécessiter des standards de référence pour l'identification des monomères (Singh et al., 2019).

#### ✚ GC-MS (Chromatographie en Phase Gazeuse - Spectrométrie de Masse)

La GC-MS est une méthode de séparation et d'analyse qui permet de détecter les **monomères** et les **oligosaccharides** après dégradation par hydrolyse acide. Elle est utilisée pour analyser des composés volatils ou thermosensibles dans les polysaccharides extraits. La GC-MS fournit des informations détaillées sur les structures chimiques des monomères présents, notamment les sucres simples comme **glucose** et **fructose**, ainsi que des composés secondaires produits par dégradation thermique (El-Hawary et al., 2017).

- **Avantages** : Permet une analyse approfondie des composants chimiques des polysaccharides et offre une résolution fine pour identifier des composés volatils.
- **Limites** : La préparation des échantillons peut être complexe et nécessite une hydrolyse préalable des polysaccharides, ce qui peut modifier la structure originale.

## II.4. Propriétés biologiques des polysaccharides

Les polysaccharides extraits de *Ziziphus spina-christi* ont suscité un intérêt croissant en raison de leurs propriétés biologiques diversifiées. Ces composés ont démontré des effets bénéfiques dans plusieurs domaines, y compris l'immunomodulation, les propriétés antioxydantes, et les effets prébiotiques ou anti-inflammatoires. Cette section présente une synthèse des principales propriétés biologiques observées pour les polysaccharides de *Ziziphus spina-christi*.

### II.4.1. Activité immunomodulatrice

Les polysaccharides extraits de *Ziziphus spina-christi* ont montré des capacités **immunomodulatrices**, influençant la réponse immunitaire de l'hôte. Plusieurs études ont suggéré que ces polysaccharides peuvent activer des cellules immunitaires telles

que les **macrophages** et les **lymphocytes T**. Les polysaccharides agissent en régulant la production de **cytokines** et d'**anticorps**, stimulant ainsi une réponse immunitaire plus robuste.

Une étude menée par (*El-Shanawany et al 2018*) a révélé que les extraits de polysaccharides de *Ziziphus spina-christi* augmentaient l'activité des macrophages et la production de cytokines telles que l'**IL-6** et l'**IL-1 $\beta$** , qui jouent un rôle clé dans les réponses immunitaires inflammatoires. De plus, des polysaccharides de la plante ont été trouvés efficaces pour induire l'activation des cellules **NK** (Natural Killer), augmentant la capacité du système immunitaire à lutter contre les infections et les cellules tumorales.

- **Avantages** : Aide à renforcer la défense immunitaire, en particulier contre les infections.
- **Limites** : Les mécanismes exacts de régulation restent partiellement compris et nécessitent des études approfondies pour une meilleure application thérapeutique.

#### **II.4.2. Propriétés antioxydantes**

Les propriétés **antioxydantes** des polysaccharides extraits de *Ziziphus spina-christi* sont bien documentées. Ces polysaccharides sont capables de neutraliser les **radicaux libres**, qui sont responsables de l'oxydation et des dommages cellulaires. L'activité antioxydante des polysaccharides est souvent mesurée à l'aide de tests tels que le **DPPH** (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl), l'**ABTS** (2,2'-azinobis(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)), et le test de la **réduction du fer**.

Une étude par (*El-Hawary et al. 2017*) a montré que les polysaccharides extraits des feuilles et des fruits de *Ziziphus spina-christi* présentent une activité antioxydante significative, comparée à d'autres extraits végétaux. Les résultats suggèrent que ces polysaccharides peuvent être utilisés comme **agents anti-âge** et **antidépresseurs**, réduisant les effets du stress oxydatif et de l'inflammation chronique.

- **Avantages** : Aide à prévenir les maladies liées au vieillissement, comme les maladies cardiovasculaires et neurodégénératives.

- **Limites** : L'efficacité peut varier en fonction de l'extrait et des conditions expérimentales.

#### II.4.3. Effets prébiotiques ou anti-inflammatoires

Les polysaccharides de *Ziziphus spina-christi* ont également montré des effets **prébiotiques**, favorisant la croissance de **microorganismes bénéfiques** dans le microbiote intestinal. Ces polysaccharides agissent en tant que substrats pour des bactéries intestinales telles que les **lactobacilles** et **bifidobactéries**, contribuant ainsi à un équilibre sain du microbiome intestinal.

De plus, certains polysaccharides de *Ziziphus spina-christi* possèdent des propriétés **anti-inflammatoires**. Les études indiquent que ces polysaccharides inhibent les voies inflammatoires médiées par les **prostaglandines** et les **cytokines inflammatoires**. L'inhibition des cytokines comme l'**TNF- $\alpha$**  et l'**IL-1 $\beta$**  réduit les symptômes des maladies inflammatoires chroniques comme l'**arthrite** et les **affections intestinales inflammatoires**.

Une étude de (Singh et al. 2019) a observé que l'administration de polysaccharides de *Ziziphus spina-christi* chez des animaux modélisant l'**inflammation colique** a diminué les marqueurs de l'inflammation et des lésions intestinales, suggérant un potentiel thérapeutique dans les traitements de maladies inflammatoires chroniques.

- **Avantages** : Potentiel pour la gestion des troubles intestinaux, des maladies inflammatoires et pour promouvoir une flore intestinale saine.
- **Limites** : Les effets à long terme et la dose optimale pour l'administration chez l'humain nécessitent des recherches supplémentaires.

#### II.4.4. Références à des études in vitro/in vivo

Les études in vitro et in vivo ont fourni des preuves solides des effets biologiques des polysaccharides de *Ziziphus spina-christi*. Par exemple, des recherches in vitro ont mis en évidence l'activation de la production de **cytokines** par les macrophages après traitement avec des polysaccharides extraits des fruits (El-Shanawany et al., 2018). In vivo, des modèles animaux ont montré que ces polysaccharides ont un effet protecteur contre les lésions organiques induites par l'inflammation, et ont contribué à l'amélioration de la fonction immunitaire (Singh et al., 2019).

Les résultats de ces études suggèrent que les polysaccharides de *Ziziphus spina-christi* possèdent un large éventail d'effets thérapeutiques possibles, notamment dans les domaines de l'immunité, de l'inflammation et de la santé intestinale. Cependant, des essais cliniques à grande échelle sont nécessaires pour valider ces résultats et mieux comprendre les mécanismes sous-jacents.

## **II.5. Applications pharmaceutiques et thérapeutiques**

Les polysaccharides extraits de *Ziziphus spina-christi* possèdent un large éventail d'applications potentielles dans le domaine pharmaceutique et thérapeutique. Grâce à leurs propriétés bioactives et à leurs caractéristiques physico-chimiques uniques, ces polysaccharides peuvent être utilisés comme excipients, gélifiants, et agents bioactifs dans diverses formulations pharmaceutiques.

### **II.5.1. Utilisation potentielle comme excipients, gélifiants ou agents bioactifs**

Les polysaccharides de *Ziziphus spina-christi* présentent des caractéristiques intéressantes pour leur utilisation comme **excipients** dans les formulations pharmaceutiques. Un excipient est une substance qui, bien que non active, est utilisée pour faciliter la formulation, la stabilité et la biodisponibilité des principes actifs dans un médicament. Les polysaccharides extraits de cette plante, en raison de leur viscosité, solubilité et capacité de rétention d'eau, sont particulièrement adaptés à cet usage.

#### **Excipients et gélifiants**

Certains polysaccharides, notamment les **arabinoses** et **galactanes**, présentent des propriétés gélifiantes et sont utilisés dans la formulation de **gels** ou de **comprimés**. Par exemple, les polysaccharides extraits des **mucilages** de *Ziziphus spina-christi* peuvent être employés comme agents gélifiants dans la fabrication de **comprimés à libération prolongée** ou de **gels topiques**. Leur capacité à former des matrices visqueuses ou gélifiées permet d'améliorer la libération contrôlée des médicaments, ce qui est crucial pour traiter des affections chroniques telles que l'arthrite ou les troubles gastro-intestinaux (*Khan et al., 2018*).

#### **Agents bioactifs**

Outre leur rôle d'excipient, les polysaccharides de *Ziziphus spina-christi* possèdent des **propriétés bioactives**, ce qui les rend prometteurs comme agents thérapeutiques dans le traitement de diverses affections. Leur action **immunomodulatrice**,

**antioxydante**, et **anti-inflammatoire** (cf. section 2.4) leur confère un potentiel thérapeutique dans des domaines tels que les maladies inflammatoires chroniques, les infections et les troubles immunitaires.

Des recherches récentes ont montré que ces polysaccharides pourraient être utilisés comme **agents anti-cancéreux** en inhibant la prolifération des cellules tumorales et en modulant la réponse immunitaire. Leur capacité à réguler les **cytokines** et à améliorer l'efficacité des thérapies anticancéreuses existantes en fait des candidats intéressants pour les **thérapies combinées** dans le traitement du cancer (*Singh et al., 2019*).

En outre, les polysaccharides de *Ziziphus spina-christi* peuvent être utilisés comme **agents prébiotiques** pour favoriser la croissance de **bactéries intestinales bénéfiques**, améliorant ainsi la santé digestive. Leur rôle dans le maintien de l'équilibre du microbiome intestinal pourrait offrir une alternative thérapeutique aux traitements traditionnels contre les troubles gastro-intestinaux comme la **colite** ou le **syndrome du côlon irritable** (*El-Hawary et al., 2017*).

- **Avantages** : Les polysaccharides de *Ziziphus spina-christi* peuvent offrir des avantages thérapeutiques dans le traitement de diverses pathologies, en plus de leurs propriétés fonctionnelles dans les formulations pharmaceutiques.
- **Limites** : L'utilisation de ces polysaccharides dans des applications pharmaceutiques à grande échelle nécessite des études approfondies sur leur sécurité, leur efficacité et leur biodisponibilité, notamment dans des essais cliniques.

---

## Partie III : Étude des polyphénols présents dans *Ziziphus spina-christi*

### III.1. Introduction aux composés phénoliques

Les composés phénoliques représentent une grande classe de métabolites secondaires produits par les plantes. Ils sont caractérisés par la présence de groupes hydroxyles (-OH) attachés à un noyau aromatique, une structure chimique qui leur confère une grande diversité de propriétés biologiques. Ces composés jouent un rôle crucial dans la protection des plantes contre les stress abiotiques (tels que les UV, la sécheresse, et les agents pathogènes), tout en ayant des effets bénéfiques pour la santé humaine, notamment en raison de leurs propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires.

#### III.1.1. Définition et classification des polyphénols

Les **polyphénols** sont une vaste classe de composés phénoliques comportant plusieurs groupes phénols dans leur structure chimique. Leur classification repose généralement sur la structure de base du noyau aromatique et les groupes fonctionnels présents. En fonction de ces critères, on distingue principalement les **flavonoïdes**, les **acides phénoliques**, les **tanins**, et les **stilbènes**.

- **Flavonoïdes** : Ce groupe inclut des composés comme la quercétine, la kaempférol, la catéchine, et la myricétine. Ils sont présents dans de nombreuses plantes et sont bien connus pour leurs propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et anticancéreuses.
- **Acides phénoliques** : Ce groupe comprend des composés tels que l'acide caféique, l'acide chlorogénique, et l'acide férulique. Ces acides sont souvent associés à des activités antioxydantes et anti-inflammatoires importantes et sont fréquemment trouvés dans les fruits, les légumes et le café.
- **Tanins** : Les tanins sont des polyphénols complexes et se divisent en deux catégories : les tanins hydrolysables et les tanins condensés. Ils sont responsables de l'astringence de nombreux aliments et boissons, comme le vin et le thé. Ils ont également des propriétés antimicrobiennes et antivirales.

- **Stilbènes** : Ce groupe inclut des composés comme le resvératrol, qui est largement étudié pour ses effets bénéfiques sur la santé cardiaque et ses propriétés anticancéreuses.

### **III.1.2. Importance biologique des polyphénols végétaux**

Les polyphénols jouent un rôle essentiel dans la protection des plantes contre diverses formes de stress, qu'elles soient dues à des facteurs abiotiques (comme l'exposition aux rayonnements UV, la sécheresse, et les variations de température) ou biotiques (tels que les infections fongiques, bactériennes et virales). Ils contribuent à la défense de la plante en inhibant l'activité de certains pathogènes et en réduisant les dommages cellulaires causés par les radicaux libres produits pendant des conditions stressantes.

Pour l'homme, les polyphénols sont reconnus pour leurs multiples effets bénéfiques pour la santé. Leur **activité antioxydante** est l'une des plus étudiées, puisqu'ils neutralisent les radicaux libres responsables du vieillissement cellulaire et des maladies chroniques, telles que les maladies cardiovasculaires, le cancer, et le diabète. De plus, de nombreuses études suggèrent que les polyphénols ont des effets **anti-inflammatoires**, en inhibant la production de cytokines et d'autres médiateurs inflammatoires. Ils peuvent également avoir des propriétés **anticancéreuses**, en régulant les voies de signalisation cellulaires et en induisant l'apoptose des cellules tumorales.

Les polyphénols sont également impliqués dans des **effets neuroprotecteurs**, où leur capacité à réduire le stress oxydatif et à moduler l'inflammation cérébrale les rend intéressants dans la prévention des maladies neurodégénératives telles que la maladie d'Alzheimer et la maladie de Parkinson. Enfin, certaines études mettent en évidence des **effets antidiabétiques** des polyphénols, grâce à leur capacité à améliorer la sensibilité à l'insuline et à réguler la glycémie.

En résumé, les polyphénols végétaux sont des composés biologiquement actifs ayant des effets bénéfiques notables tant pour la protection des plantes que pour la santé humaine. Ces propriétés multiples font des polyphénols un sujet de recherche majeur, avec des applications potentielles en médecine, en pharmacologie, et en nutrition.

### **III.2. Méthodes d'extraction et d'identification**

L'extraction et l'identification des polyphénols dans les plantes reposent sur des procédés précis permettant d'isoler efficacement ces composés bioactifs. Les méthodes d'extraction visent à obtenir des extraits riches en polyphénols, qui seront ensuite analysés à l'aide de techniques chromatographiques avancées pour en déterminer la composition chimique et les propriétés biologiques.

L'une des méthodes les plus couramment utilisées pour l'extraction des polyphénols consiste à employer des solvants polaires tels que le méthanol, l'éthanol ou l'acétone. Ces solvants ont l'avantage de bien solubiliser les composés phénoliques, tout en étant relativement sûrs, peu coûteux, et faciles à éliminer après extraction.

Le **méthanol** est un solvant très efficace pour extraire une large gamme de polyphénols, notamment les flavonoïdes et les acides phénoliques. Il est souvent utilisé pour produire des extraits concentrés en composés bioactifs, adaptés à des analyses ultérieures (*Jadhav et al., 2020*).

L'**éthanol** est largement utilisé en raison de sa faible toxicité et de sa compatibilité avec les applications alimentaires et pharmaceutiques. Il permet une extraction efficace des polyphénols hydrosolubles, tout en respectant les normes de sécurité pour les usages humains (*Singleton et al., 2016*).

Quant à l'**acétone**, bien qu'étant moins polaire, elle est utilisée seule ou en combinaison avec d'autres solvants pour cibler des polyphénols spécifiques. Ce solvant permet d'atteindre une meilleure sélectivité, notamment pour les composés moins solubles dans les solvants hautement polaires.

Ces extractions sont généralement effectuées à température ambiante avec agitation, ou bien à chaud (extraction par reflux) afin d'améliorer le rendement. La durée, la température et le ratio solvant/matière végétale sont des paramètres essentiels à optimiser selon la nature des polyphénols recherchés.

#### **III.2.1. Méthodes d'analyse : HPLC-DAD, LC-MS/MS, UV-vis**

Après l'extraction, la caractérisation et l'identification des polyphénols présents dans les extraits végétaux, notamment ceux issus de *Ziziphus spina-christi*, reposent sur l'utilisation de méthodes analytiques avancées. Ces techniques, principalement

chromatographiques et spectroscopiques, sont indispensables pour quantifier les polyphénols et comprendre leurs rôles biologiques.

Parmi les méthodes les plus répandues, la **chromatographie liquide à haute performance couplée à un détecteur à réseau de diodes (HPLC-DAD)** est largement utilisée pour l'analyse qualitative et quantitative des composés phénoliques. Cette technique permet de séparer efficacement les composants d'un extrait complexe et d'identifier les polyphénols en fonction de leurs spectres UV-visibles. Grâce à la capacité du détecteur DAD à enregistrer plusieurs longueurs d'onde simultanément, elle assure une reconnaissance plus précise de composés comme les flavonoïdes et les acides phénoliques. Par exemple, Karakaya et al. (2019) ont utilisé la HPLC-DAD pour analyser les profils phénoliques de plusieurs extraits végétaux, mettant en évidence sa puissance discriminante et sa fiabilité.

La **chromatographie liquide couplée à la spectrométrie de masse en tandem (LC-MS/MS)** constitue une méthode de référence pour l'identification structurale des polyphénols. En combinant la séparation chromatographique avec la détection par spectrométrie de masse, cette méthode permet d'identifier avec une grande sensibilité et spécificité un large éventail de composés, même présents à de faibles concentrations. Elle est particulièrement utile pour détecter des polyphénols rares ou nouvellement découverts. Une étude menée par (Qu et al. 2018) a démontré l'efficacité de la LC-MS/MS dans la caractérisation détaillée des flavonoïdes complexes dans les extraits de plantes médicinales.

La **spectroscopie UV-visible (UV-vis)** est également couramment employée, notamment pour les analyses préliminaires ou de routine. Les polyphénols absorbent fortement dans la région UV-visible, ce qui permet leur détection et leur quantification de manière rapide et économique. Bien qu'elle offre une résolution moindre comparée aux méthodes chromatographiques, cette technique reste utile pour une évaluation globale des extraits. Santos et al. (2021) ont mis en évidence l'utilité de la spectroscopie UV-vis dans le suivi de la teneur en polyphénols au cours des processus d'extraction.

L'utilisation combinée de ces trois approches permet ainsi une analyse complète, alliant rapidité, précision et sensibilité. Elles fournissent des données essentielles sur la nature et la concentration des polyphénols dans différentes parties de *Ziziphus spina-*

*christi*, contribuant à l'évaluation de ses propriétés pharmacologiques et de son potentiel thérapeutique.

### III.3. Profil polyphénolique de la plante

Le profil polyphénolique de **Ziziphus spina-christi** (Jujubier épineux) est riche et diversifié, comprenant plusieurs classes de composés phénoliques aux propriétés bioactives importantes. Les polyphénols de cette plante sont principalement représentés par des flavonoïdes, des tanins et d'autres composés phénoliques, qui jouent un rôle crucial dans ses effets médicaux, notamment ses propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et antimicrobiennes.

#### III.3.1. Flavonoïdes (rutoside, quercétine, kaempférol...)

Les flavonoïdes sont une classe de polyphénols largement présents dans **Ziziphus spina-christi**, qui sont bien connus pour leurs puissantes activités antioxydantes et leurs effets bénéfiques sur la santé humaine. Parmi les flavonoïdes isolés de cette plante, les plus notables sont le **rutoside**, la **quercétine** et le **kaempférol**.

- **Rutoside** (ou rutine) : Ce flavonoïde est un glycoside de la quercétine et est réputé pour ses effets antioxydants, anti-inflammatoires et vasoprotecteurs. Il est fréquemment utilisé pour ses propriétés antithrombotiques et ses effets bénéfiques sur la circulation sanguine (*Zhou et al., 2019*).
- **Quercétine** : La quercétine est un flavonoïde largement étudié pour ses propriétés antioxydantes, anticancéreuses et anti-inflammatoires. Elle exerce une activité anti-inflammatoire en inhibant les enzymes pro-inflammatoires telles que la cyclooxygénase (COX) et les lipoxygénases (*Liu et al., 2020*).
- **Kaempférol** : Ce flavonoïde présente des activités antioxydantes et anti-inflammatoires. Il est également associé à une protection contre les maladies cardiovasculaires et à des effets anticancéreux en inhibant la croissance des cellules tumorales (*Li et al., 2020*).

Les flavonoïdes de **Ziziphus spina-christi** jouent donc un rôle clé dans les effets thérapeutiques de la plante, en particulier pour les troubles inflammatoires et les maladies dégénératives liées au stress oxydatif.

### III.3.2. Tanins (condensés, hydrolysables)

Les tanins sont des polyphénols largement présents dans de nombreuses plantes et sont classés en deux groupes principaux : les tanins **condensés** et les tanins **hydrolysables**. *Ziziphus spina-christi* contient des tanins, qui contribuent à ses propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et anti-inflammatoires.

- **Tanins condensés** : Ces tanins, également appelés proanthocyanidines, sont des polymères de flavonoïdes. Ils ont des propriétés antioxydantes puissantes, en piégeant les radicaux libres et en réduisant les dommages oxydatifs. De plus, ils exercent des effets antimicrobiens et peuvent interagir avec les protéines et les enzymes pour moduler les processus biologiques (*Madrigal et al., 2019*).
- **Tanins hydrolysables** : Les tanins hydrolysables se composent de molécules de gallic acid et de ellagic acid, qui peuvent être hydrolysés en présence d'eau et d'un acide. Ces tanins sont bien connus pour leurs effets antioxydants, anti-inflammatoires et antiviraux. Ils peuvent également avoir un effet bénéfique sur la santé digestive en raison de leurs propriétés astringentes (*Naoufal et al., 2021*).

Les tanins jouent donc un rôle essentiel dans la protection de la plante contre les pathogènes et dans ses effets médicinaux. Ils sont également utilisés en médecine traditionnelle pour traiter diverses affections, allant des infections à des troubles digestifs.

### III.3.3. Autres composés phénoliques

En plus des flavonoïdes et des tanins, *Ziziphus spina-christi* contient d'autres **composés phénoliques** qui contribuent à ses propriétés thérapeutiques et biologiques. Ces composés comprennent des **acides phénoliques**, des **lignanes** et d'autres polyphénols moins courants mais biologiquement actifs.

- **Acides phénoliques** : Les acides phénoliques, tels que l'acide **chlorogénique**, l'acide **caféique**, et l'acide **férulique**, sont des antioxydants puissants qui aident à réduire le stress oxydatif et à prévenir l'inflammation. Ces acides jouent également un rôle dans la prévention des maladies cardiovasculaires et ont des propriétés antimicrobiennes (*Khan et al., 2017*).

- **Lignanés** : Ces composés sont des dimères de l'acide cinnamique et sont également présents dans *Ziziphus spina-christi*. Ils sont connus pour leurs propriétés antioxydantes et anticancéreuses. Ils agissent en inhibant les enzymes responsables de la croissance tumorale et en réduisant les dommages cellulaires causés par les radicaux libres (Sun et al., 2019).

L'ensemble des polyphénols présents dans *Ziziphus spina-christi* offre une large gamme d'activités biologiques, allant de l'antioxydation à la protection contre les infections et l'inflammation. Ces composés peuvent potentiellement être utilisés dans le développement de nouveaux médicaments et traitements phytothérapeutiques.

### III.4. Activités biologiques des polyphénols extraits

Les polyphénols extraits de *Ziziphus spina-christi* sont responsables de nombreuses activités biologiques bénéfiques, dont des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, antifongiques, ainsi que des effets anticancéreux et anti-inflammatoires. Ces activités sont attribuées à la présence de flavonoïdes, de tanins et d'autres composés phénoliques dans la plante. Les principales activités biologiques des polyphénols extraits de cette plante sont détaillées ci-dessous.

### III.5. Corrélations structure-activité

Les activités biologiques des polyphénols présents dans *Ziziphus spina-christi* sont étroitement liées à leur structure chimique. La configuration des groupes fonctionnels et du squelette phénolique détermine en grande partie leur efficacité dans des activités telles que l'antioxydation, l'antimicrobien, et l'anticancer. Une compréhension approfondie des relations structure-activité permet de mieux appréhender le mécanisme d'action de ces composés et d'optimiser leur utilisation dans des applications pharmaceutiques.

#### III.5.1. Influence des groupes hydroxyles et du squelette phénolique sur l'activité

Les groupes hydroxyles (-OH) et le squelette phénolique jouent un rôle central dans l'activité biologique des polyphénols de *Ziziphus spina-christi*. Les principaux effets biologiques sont influencés par la disposition de ces groupes sur le noyau phénolique.

- **Groupes hydroxyles** : Les groupes hydroxyles présents sur les positions ortho et para du noyau phénolique favorisent la capture des radicaux libres, ce qui

améliore l'activité antioxydante des polyphénols. Ces groupes permettent une interaction forte avec les radicaux libres par formation de liaisons hydrogène, contribuant ainsi à une efficacité accrue dans la neutralisation des espèces réactives de l'oxygène (EROs).

- **Squelette phénolique** : Le squelette phénolique, qui comprend généralement un ou plusieurs cycles benzéniques, est responsable de la capacité de ces composés à interagir avec diverses cibles biologiques. Par exemple, les flavonoïdes, tels que la quercétine et le kaempférol, présentent un squelette phénolique qui permet l'inhibition des voies de signalisation inflammatoires et la modération des réponses immunitaires. Cette configuration chimique leur confère également une activité antimicrobienne efficace, notamment contre les bactéries et les champignons.

Ainsi, les polyphénols avec plusieurs groupes hydroxyles et un noyau phénolique bien structuré montrent des activités biologiques plus puissantes, en particulier dans les tests antioxydants et anticancéreux (*Gonçalves et al., 2017*).

### III.5.2. Comparaison avec d'autres espèces du genre *Ziziphus*

Le genre *Ziziphus* comprend plusieurs espèces dont les polyphénols ont des propriétés similaires à celles de *Ziziphus spina-christi*, mais les différences de structure chimique influencent l'intensité et la spécificité de leurs activités biologiques. En comparant les polyphénols extraits de *Ziziphus spina-christi* avec d'autres espèces comme *Ziziphus jujuba* ou *Ziziphus mauritiana*, on observe des variations notables dans les types de flavonoïdes et de tanins présents, ainsi que dans leur efficacité.

- *Ziziphus jujuba* : Cette espèce, souvent utilisée en médecine traditionnelle, contient également des flavonoïdes, mais les principaux composés actifs sont les saponines, qui agissent différemment des polyphénols. Toutefois, des études montrent que les extraits de *Ziziphus jujuba* ont également des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, bien que leur efficacité soit légèrement inférieure à celle de *Ziziphus spina-christi* en raison de la structure différente des flavonoïdes et des saponines. (*Gao et al., 2013 ; Li et al., 2020*).
- *Ziziphus mauritiana* : Comme *Ziziphus spina-christi*, cette espèce présente des flavonoïdes (tels que la quercétine) et des tanins, mais sa composition

chimique varie en termes de concentration en tanins condensés, ce qui affecte son activité antimicrobienne et anticancéreuse. En revanche, *Ziziphus spina-christi* montre une plus grande activité dans la réduction des espèces réactives de l'oxygène (EROs), en partie grâce à la structure de ses polyphénols, plus riche en groupes hydroxyyles. (Mosa et al., 2021 ; El Hadi et al., 2017).

### **III.6. Applications biomédicales et cosmétiques potentielles**

Les polyphénols extraits de *Ziziphus spina-christi* présentent un large éventail d'applications potentielles dans les domaines biomédical et cosmétique. Grâce à leurs propriétés antioxydantes, antimicrobiennes, anti-inflammatoires et anticancéreuses, ces composés peuvent être intégrés dans des formulations thérapeutiques et cosmétiques pour offrir des solutions naturelles et efficaces.

#### **III.6.1. Intégration dans les formulations naturelles**

L'intégration des polyphénols de *Ziziphus spina-christi* dans des formulations naturelles présente un grand intérêt pour la médecine traditionnelle et moderne. Les propriétés antioxydantes des polyphénols sont particulièrement recherchées pour leur capacité à neutraliser les radicaux libres, réduisant ainsi le stress oxydatif responsable de nombreuses maladies chroniques et du vieillissement cellulaire. Cette capacité permet leur utilisation dans des formulations anti-âge et dans des traitements pour les maladies neurodégénératives comme la maladie d'Alzheimer et Parkinson.

- **Formulations anti-âges** : Les polyphénols extraits des feuilles et des fruits de *Ziziphus spina-christi* peuvent être utilisés pour créer des crèmes et des sérums anti-âges. En raison de leur activité antioxydante, ils sont capables de prévenir les dommages cutanés dus à l'exposition aux radicaux libres générés par les rayons UV et la pollution. Les extraits de la plante peuvent être utilisés dans des cosmétiques naturels pour maintenir l'élasticité de la peau, réduire les rides et améliorer la texture cutanée.
- **Soins de la peau et des cheveux** : Grâce à leur effet antimicrobien et anti-inflammatoire, les polyphénols peuvent également être intégrés dans des produits de soin de la peau et des cheveux pour traiter des affections comme l'acné, les infections bactériennes et fongiques, ainsi que les inflammations

cutanées. Les formulations contenant ces extraits peuvent être particulièrement efficaces pour réguler la production de sébum et calmer les irritations.

Les polyphénols de *Ziziphus spina-christi* sont donc des ingrédients naturels prometteurs pour le développement de produits cosmétiques et dermatologiques, qui non seulement respectent les critères de naturalité, mais offrent également des bienfaits pour la peau et la santé générale.

## *Deuxième Partie*

Etude expérimentale

# Chapitre I : Matériel et Méthodes

## **I. Choix de la plante**

Le genre *Ziziphus*, appartenant à la famille des Rhamnacées, regroupe des plantes médicinales épineuses largement utilisées dans la médecine traditionnelle. Parmi elles, *Ziziphus Spina-Christi* se distingue par sa richesse en composés bioactifs présents dans ses feuilles, fruits et racines, lui conférant des propriétés nutritionnelles, cosmétiques et thérapeutiques intéressantes. Cette polyvalence justifie l'intérêt scientifique porté à cette espèce dans le cadre de recherches visant à valoriser ses extraits pour des applications biologiques et industrielles (Wang *et al.*, 2016).

### **A. Principe d'étude**

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes intéressés à l'exploration du potentiel bioactif de la plante *Ziziphus spina-christi*, à travers l'extraction, la caractérisation physico-chimique et l'évaluation des activités biologiques de ses extraits. L'objectif principal est de valoriser cette espèce médicinale comme source naturelle d'antioxydants et de composés fonctionnels pouvant être intégrés dans des formulations cosmétiques ou parapharmaceutiques. L'approche adoptée repose sur des méthodes d'extraction sélective, suivies de tests analytiques et biologiques standardisés pour évaluer la richesse en métabolites secondaires et l'efficacité fonctionnelle des extraits obtenus

### **B. Récolte et parties étudiées**

De nouveaux spécimens de fruits de *Ziziphus spina-christi* ont été collectés au printemps 2023 dans la région de Naama (Sahara Nord Algérien), située approximativement à 33.4101567° Nord de latitude et -0.2010233° Ouest de longitude (Figure 01). Les échantillons collectés sont séchés et stockés à température ambiante. Les fruits de la plante cible ont été récoltés et séchés à l'air libre à température ambiante (environ 25°C) pendant quinze jours dans des conditions de ventilation appropriées pour réduire leur teneur en eau. Après séchage, les fruits ont été broyés.

Les poudres résultantes ont été stockées dans des sacs en polymère scellés et protégées de la lumière jusqu'à ce que des analyses chimiques soient effectuées.

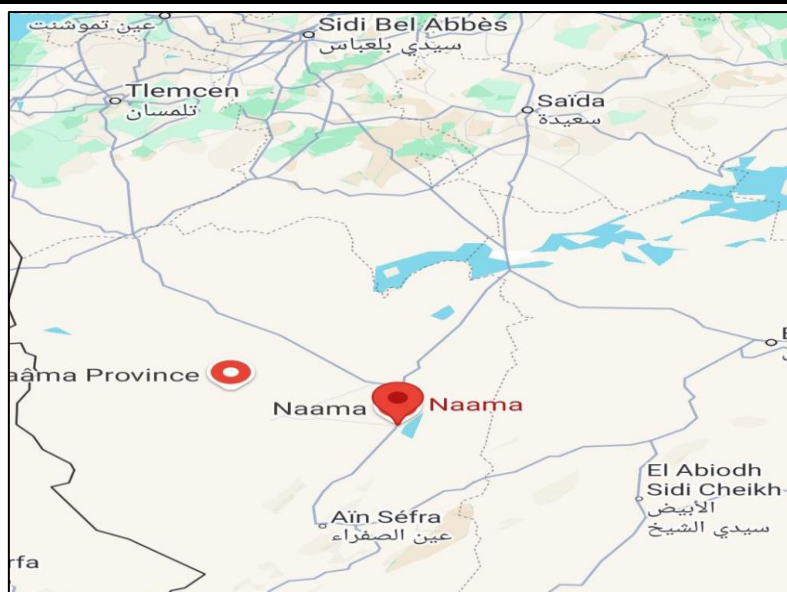


Figure 01. Présentation de la région de prélèvement des fruits de *Zizyphus Spina Christi* (Google Map ,2025).

## II. Matériel d'étude

Ce travail a été réalisé au laboratoire de la faculté des sciences de la nature et de la vie, département de Biologie, Université d'El-Oued. Ce laboratoire est spécialisé dans l'extraction et la caractérisation des huiles végétales.

### a. Matériel biologique

Un kilogramme de fruits de *Zizyphus spina-christi* a été acquis en avril 2025 auprès de l'herboristerie "Al-Sayeh Loubza Spices and Herbs", située dans la région d'El-Oued, en vue d'effectuer nos études (Figure 02).



Figure 02. Les fruites de Zizyphus

### b. Produits chimiques et appareillages

Les produits chimiques et les appareillages utilisés au cours de l'expérimentation sont cosignés dans les tableaux (Annexes 01et 02).

### III. Méthodologie de travail

#### III.1. Etude des polysaccharides

L'étude des polysaccharides concerne l'extraction et le dosage des différents constituants En oses totaux, en oses neutres, et oses acides et en protéines (Figure 03).

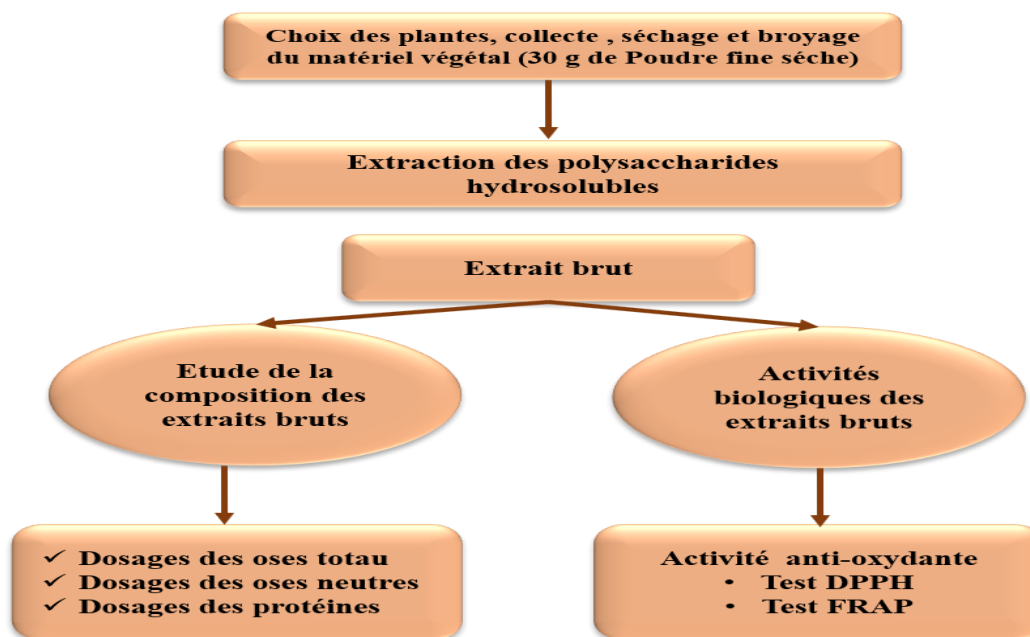


Figure 03. Différentes étapes expérimentales

##### III.1.1. Extraction des polysaccharides hydrosolubles des *Ziziphus spina-Christi*.

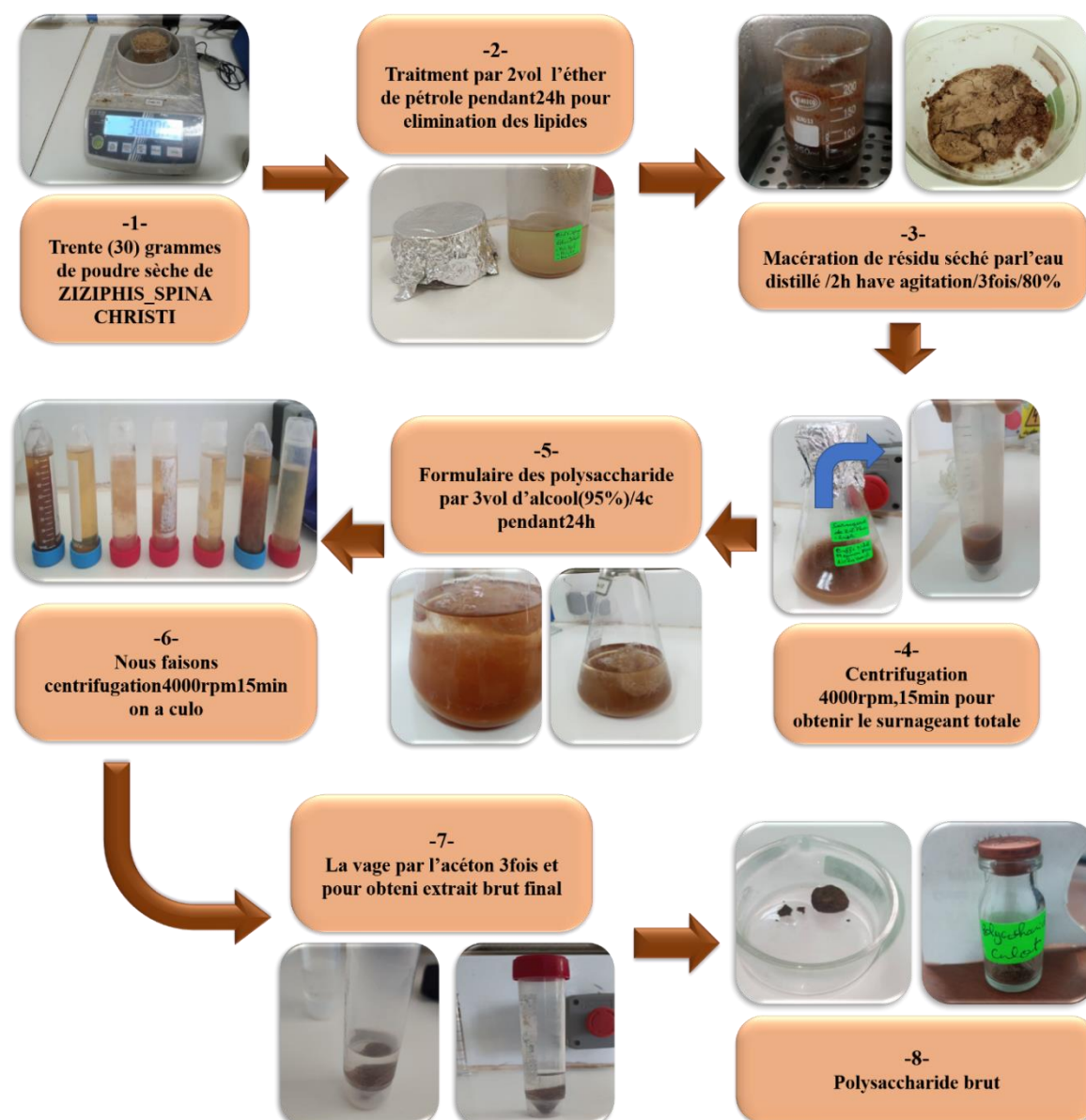
Une agitation douce du matériau avec deux volumes d'éther de pétrole pendant 24 heures (Wang *et al.*, 2013) est réalisée afin d'éliminer les composés lipidiques. Après filtration, le résidu est ensuite séché à température ambiante, à l'abri de la lumière. Les échantillons ainsi séchés sont macérés dans 100ml d'eau distillée (Chidouh *et al.*, 2014) pendant 2 heures à 80°C sous agitation. Une centrifugation (SIGMA. 15PK, 14000 RPM) à 4000rpm pendant 15mn (Chen *et al.*, 2010) est effectuée. Le culot est macéré une deuxième fois par 50ml d'eau distillée dans les mêmes conditions. Une troisième extraction par macération à froid est faite pour le deuxième culot dans 50ml d'eau distillée à température ambiante durant une nuit, puis les trois surnageants sont réunis. Les polysaccharides de l'extrait concentré sont précipités à l'aide de 3 volumes d'isopropanol (95%) (Ibanez & Ferrero, 2003) pendant 24 heures à 4°C. Après une

centrifugation à 4000rpm pendant 15 mn, le culot est récupéré puis lavé trois fois par l'acétone (Zhaunbaeva *et al.*, 2010) représente l'extrait brut de polysaccharides hydrosolubles (Figure 03).

### III.1.2. Calcul de rendement massique

Cet indice est calculé selon la formule de Diallo *et al.* (2004) comme suit :

$$R (\%) = (\text{poids de l'extrait brut des polysaccharides hydrosolubles} / \text{poids de la matière végétal sec}) \times 100$$



**Figure 04.** Schéma générale des différentes étapes d'extraction des polysaccharides

### III.1.3. Composition des extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles de fruit de *Zizyphus Spina Christi*

#### 1) Dosages des oses totaux

##### A. Principe

En milieu acide et à chaud, les liaisons glycosidiques sont hydrolysées. La déshydratation des unités osidiques conduit à la formation de dérivés sulfuriques qui interagissent avec le Phénol pour former des composés de coloration orange-jaune absorbant à 492 nm. Une gamme Étalon de glucose est réalisée avec des concentrations comprises entre 0,1 et 1 g/l.

##### B. Mode opératoire

La solution de réactif de phénol à 5% est préparée par l'ajout de 100ml d'eau distillée à 5g de phénol. La solution mère d'étalon est préparée par l'ajout de 0,1g de glucose dans 100ml d'eau distillée. Dans des 5tubes répétez 3 fois en verres placé un mélange de 200µl d'échantillon et 200µl de phénol 5%. Après homogénéisation, 1ml d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (96%), est rapidement introduit dans le milieu réactionnel. Les tubes sont ensuite incubés à 100°C pendant 5 mn, puis ils sont laissés 30 mn à température ambiante et à l'abri de la lumière. L'absorbance est mesurée à 492 nm (Brudieux, 2007; Ruiz, 2005; Genestie, 2006).

#### 2). Dosage des oses neutres

Pour la détermination des concentrations des oses neutres et des oses acides dans les extraits bruts, il est fait appel aux méthodes de Monsigny et al., 1988 et Asoboe-Hanses 1973.

##### A. Principe

Le dosage des oses constitutifs des polysaccharides repose sur la réaction des dérivés furfuraliques obtenus par action à chaud, d'un acide concentré comme l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), pour divers composés aromatiques tels que le résorcinol pour le dosage des oses neutres (Monsigny *et al.*, 1988) et le méta-hydroxy-diphényle pour le dosage des acides uroniques (Blumenkrantz & Asoboe-Hanses, 1973). La concentration en oses neutres est obtenue par référence à une gamme étalon de glucose et celle des oses acides avec une gamme étalon d'acide uronique. Les gammes d'étalonnages sont réalisées avec des concentrations en glucose et en acide glucuronique comprises entre 0,01 et 0,1 g/l.

**B. Mode opératoire**

Le mode opératoire des dosages des oses neutres et débute par la préparation des réactifs suivie de la description des modes opératoires de chaque type d'oses.

**C. Réactif**

Résorcinol : 0,6g de résorcinol est additionné dans 100ml d'eau distillée, conservé à 4°C à l'obscurité (Warrand, 2004), Borax ( $\text{NaH}_3\text{BO}_4$ ) 120mM : 0,12M Borax : A 0,95 g, il est additionné 1ml  $\text{H}_2\text{O}$  puis complété à 100ml par  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (96%). MHDP 0,15% est préparé par l'ajout de 0,075 g méthahydroxydiphénylamine (MHDP) dans 50ml NaOH 0,5%. La solution mère des étalons, est préparée par l'ajout de 0,1g de glucose ou de l'acide glucuronique dans 100ml d'eau distillée.

**D. Description de mode opératoire de dosage des oses neutres**

Deux cent (200) microlitres de solution à doser sont mis dans des tubes en verre ; 200  $\mu\text{l}$  De solution résorcinol sont ajoutés, puis 1 ml d' $\text{H}_2\text{SO}_4$  à 96% est rapidement introduit dans le milieu réactionnel. Après agitation les tubes sont incubés à l'étuve à 90°C, pendant 30 mn jusqu'à l'apparition d'une couleur jaune brun. Après refroidissement dans un bain de glace Pendant 30 mn et à l'abri de la lumière, l'absorbance est mesurée à 480 nm (Monsigny *et al.*, 1988).

**3). Dosage des protéines**

La méthode de Bradford (1976) a servi à quantifier la concentration de protéines dans les extraits bruts des polysaccharides hydrosolubles obtenus utilisées pour confirmer les résultats.

**Méthode de Bradford**

La teneur en protéines dans les extraits bruts des polysaccharides hydrosolubles est déterminée par la méthode de (Bradford *et al.*, 1976).

**A. Principe**

En milieu acide, le réactif de Coomassie de coloration marron se lie aux protéines provoquant la formation d'un complexe de coloration bleue qui absorbe entre 465 et 595 nm. Une courbe d'étalonnage est tracée en utilisant du sérum albumine bovine (SAB) comme référence standard (Warrand *et al.*, 2004).

**B. Réactif de Bleu de Coomassie**

A 50mg de Bleu de Coomassie sont ajoutés 25ml d'éthanol (95%), puis agités pendant 2h, après filtration sur papier Wattman N°1, 50ml d'acide phosphorique 85% sont ajoutés. Le réactif est dilué jusqu'à 500ml par l'eau distillé. Le réactif est stocké à

l'obscurité et à la température ambiante La solution mère d'étalon est préparée par l'ajout de 0,01g de SAB à 100ml d'eau distillée

#### **4). Activité antioxydante**

Les antioxydants sont des molécules qui retardent ou stoppent le processus d'oxydation et par conséquence régulent l'équilibre redox cellulaire (Aruoma et al, 1996). Les antioxydants les plus connus sont les vitamines, comme l'acide ascorbique (C), le tocophérol (E) et le  $\beta$  carotène (provitamine A). L'évaluation de la capacité antioxydante des extraits bruts dans cette étude, est effectuée suivant 2 tests 2,2-diphenyle-1-picrylhydrazyle (DPPH), et le test de ferrique reducing antioxydant power (FRAP).

##### **1. Test DPPH**

La mesure du pouvoir anti-radicalaire par le DPPH (2,2-diphenyle-1-picrylhydrazyle, est une méthode utilisée pour évaluer l'activité antioxydante *in vitro* par deux approches d'une part, la détermination de la réduction relative du radical DPPH• à un temps de référence ou la détermination de la quantité d'antioxydant nécessaire pour réduire 50% de DPPH• et d'autre part, le suivi de la cinétique de la réduction (Popovici *et al.*, 2009). L'activité est définie par l'indice de la réduction de l'activité anti-radicalaire en pourcentage (pourcentage d'inhibition) Radical Scavenger Activity (RSA), où l'absorbance du mélange réactionnel qui contient le radical libre et l'échantillon de l'antioxydant est reliée avec l'absorbance du mélange sans aucun antioxydant (solution témoin ou contrôle).

##### **A. Principe**

Le DPPH est un radical libre stable, caractérisé par sa couleur violet foncé, qui disparaît après réduction par un antioxydant donneur de protons (hydrogène). Plus la décoloration est rapide, plus le donneur d'hydrogène est considéré comme un antioxydant puissant. La perte de couleur peut être suivie par la mesure de l'absorbance au spectrophotomètre à 515 nm. Le pourcentage d'inhibition est calculé selon la formule suivante (Cheng *et al.*, 2013)

##### **B. Mode opératoire**

Un dosage de piégeage des radicaux DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl) a été utilisé pour déterminer, par méthode spectroscopique, la capacité antioxydante relative des plantes. Les activités antiradicalaires des extraits de plantes ont été estimées selon la méthode de Naidu et al. Des solutions mères d'extraits (5 mg/ml) ont été préparées et

diluées à des concentrations finales de 1000, 500, 250, 125 et 62,5 mg/ml dans de l'éthanol. 600 µL de DPPH dans une solution d'éthanol ont été ajoutés à 400 µL d'extraits ou de solution étalon, puis mélangés à 200 µL d'eau. La vitamine C (comme solution témoin) a été dosée à des concentrations de 1000, 500, 250, 125, 62,5 mg/ml dans des conditions similaires. Les mélanges ont été incubés à 37 °C pendant 30 minutes dans l'obscurité. L'absorbance de l'échantillon a été mesurée à 517 nm, comme décrit dans (Naidu *et al.*, 2019)

### **Calcul de pourcentage d'inhibition**

$$P(\%) \text{ inhibition} = \left( \frac{\text{absorbance de control} - \text{absorbance de l'échantillon}}{\text{absorbance de control}} \right) \times 100$$

## **2. Test FRAP**

Le test de Ferrique Réduction Antioxydant Power (FRAP) est un procédé utilisé pour l'évaluation du « pouvoir antioxydant » à la réduction de l'ion ferrique en l'ion ferreux à un pH bas, dont il provoque un complexe ferreux de couleur pour former tripyridyltriazine. Le dosage de la FRAP est peu coûteux, les réactifs sont simples à préparer, les résultats sont hautement reproductibles. La procédure est simple et rapide (Youbai *et al.*, 2015).

### **A. Principe**

L'activité antioxydante a été évaluée par le test FRAP selon le principe colorimétrique. Ce test repose sur la réduction du complexe ferrique-tripyridyltriazine incolore en un complexe ferreux-tripyridyltriazine bleu foncé en présence d'antioxydants. L'intensité de la coloration résultante, mesurée à 595 nm est directement proportionnelle à la concentration des antioxydants dans l'échantillon. La méthode a été standardisée en utilisant le Trolox comme référence (Oyaizu *et al.*, 1986).

### **B. Réactif**

Trois solutions A, B, et C sont préparées et mélangées dans les proportions : 10V:1V:1V, puis chauffées à 30°C pendant 15mn dans un bain-marie juste avant l'utilisation. (Solution A tampon pH 6.6) Solution B: A 5g de acide trichloracétique (TCA), 50ml d'eau distillée, est ajouté, Solution C: dissoudre 0,05g FeCl<sub>3</sub> dans 50ml eau distillée.

### **C. Mode opératoire**

Le protocole expérimental impliquait le prélèvement de 500 µl d'échantillon. Une gamme d'étalons est préparée par l'acide ascorbique (vitamine C) de différentes concentrations (1000,500,250,125...mg/ml). Suivi de l'ajout de ferrocyanure de

potassium (1%) et de 1,25 ml de solution tampon (0,2 M, pH 6,6). Le mélange a été incubé pendant 30 minutes à 50 °C dans un bain-marie. La réaction a été stoppée par l'ajout de 1,25 ml d'une solution aqueuse de TCA (acide trichloroacétique) à 10%, puis centrifugée à 3000 tours par minute pendant 5 minutes. Ensuite, 1,25 ml du surnageant a été mélangé avec 1,25 ml d'eau distillée et 250 µl de FeCl<sub>3</sub> (chlorure de fer (III)) à 0,1%.

Les résultats ont exprimé à la EC50, après calcul des valeurs du pouvoir antioxydant réducteur ferrique selon (Yazdani, et al. 2019) comme suit :

Pour le dosage du pouvoir antioxydant réducteur ferrique (dosage FRAP), le pourcentage d'inhibition (IP) est donné par :

$$IP (\%) = 100 - \frac{OD \text{ contrôle}}{OD \text{ échantillon}} \times 100$$

Où :

I% : pourcentage d'inhibition antioxydante du radical libre FRAP.

\* DO contrôle : correspond probablement à la densité optique du témoin.

\* DO échantillon : correspond probablement à la densité optique de l'échantillon.

## III.2. Etude de polyphénol

### III.2.1. Extraction des polyphénols

Pour l'extraction, trente grammes (30 g) de poudre de fruits ont été trempés dans cent millilitres (100 ml) de solution hydro méthanoïque à 70 % pendant vingt-quatre heures (24 h) à température ambiante avec agitation intermittente pour augmenter l'efficacité de l'extraction. L'extrait liquide a été séparé du résidu solide par filtration à l'aide de papier filtre Wattman n°1. Le filtrat résultant, qui représente l'extrait méthanol brut contenant des composés polyphénols, a été concentré par chauffage doux dans un bain-marie à une température ne dépassant pas 40°C pour éviter la décomposition thermique des composés et réduire le volume de solvant. L'extrait concentré a ensuite été séché dans un four à 60°C jusqu'à obtenir un poids constant d'extrait polyphénol total (Omar *et al.*, 2018) (Figure04).



Figure 05. Polyphénol brut

### III.2.2. Analyse de l'extrait aqueux de fruit de *Zizyphus Spina Christi*

#### 1) Analyse qualitative de l'extrait de fruit de *Zizyphus Spina Christi*

##### A. Tests Préliminaires

##### ✚ Test des composés phénoliques

L'extrait (0,1 g) a été dissous dans 3 ml d'eau distillée et 5 gouttes de  $\text{FeCl}_3$  ont été ajoutées. Le développement d'une couleur verte indique la présence de phénols. La présence de composés phénoliques a été caractérisée par l'apparition d'une couleur bleue verdâtre (Rosine et Momo., 2009).

**✚ Caractérisation des flavonoïdes**

A 3 ml d'extrait aqueux, ajoutez 5 ml d'acide chlorhydrique, puis quelques morceaux de magnésium. En présence de flavonoïdes, la couleur orange est apparue (Ciulcl *et al*, 1982).

**✚ Caractérisation des tanins condensés**

L'ajout de trichlorure du fer ( $\text{FeCl}_3$ ) 1% permet de détecter la présence ou non des tanins. La couleur vire au bleu noir en présence des tanins galliques, et au bleu verdâtre en présence des tanins catéchiques (tanins condensés) (Dohou *et al.*, 2003).

**✚ Caractérisations des saponines**

Deux milligrammes de l'extrait ont été introduit dans un tube à essai contenant 4 ml d'eau distillée puis l'ensemble a été chauffé pendant 5 min. Après refroidissement et filtration, 5 ml de filtrat ont été introduits dans un second tube à essai et agités pendant 1 min. Après 15min de repos, l'épaisseur de la mousse a été mesurée à l'aide d'une règle graduée. Une hauteur de mousse d'au moins un centimètre a indiqué la présence des saponines (Rosine et Mom., 2009).

**✚ Caractérisation des alcaloïdes**

Le réactif de Mayer a été utilisé pour caractériser la présence des alcaloïdes dans l'extrait de fruit des *Zizyphus Spina Christi*, l'extrait est repris dans quelques ml d'HCl 50%. La formation d'un précipité jaune, après rajout de quelques gouttes du réactif de Mayer, témoigne de la présence d'alcaloïdes (Dohou *et al.*, 2003).

**2) Analyse quantitative de l'extrait des fruits des *Zizyphus Spina Christi*****A. Dosages des polyphénols totaux**

Le dosage des polyphénols totaux dans l'extrait des fruits de *Zizyphus Spina Christi* est effectué selon la méthode de Folin Ciocalteu (Wong *et al.*, 2006). En bref, la réaction consiste en une solution de FC à 10%. 200µl de l'extrait (dissous dans l'eau distillée) est ajouté à 1 ml du réactif de Folin Ciocalteu (dilué 10 fois par l'eau distillée). Après 4 min, 800µl de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (75g/l) sont ajoutés, après agitation, l'ensemble est incubé à l'ombre pendant 2 heures. L'absorbance est lue à 765nm par un spectrophotomètre. La concentration des polyphénols totaux est calculée à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique (0-200 µg/ml). Les résultats sont exprimés en microgramme d'équivalent d'acide gallique par un milligramme de l'extrait (µg EAG/mg d'extrait).

**B. Dosage des Flavonoïdes**

La méthode du trichlorure d'aluminium (Chouikh *et al.*, 2018) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans l'extrait. 0.5ml l'échantillon et du standard (préparé dans l'eau distillée) est ajouté à 0.5ml de la solution d' $\text{AlCl}_3$  2% . Après incubation pendant 1 heure à température ambiante et dans l'obscurité. L'absorbance a été mesurée à  $\lambda = 420 \text{ nm}$  à l'aide d'un spectrophotomètre UV.

Les concentrations des flavonoïdes sont déduites à partir de la gamme d'étalonnage établie avec la quercétine (0-35  $\mu\text{g/ml}$ ) et sont exprimées en microgramme d'équivalent de quercitrine par milligramme d'extrait ( $\mu\text{g EQ/mg}$  d'extrait).

**C. Dosage des tanins condensés**

Le dosage des tanins condensés dans l'extrait du *Zizyphus Spina Christi* est effectué selon la méthode de Broadhurst et Jones (1978), modifiée par Heimler *et al.*, (2006). Le principe de ce dosage est basé sur la fixation du groupement aldéhydique de vanilline sur le carbone 6 du cycle A de la catéchine pour former un complexe chromophore rouge qui absorbe à 500nm pour 200 $\mu\text{l}$  de l'échantillon ou standard, on ajoute 1ml d'une solution de vanilline (4% dans le méthanol), et 0.75 ml d'acide hydrochlorique concentré. Le mélange est incubé durant 15 min et l'absorbance est lue à 500nm. Les concentrations des tanins condensés sont déduites à partir des gammes d'étalonnage établies avec la catéchine (0-300 $\mu\text{g/ml}$ ), et sont exprimées en microgramme d'équivalent catéchine par milligramme d'extrait ( $\mu\text{g ECT/mg}$ ).

**III.2.3. Activité antioxydante****Effet scavenger du radical DPPH**

Pour étudier l'activité antiradicalaire de l'extrait, nous avons opté pour la méthode qui utilise le DPPH (diphényl picryl-hydrayl) comme un radical libre relativement stable, selon le protocole décrit par (Kirby *et al.*, 2005). Dans ce test les antioxydants réduisent le diphényl picryl-hydrayl ayant une couleur violette en un composé jaune, le diphényl picryl-hydrazine, dont l'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (Sanchez-Moreno *et al.*, 2002). Brièvement, la solution de DPPH est préparée par solubilisation de 2mg de DPPH dans 50 ml de méthanol. 600 $\mu\text{l}$  d'extrait ou de standard est ajouté à 600  $\mu\text{l}$  DPPH, le mélange est laissé à l'obscurité pendant 30 min et la décoloration par rapport au contrôle négatif contenant uniquement la solution de DPPH est mesurée à

517 nm. L'activité antiradicalaire est estimée par la CI50, qui correspond à la concentration inhibant 50 % des radicaux libres. Une CI50 plus élevée indique une activité antioxydante plus faible selon l'équation ci-dessous:

$$\% \text{ activité antiradicalaire} = [(Abs \text{ contrôle} - Abs \text{ échantillon}) / Abs \text{ contrôle}] \times 100$$

Les concentrations d'extrait dans le milieu réactionnel sont comprises entre 0,0006 - 50mg /ml et entre 6-100 µg/ml.

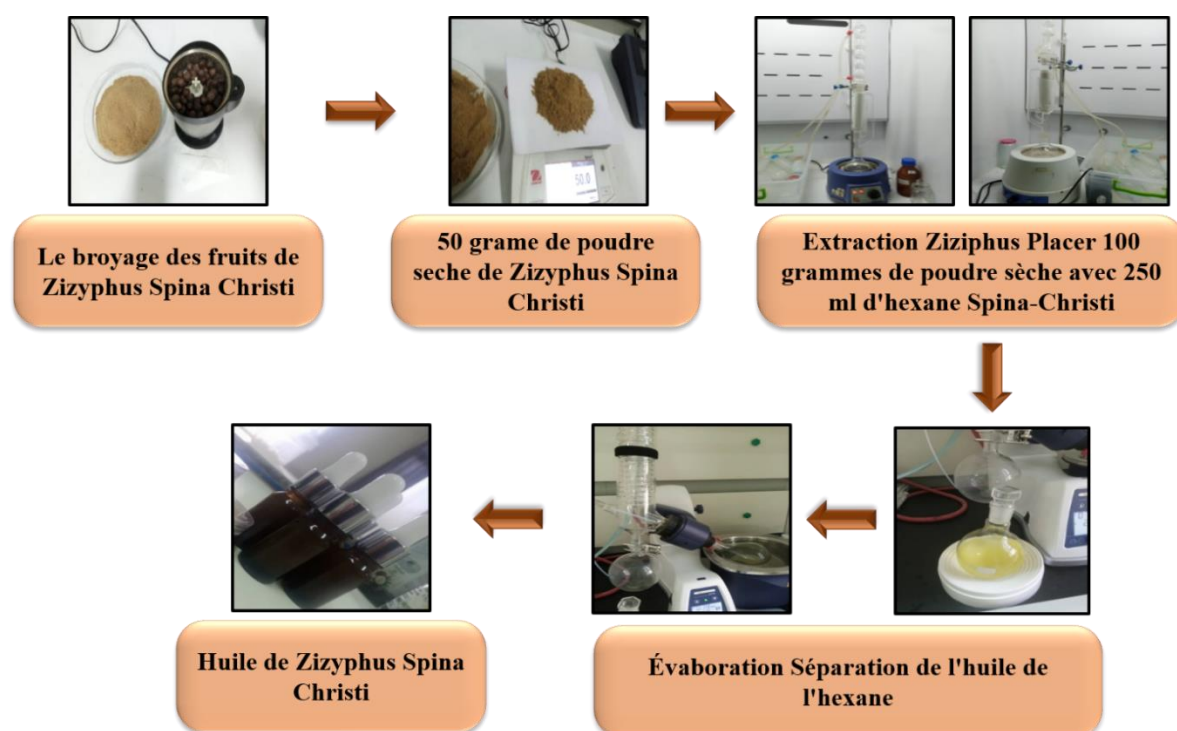
### III.3. Etude des huiles de *Zizyphus Spina Christi*

#### III.3.1. Extraction d'huile

L'extraction est réalisée à l'aide d'un appareil Soxhlet, un dispositif en verre conçu pour l'extraction efficace des composés aromatiques présents dans les matériaux végétaux. L'huile doit être protégée de risque d'oxydation, d'élévation de l'acidité libre et des Contaminations par les matériaux de contact et par les métaux (fer et cuivre). Il convient donc de la conserver, dans la mesure du possible, à l'abri de la lumière, de la chaleur et de l'humidité, dans des réservoirs d'une parfaite propriétés en utilisant des emballages appropriés (Figure 05).

##### A. Principe

Quand le ballon est chauffé, les vapeurs de solvants passent par le tube adducteur, se condensent dans le réfrigérant et retombent dans le corps de l'adducteur, faisant ainsi macérer les résidus dans le solvant. Le solvant condensé s'accumule dans l'extracteur jusqu'à atteindre le sommet du Tube siphon, qui provoque alors le retour du liquide dans le ballon, accompagné des substances Extraites. Le solvant contenu dans le ballon s'enrichit progressivement en composés soluble, il peut être nécessaire de réaliser plusieurs extractions successives pour récupérer une quantité suffisante d'extrait (El Kalamouni *et al.*,2010).



**Figure 06.** Protocole d'extraction de l'huile de *Zizyphus Spina Christi*

## B. Mode opératoire

Le protocole d'extraction suivi est la méthode normalisée du Soxhlet décrite par la méthode Standard d'AFNOR NF et ISO 659 (1998).

Peser à 100g de fruits de Zizyphus et Introduire l'échantillon (une quantité ne dépasse pas le (2/3) dans un ballon conique de 250 ml, Mettre l'échantillon dans l'appareil extracteur "Soxhlet" avec l'ajout de quantité nécessaire de solvant (n-hexane). Conduire le chauffage dans des conditions telles que le débit du reflux soit au moins de 3 gouttes à la seconde. Le solvant va s'évaporer puis condenser, et le liquide tombe sur la substance à extraire, Lorsque la partie intermédiaire est suffisamment remplie de solvant, le siphon s'amorce et le solvant contenant la substance à extraire retourne dans le ballon chargé en liquides, Après 5 heures d'extraction, on récupère le mélange (solvant et extrait). Après la récupération de mélange on passe à la filtration pour séparer la matière solide. La solution obtenue est évaporée dans le rotavapeur pour récupérer le solvant à 75°C, ce qui permet de récupérer l'huile seule.

## C. Calcul de rendement d'extraction

Le rendement d'huile zizyphus est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids des fruites à traiter. Le rendement d'extraction est calculé par gravimétrie selon la formule suivante :

$$\text{Teneur en huile fixe \% (p/p)} = 100 * (\text{Poids d'huile fixe Obtenue} / \text{Poids des$$



Figure 07. Matériel utilisé pour l'extraction de l'huile végétale

### III.3.2. Détermination des paramètres physico-chimiques

- **Détermination de PH.**

Le pH mesure l'acidité d'un liquide. Sa valeur s'exprime sur une échelle graduée de 0 à 14 où 1 désigne une substance fortement acide, 7 une substance neutre, et 14 une substance fortement basique. Nous avons pris du papier pH et en avons trempé une partie dans l'huile et le processus était pour cette plante.

### III.4. Fabrication de produits cosmétiques : crèmes hydratantes des deux types et baumes à lèvres

#### III.4.1. Matériels et méthodes

Ce travail expérimental vise à formuler une crème naturelle en valorisant les propriétés de la plante Sidr (*Ziziphus Spina-Christi*). Ces composants sont largement reconnus pour leur potentiel dans diverses applications industrielles, notamment dans le domaine des produits semi-pharmaceutiques et cosmétiques. Cette crème est spécialement formulée pour ses propriétés hydratantes pour la peau.

Afin d'évaluer la qualité du produit fabriqué, diverses expériences biologiques ont été réalisées sur des extraits des fruits de la plante. Ces tests visent à garantir l'efficacité et la sécurité du produit.

#### III.4.2. Matières végétales

La matière première utilisée dans cette étude est issue de la plante *Ziziphus spina-christi*, une espèce largement répandue en Algérie. Deux types d'extraits ont été exploités : un extrait polyphénolique obtenu à partir des parties aériennes de la plante, et une huile végétale extraite de ses fruits (Figure 07). Ces deux fractions ont servi de base pour l'évaluation des propriétés biologiques et l'élaboration de formulations cosmétiques.



**Figure 08.** Les matières premières polyphénols est de l'huiles extraite de la plante *Ziziphus Spina-Christi*

### ❖ Définition de crème hydratante

La crème hydratante est un produit cosmétique utilisé pour maintenir l'hydratation de la peau et la protéger du dessèchement. Il est formulé avec une combinaison d'ingrédients aqueux et huileux, aidant à hydrater et nourrir la peau en profondeur. Sa formulation repose sur la technologie d'émulsification, qui permet la combinaison de deux substances naturellement non miscibles, l'huile et l'eau, à l'aide d'un émulsifiant qui agit comme liant entre elles (Ansel *et al.*, 1995).

#### • Phase huileuse (réparatrice et nourrissante)

Cette phase est composée d'huiles végétales naturelles telles que l'huile d'avocat, l'huile de coco et d'autres huiles riches en acides gras, en plus de beurres naturels tels que le beurre de karité, de cacao et de mangue, connus pour leurs propriétés nourrissantes et réparatrices pour les cellules de la peau. De la cire d'abeille est parfois ajoutée pour augmenter la consistance de la crème et la protéger des facteurs externes (Le Hir *et al.*, 2002).

#### • Phase aqueuse (hydratante et rafraîchissante)

Il contient de l'eau distillée comme ingrédient principal, en plus d'autres ingrédients tels que les eaux aux herbes, qui ajoutent des bienfaits thérapeutiques et apaisants à la peau, ainsi que de la glycérine végétale, qui agit comme un hydratant efficace en attirant l'eau vers les couches de la peau, aidant à hydrater la peau de l'intérieur et à maintenir son élasticité (Léal-Calderon *et al.*, 2007).

#### • Les émulsions

Les émulsifiants sont des substances chimiques ou naturelles qui ont des propriétés dipolaires, ce qui signifie qu'une partie est attirée par l'eau et l'autre par l'huile, ce qui leur permet de combiner les phases aqueuse et huileuse en une composition unique et homogène. Ces ingrédients sont utilisés pour assurer la consistance de la crème et empêcher ses composants de se séparer, maintenant ainsi son efficacité et sa stabilité pendant l'utilisation (Derras *et* Bechlaghem., 2017).

**Tableau 01.** Types de crèmes selon le pourcentage d'huile

Types de crèmes	Crème de jour	Crème de nuit	Cold Cream
L'huile%	15%	15% et 30%	40%

### III.4.3. Méthodes

#### 1. Formulation de la crème hydratante

##### A. Crème hydratante à l'extrait d'huile de *Ziziphus Spina-Christi*

La formulation d'une crème cosmétique, qu'elle soit destinée à un usage diurne, nocturne ou à un traitement spécifique (par exemple, anti-acnéique), repose sur une approche systématique et rigoureuse. Les étapes suivantes décrivent le processus de conception.

Le processus débute par la définition de l'objectif de la crème et de son type d'application (jour, nuit, ou traitement ciblé). Cette première étape oriente l'ensemble de la formulation.

Ensuite, la sélection des huiles est cruciale et doit être effectuée en fonction du type de peau visé et de l'effet recherché. À titre d'illustration, pour les peaux grasses, une combinaison d'huile de jojoba à 10 % et d'huile de nigelle à 5 % est souvent préconisée, portant le total des huiles à 15 % de la formulation.

La troisième étape consiste à déterminer le ratio d'émulsion, qui influence la texture et la légèreté de la crème. Pour une crème légère, un ratio d'environ 6 % d'émulsifiant, tel que la cire N2, est fréquemment utilisé en raison de sa capacité à former des émulsions stables et de sa compatibilité avec divers types de peau.

Parallèlement, les principes actifs sont choisis en fonction de l'efficacité souhaitée et des besoins spécifiques du type de peau. Par exemple, l'huile de *Ziziphus spina-Christi* peut être incorporée à une concentration de 0,6 % pour ses propriétés bénéfiques.

L'ajout de conservateurs est indispensable pour assurer la stabilité microbiologique et la durée de vie du produit. La vitamine E, à une concentration typique de 0,5 %, est un antioxydant couramment utilisé pour prévenir l'oxydation des lipides et protéger l'intégrité de la formule.

Enfin, la phase aqueuse est ajustée pour atteindre 100 % de la formulation totale. Si la somme des pourcentages des ingrédients précédents atteint 25,9 %, l'eau représente alors 74,1 % du volume final. Cette approche garantit une composition précise et équilibrée de la crème.

##### B. Crème hydratante à l'extrait brut polyphénol

La création d'une crème cosmétique personnalisée débute par la définition de son objectif (crème de jour, de nuit, ou traitement spécifique), ce qui guide ensuite le choix

des huiles végétales adaptées au type de peau et aux besoins. Par exemple, une peau sèche et mature bénéficierait d'une synergie de 10% d'huile d'argan et 5% d'huile de rose musquée pour leurs propriétés nutritives et régénératrices. Pour une texture légère, un émulsifiant comme la cire N2 à 6% est idéal, assurant une émulsion stable. L'incorporation de principes actifs ciblés est cruciale ; ainsi, un extrait de pépins de *Zizyphus Spina Christi* riche en polyphénols à 0,8% offrirait une protection antioxydante pour une crème anti-âge. La vitamine E à 0,5% est ensuite ajoutée pour ses vertus conservatrices et antioxydantes, prolongeant la durée de vie du produit tout en bénéficiant à la peau. Enfin, la phase aqueuse complète la formule, représentant le pourcentage restant pour atteindre 100% de la composition totale, par exemple 77,7% d'eau si les autres ingrédients totalisent 22,3%.

## **2. Fabrication de baumes à lèvres**

Un baume à lèvres naturel et nourrissant avec de l'huile de coco, de l'huile *Zizyphus Spina-Christi*, un émulsifiant et de la vitamine E. Pour commencer, faites fondre 1 cuillère à soupe d'huile de coco biologique et 1 cuillère à café d'émulsifiant (cire d'abeille ou cire de Chandella) au bain-marie jusqu'à obtenir un mélange liquide et clair. Ensuite, ajoutez 1/2 cuillère à café d'huile *Zizyphus Spina-Christi* et mélangez bien. Retirez du feu, puis incorporez 2 à 3 gouttes d'huile de vitamine E et quelques gouttes d'huile essentielle naturelle si vous le souhaitez. Versez rapidement le mélange liquide dans des contenants propres et stérilisés, puis laissez refroidir à température ambiante pendant 20 à 30 minutes jusqu'à ce que le baume se solidifie. Enfin, conservez les pots fermés dans un endroit frais et sec, à l'abri de la lumière directe du soleil.

# Chapitre 2 : Résultats et Discussion

Les résultats d'analyses et des activités biologiques testées des extraits bruts de polysaccharides hydrosolubles, et de polyphénols, et de l'huile de *Ziziphus-spina Christi* sont décrite dans ce chapitre.

## I. Étude de polysaccharide

### I.1. Rendement massique

Le rendement d'extraction des polysaccharides hydrosolubles à partir des fruits de *Z. Spina-Christi* s'élève à environ 2,33% (Figure 08). Ce rendement est nettement supérieur à celui obtenu à partir des feuilles de *Z. lotus*, qui n'a enregistré qu'un rendement de 0,49% (Boual *et al.*, 2009).

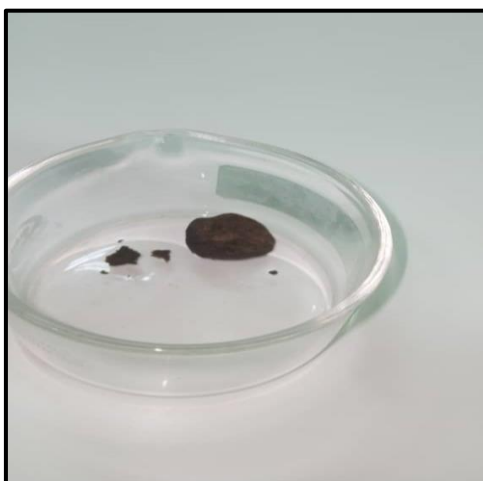


Figure 09. Le rendement de polysaccharide

### I.2 Composition de l'extrait brut de polysaccharides hydrosolubles

#### I.2.1. Dosages Totaux

Concernant les glucides totaux, l'extrait de fruits de *Z. Spina-Christi* en contient environ 21%. En revanche, la proportion de glucides totaux dans l'extrait de feuilles de *Z. lotus* est plus élevée, atteignant  $28,79\% \pm 10,18\%$  (Boual *et al.*, 2009).

#### I.2.2. Dosages Neutres

La comparaison de la teneur en glucides neutres révèle des différences structurelles significatives. Alors que les glucides neutres représentent une proportion très élevée, soit 99% des glucides totaux dans l'extrait de *Z Spina-Christi*, cette proportion est très supérieure à celle de *Z. lotus*, où les glucides neutres ne constituent qu'environ 60,13% des glucides totaux (Boual *et al.*, 2009).

### I.2.3. Dosages Protéines

L'extrait de fruits de *Z Spina-Christi* présente un pourcentage de protéines totales de 15%. Cette proportion est inférieure à celle observée dans l'extrait de feuilles de *Z. lotus* (26,3%  $\pm$  2,97%) (Boual *et al.*, 2009).

Ces résultats sont acceptables et confirment l'efficacité du protocole utilisé pour l'extraction et l'analyse des polysaccharides des deux échantillons.

L'explication de l'écart dans les valeurs obtenues tient principalement à des différences méthodologiques et environnementales. Premièrement, les solvants d'extraction utilisés sont distincts : l'eau distillée a été employée pour *Z lotus*, tandis que l'éther de pétrole a été utilisé pour *Z Spina-Christi*. Cette différence fondamentale dans la polarité des solvants peut extraire des fractions polysaccharidiques différentes ou des impuretés variées. Deuxièmement, la méthode d'extraction elle-même peut varier. Troisièmement, la région géographique d'où proviennent les échantillons, les facteurs climatiques dominants (notamment la disponibilité de l'eau d'irrigation), les propriétés physiologiques du sol, et le moment de la collecte des échantillons jouent tous un rôle significatif dans la composition phytochimique des plantes. Le fait que les fruits du jujubier aient été utilisés pour *Z Spina-Christi* et les feuilles pour *Z. lotus* est également un facteur crucial, car les différentes parties d'une plante peuvent concentrer des composés variés.

**Tableau 02.** Rendement d'extraction et teneurs en oses totaux, oses neutres, et protéines dans les extraits bruts des polysaccharides hydrosolubles

Type de dosage	Pourcentage (%)
Oses totaux	21
Oses neutre	99
Protéines (BRADFORD)	15
Rendement	2.33

### I.3. Activités biologiques des extraits bruts polysaccharidiques

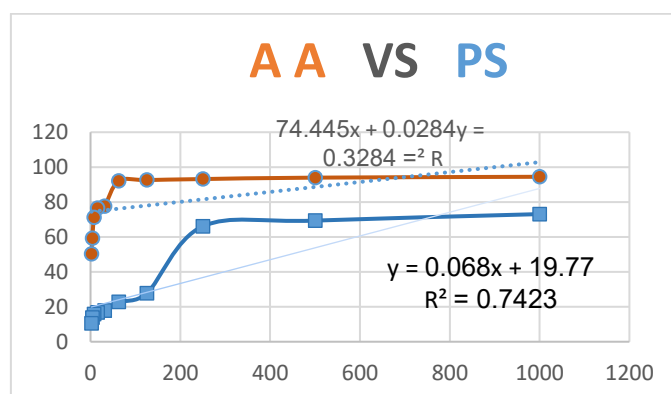
Les résultats obtenus des activités biologiques antioxydante de ZSC.

• **Activité antioxydante**

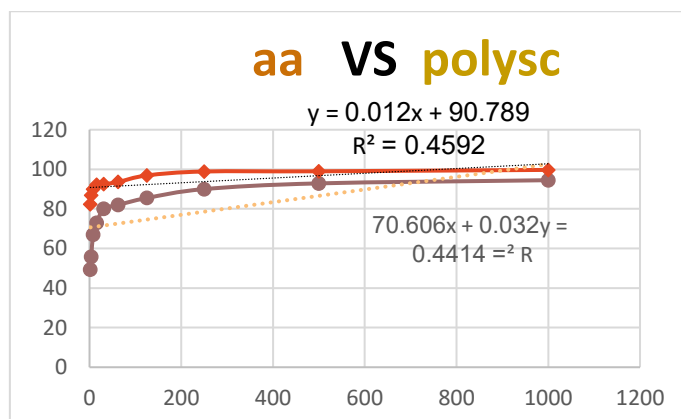
Dans le tableau 2, il est présente les résultats des tests DPPH et FRAP pour certaines parties du *Ziziphus Spina Christi*. Il inclut les valeurs de IC50 pour le test DPPH et de CE50 pour le test FRAP, toutes deux exprimées en micromoles/g. Ces valeurs représentent la concentration à laquelle une inhibition de 50 % a été observée (pour le test DPPH) ou une concentration efficace de 50 % (pour le test FRAP). La concentration dans les deux tests était de 100 mg/ml.

**Tableau 03.** Résultats IC50 et CE50 pour l'acide ascorbique et pour Polysaccharide DPPH et FRAP

Echantillon / Test	Acide ascorbique	Extrait polysaccharidique
DPPH	IC50=873.03 µg /ml	IC50=444,50 µg /ml
FRAP	EC50=3.39 µg /ml	EC50=64.39 µg /ml



**Figure 10.** Activité anti radicalaire de l'extrait polysaccharidique vis-à-vis le radical DPPH



**Figure 11.** Activité anti radicalaire de l'extrait polysaccharidique vis-à-vis le radical FRAB

Quand :

**X** : Concontration

**Y** : Taux d'inhibition des radicaux libres

**R** : est la force de la relation concentration-inhibition

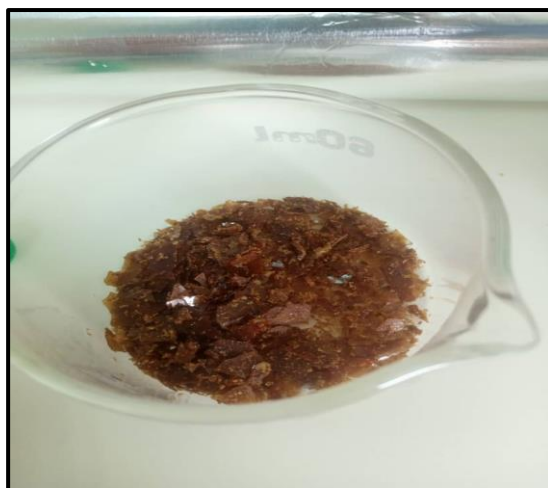
À travers les données de la courbe et les résultats du tableau 2, nous constatons que le rapport  $IC_{50}$  de l'échantillon est égal à 444,50  $\mu\text{g/ml}$ , ce qui est très faible par rapport à l'acide ascorbique  $IC_{50} = 873,03 \mu\text{g/ml}$ , ce qui indique que l'extrait de polysaccharide a une capacité significative à inhiber les radicaux libres, car elle augmente avec l'augmentation de la concentration de l'extrait. Par conséquent, cette plante **ZSC** contient des composés donateurs d'hydrogène tels que les phénols et les flavonoïdes. Ce résultat a été déduit en comparant le pourcentage de pouvoir réducteur de l'extrait polysaccharide avec /acide ascorbique où polysaccharide présente un pourcentage d'inhibition de  $EC_{50}=64,39 \mu\text{g/ml}$ , et d'acide ascorbique  $EC_{50}=3,39 \mu\text{g/ml}$ . Nous constatons qu'il existe une différence notable entre les deux échantillons, et certainement en comparaison avec les résultats précédents tels que l'étude qui confirme la grande efficacité de cet extrait dans la réduction de l'absorbance du DPPH à des taux augmentant avec la concentration de l'extrait, ce qui confirme l'efficacité complète de la plante *Ziziphus Spina Christi* comme source naturelle d'antioxydants. Nous concluons donc que cet échantillon étudié possède une activité antioxydante et peut être utilisé dans les domaines pharmaceutique, alimentaire et cosmétique. Antioxydant (test DPPH)

## II. Etude de l'extrait polyphénolique

Des extraits polyphénoliques ont été préparés à partir des fruits du *Zizyphus Spina Christi*,

### II.1. Rendement massique

Dont le rendement de polyphénols obtenu est de 8%, ce qui est plus intéressant que le rendement massique obtenu de l'extrait polysaccharidique enregistré soit de 2.33%.



**Figure 12.** Le rendement de polyphénol

L'analyse des composants du fruit du *Zizyphus Spina Christi* révèle que les polyphénols sont significativement dominants, constituant 8% du poids total par rapport aux polysaccharides, qui ne représentent que 2,33%, ce qui signifie que la concentration en polyphénols est environ 3,4 fois plus élevée. Cette concentration élevée de polyphénols indique que le fruit du jujube est une source riche de composés bioactifs, aussi connus pour être de puissants antioxydants qui combattent le stress oxydatif et présentent des propriétés anti-inflammatoires, antimicrobiennes, anticancéreuses, hépatoprotectrices et antidiabétiques, soulignant leur rôle essentiel dans les bienfaits pour la santé rapportés du fruit. Bien que les polysaccharides soient moins concentrés, ils sont des composants essentiels qui contribuent au stockage de l'énergie, fournissent des fibres alimentaires essentielles à la santé digestive et à la régulation de la glycémie, et peuvent également avoir des propriétés prometteuses en tant qu'immunostimulants et agents antitumoraux. Ces résultats soulignent le grand potentiel du fruit du jujube en tant que source de composés bioactifs bénéfiques pour la santé, tandis que les polysaccharides complètent ces avantages en fournissant une valeur nutritionnelle et un soutien structurel.

**Tableau 04.** Aspect et couleur de l'aspect et couleur de l'extrait des *Zizyphus Spina Christi*

Extrait	Aspect	Couleur
Polyphénol (Méthanoïque)	Poudre	Marron Fonce
Polysaccharide	Poudre	Gris noir

## II.2. Analyse d'extrait des fruits du *Zizyphus Spina Christi*

### II.2.1. Analyse qualitative de l'extrait Méthanoïque des *Zizyphus Spina Christi*

#### 1) Tests préliminaires

Le tableau ci-dessous représente les différents tests de caractérisation de quelques métabolites secondaires dans l'extrait Méthanoïque : polyphénols, flavonoïdes, tanins, alcaloïdes et les saponines.

**Tableau 05.** Résultats des tests préliminaires de quelques métabolites secondaires de l'extrait du *Zizyphus Spina Christi*

Métabolites testés	Remarques	Résultats
Composés Phénoliques	Couleur Bleu verdâtre	+++
Saponines	Absence	-
Flavonoïdes	Couleur orange clair	++
Tanins	Couleur Bleu-noir	+
Alcaloïdes	Couleur jaune	+

Quand :

(+++): présence plus importante

(+): présence,

(-): Absence

### II.2.2. Analyse quantitative de l'extrait des fruits du *Zizyphus Spina Christi*

L'analyse comparative des extraits de fruits et de feuilles de *Zizyphus spina Christi* révèle une distribution quantitative distincte des composés phénoliques. Les dosages ont permis de quantifier la teneur en flavonoïde dans l'extrait de fruits à 13.15 mg EQ/g de poids sec, tandis que les tanins et les phénols totaux ont été mesurés à 45.83 mg équivalent Catéchine par gramme de poids sec (mg EC/g PS) et 1.96mg équivalent acide gallique par gramme de poids sec (mg EAG/g PS), respectivement.

En revanche, l'extrait de feuilles de *Zizyphus spina Christi* comme l'échantillon Nafta et kebelli présente un profil phytochimique contrasté. La concentration en flavonoïdes s'avère significativement plus faible, atteignant 0.01468 mg/g extrait sec valeur initialement en microgrammes convertie pour une comparaison directe). De même, la teneur en tannins est supérieure représentant à 31.98 mg EC/g extrait sec. Il est particulièrement notable que l'extrait de feuilles exhibe une concentration considérablement plus élevée en phénols totaux, avec une valeur de 57.41 mg EAG/g PS, marquant une différence substantielle par rapport à l'extrait de fruits.

Cette disparité quantitative entre les fruits et les feuilles de *Zizyphus spina Christi* indique l'influence significative de la partie de la plante sur la composition chimique en termes de concentration des différentes classes de composés phénoliques. Les feuilles apparaissent nettement plus riches en phénols totaux, tandis que les fruits étudiés présentent des concentrations supérieures en flavonoïdes et en tannins. Ces variations dans la distribution relative des composés phénoliques sont susceptibles d'engendrer des activités biologiques distinctes pour chacun des extraits (Elaloui *et al.*, 2017).

Tableau 06. Teneur des Composés phénoliques

Extrait	Polyphénols	Tannins	Flavonoïdes
TPC (mg GAE/g DW) TFC (mg QE/g DW) CT (mg CE/g DW)	1.96%	45.83%	13.15%

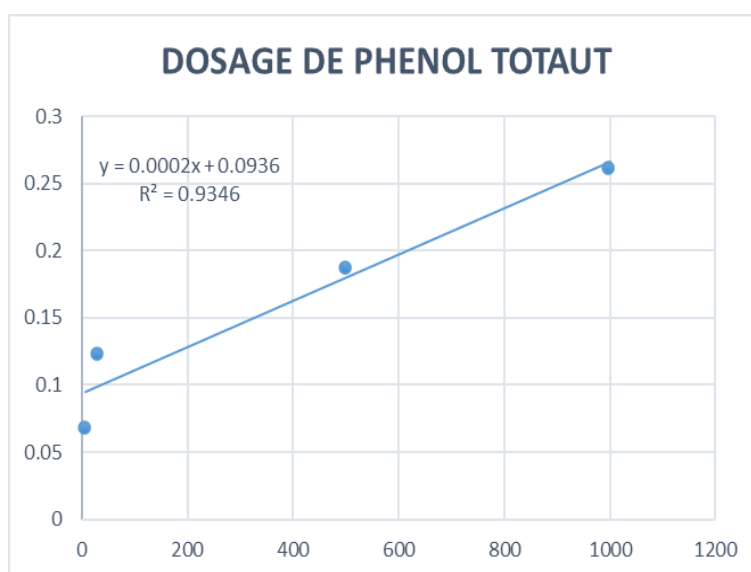


Figure 13. Droite d'étalonnage de l'acide gallique

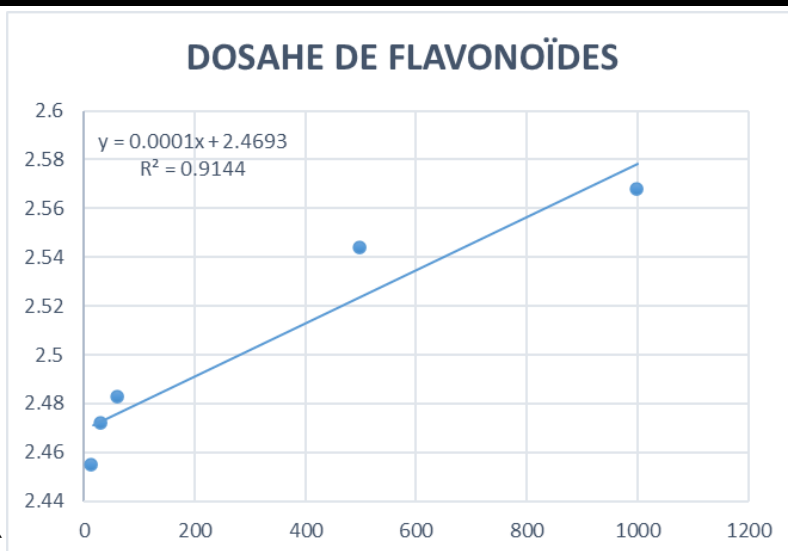


Figure 14. Droite d'étalonnage de la quercétine

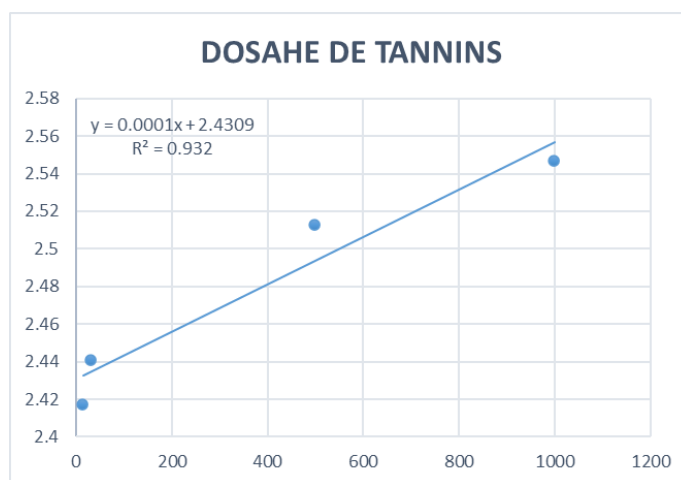


Figure 15. Droite d'étalonnage de la catéchine

Quand :

X : concentration

Y : absorbance

### II.3. Activités biologiques

#### II.3.1. Activités antioxydants

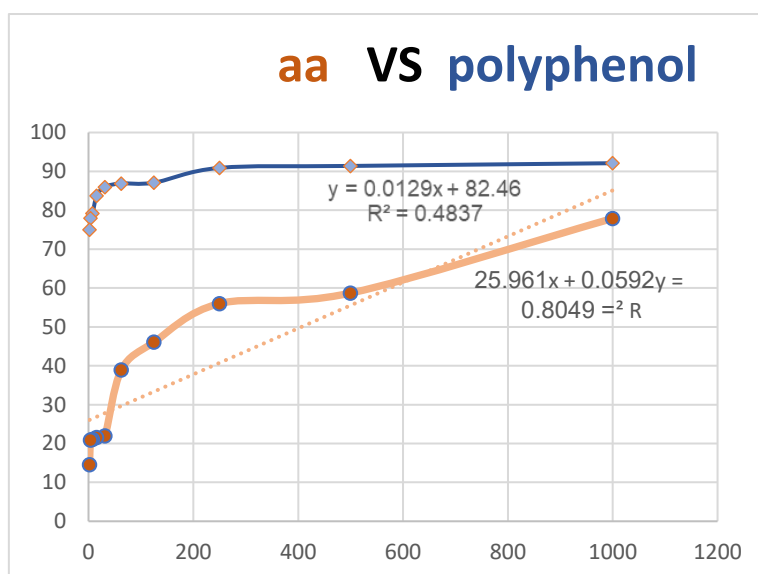
##### 1) Effet scavenger du radical DPPH

Tableau 07. Résultats IC<sub>50</sub> pour l'acide ascorbique et pour Polyphénol DPPH

Echantillons Test	Acide ascorbique	Polyphéno
DPPH	IC <sub>50</sub> =46.06 µg /ml	IC <sub>50</sub> =2.516 µg /ml

Lorsque nous comparons les CI50 de l'échantillon de polyphénol (2,516 µg/ml) avec la CI50 de l'acide ascorbique (46,06 µg/ml), nous constatons que la valeur de la CI50 du polyphénol est très faible car il est inférieur à celle de l'acide ascorbique.

Plus la valeur CI50 est faible, plus le composé ou l'extrait est efficace. Cela signifie que nous avons besoin d'une plus petite quantité d'échantillon de polyphénol pour obtenir le même degré d'inhibition que l'acide ascorbique. Cela suggère fortement que l'échantillon de polyphénol a une activité antioxydante puissante, et significativement plus élevée (ou quelle que soit l'activité mesurée) que l'acide ascorbique dans ce test particulier.



**Figure 16.** Activité anti radicalaire de l'extrait polyphénol vis-à-vis le radical DPPH

Quand :

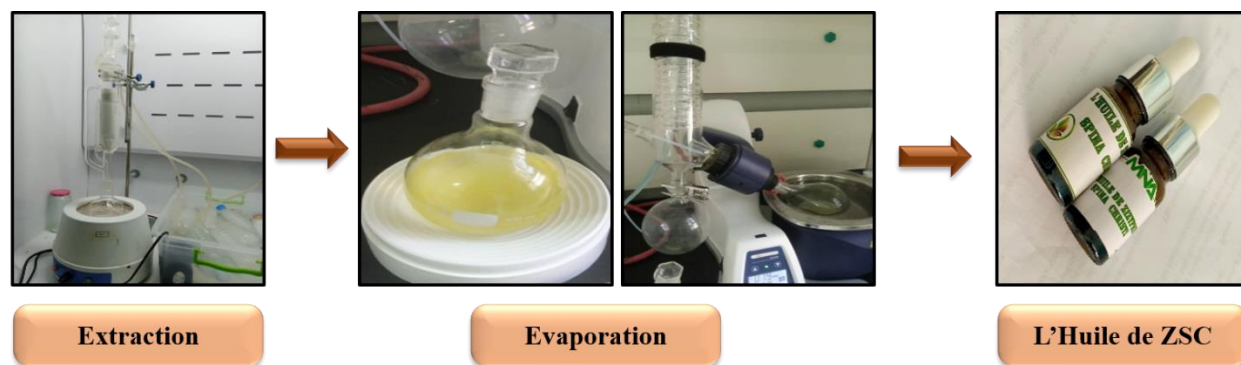
**X** : Conconcentration

**Y** : Taux d'inhibition des radicaux libres

**R** : est la force de la relation concentration-inhibition

### III. Etude des huiles de *Zizyphus Spina Christi*

#### III.1. Extraction de l'huile végétale



**Figure 17.** Huile de *Zizyphus Spina Christi*

L'huile doit être protégée des risques d'oxydation, d'élévation de l'acidité libre et des Contaminations par les matériaux de contact et par les métaux (fer et cuivre). Il convient donc de la conserver, dans la mesure du possible, à l'abri de la lumière, de la chaleur et de l'humidité, dans des réservoirs d'une parfaite propriétés en utilisant des emballages appropriés.

#### III.2. Rendement d'huile *Zizyphus Spina Christi*

L'extraction de l'huile des fruits de *Zizyphus spina-christi* a été réalisée par évaporation. Le rendement en huile fixe obtenu s'élève à 3,16 %.

Les données obtenues mettent en évidence les rendements en huile issus de *Zizyphus spina-christi* provenant de différentes régions, notamment les fruits ainsi que les plantes collectées à Metlili et Djamoura. L'analyse comparative de ces résultats montre une variation significative des rendements, ouvrant la voie à une discussion scientifique approfondie (Wolfersdorf *et al.*, 2015). L'échantillon de plante de la région de Metlili (Laameche & Chehma., 2012) a montré que le rendement en huile le plus élevé de 3,71892 % à partir d'une masse de fruits initiale de 500 grammes, avec un rendement en huile total de 18,5946 grammes. Ce résultat est relativement plus élevé que celui de l'échantillon de fruit de *Zizyphus Spina Christi*, qui a donné 3,16 % (19 grammes d'huile à partir d'une quantité de fruit de 600 grammes), et de l'échantillon de plante de jujubier, qui a donné 3,1685 % (15,8426 grammes d'huile à partir d'un fruit de 500 grammes). Plusieurs facteurs potentiels affectant la variabilité du rendement en huile, ces facteurs peuvent contribuer aux différences observées dans le rendement en huile :

- Conditions environnementales et climatiques : Des facteurs tels que la température, les précipitations, l'ensoleillement et l'humidité jouent un rôle crucial dans la composition chimique du jujubier et, par conséquent, dans la quantité d'huile extraite. La fertilité et la composition du sol ont également un impact direct.
- Variété ou type de jujubier : La génétique des plantes varie selon les variétés, ce qui entraîne des variations naturelles dans la production et la qualité de l'huile.
- Stade de maturation du fruit : Le moment de la récolte influence considérablement la quantité d'huile extraite, car sa teneur change avec la maturation du fruit.
- Méthode d'extraction de l'huile : La technique d'extraction utilisée (comme la pression à froid ou l'extraction par solvant) est un facteur clé de l'efficacité du processus et de la quantité finale d'huile obtenue.
- Facteurs liés au sol : La composition du sol, sa teneur en nutriments et son pH influencent la croissance des plantes et la production d'huile du fruit.

### III.3. Analyses physico-chimiques

#### III.3.1. Propriétés chimiques

La valeur du pH après avoir été mesurée avec la méthode du papier pH indiquée dans la partie matériels et méthodes est : **pH=5**



**Figure 18.** Résultat de mesure de pH

Le pH des fruits de *Ziziphus spina-Christi* est considéré comme une valeur raisonnable, et il est très probable que les fruits Metlili et Djamura partagent cette valeur, mais nous ne pouvons pas dire avec certitude qu'ils sont « similaires » sans effectuer des recherches Précises qui les comparent directement. Sans données

provenant d'études analysant précisément le pH des jujubes récoltés à Metlili et à Jamoura, toute affirmation d'un pH identique des fruits ne serait qu'une simple hypothèse. En comparant les valeurs de pH des fruits de jujube provenant de différents endroits tels que Metlili et Jamoura, il est possible que la valeur du pH soit similaire, par exemple 5. Cependant, pour dire qu'ils sont « identiques », il faut des données scientifiques spécifiques issues d'études menées sur des fruits provenant spécifiquement des deux endroits. pH des fruits de *Ziziphus spina-Christi*. Les fruits du Sidr sont généralement acides. Les recherches indiquent souvent des valeurs de pH comprises entre 4,5 et 5,5. Par exemple, une étude sur la plante Sidr (une espèce apparentée, également appelée jujube) a révélé que le pH du fruit était de  $4,9 \pm 0,23$ , ce qui est proche de 5. Une autre étude sur la plante Sidr mauritanienne (une autre espèce de jujube) a rapporté que le pH du fruit était de  $4,77 \pm 0,01$ .

IV. Etude des crèmes hydratantes des deux types et baumes à lèvres

Tableau 08. Caractéristiques physiques et sensorielles des formulations cosmétiques à base d'extraits de ZSC

Crème Caractérisation	Acide ascorbique	Polyphéno	Baumes a lèvres
Couleur	Blanc	blanc marron	Orange, violet, rose
L' odeur	Fort et calme	Léger et rafraîchissant	Inodore
Consistance de la crème	Crème épaisse	Crème épaisse	Solide



Figure 19. Crème hydratante à l'huile de Sidr, aux polyphénols et au baume à lèvres

# *Conclusion Générale*

## ***Conclusion générale***

---

Cette étude représente une exploration du potentiel prometteur du jujubier (*Ziziphus Spina-Christi*), mettant en lumière son rôle en tant que source riche en composés bioactifs d'une importance capitale. En se concentrant sur l'extraction et la caractérisation des polysaccharides, des polyphénols et de l'huile des graines de jujubier, Le rendement d'extraction des polysaccharides hydrosolubles à partir des fruits de *Z. Spina-Christi* s'élève à environ 2,33% de polyphénols obtenu est de 8%, en huile fixe 3.16%. Les résultats ont révélé des propriétés biologiques prometteuses, notamment les puissantes activités antioxydantes démontrées par les extraits des polysaccharides Test DPPH  $IC_{50}=444,50 \mu\text{g} /\text{ml}$  et pouvoir réducteur de l'extrait polysaccharide FRAP A.A  $EC_{50}=3,39 \mu\text{g}/\text{ml}$ . le  $IC_{50}$  de l'échantillon de polyphénol 2,516  $\mu\text{g}/\text{ml}$  avec la  $IC_{50}$  de A.A 46,06  $\mu\text{g}/\text{ml}$  Cette confirmation scientifique des propriétés traditionnelles du jujubier ouvre de vastes perspectives pour son exploitation dans plusieurs domaines vitaux.

L'importance fondamentale de cette étude réside dans sa capacité à combler le fossé entre les connaissances traditionnelles sur le jujubier et les besoins modernes des industries de pointe, soutenant ainsi l'orientation vers des solutions naturelles et durables :

Domaine pharmaceutique : Les extraits médicinaux du jujubier, en particulier les polysaccharides et les polyphénols avec leurs propriétés antioxydantes et immunomodulatrices, constituent une base solide pour le développement de nouveaux médicaments ou de compléments alimentaires à base de plantes dotés d'une efficacité thérapeutique unique. Ces composés pourraient contribuer à relever des défis sanitaires tels que la résistance microbienne ou les maladies chroniques, enrichissant ainsi l'arsenal thérapeutique disponible.

Domaine commercial et économique : Le développement de produits innovants à base de jujubier, tels que les crèmes, les baumes à lèvres et les produits de soin de la peau, contribue à améliorer la valeur ajoutée de cette plante. Cela crée des opportunités d'investissement et encourage la construction d'industries locales durables basées sur les ressources naturelles, soutenant ainsi les économies locales et fournissant des produits de haute qualité.

## ***Conclusion générale***

---

Domaine cosmétique : L'huile de jujubier, riche en vitamines et en acides gras essentiels, associée aux polyphénols aux propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires, représente une alternative naturelle et prometteuse aux produits cosmétiques synthétiques. Elle peut être utilisée dans les formulations de produits de soin anti-âge, de baumes à lèvres et de produits de régénération cellulaire, répondant ainsi à la demande croissante de cosmétiques propres et efficaces.

Domaine alimentaire : Bien que l'étude se soit concentrée sur les aspects pharmaceutiques et cosmétiques, la mention des polysaccharides qui soutiennent la santé digestive indique la possibilité d'exploiter le jujubier dans l'industrie des compléments alimentaires ou même comme additif fonctionnel dans les produits alimentaires. Les fruits du jujubier eux-mêmes sont riches en éléments vitaux, ce qui en fait un candidat naturel pour améliorer la valeur nutritionnelle des produits.

Cette étude discute des nombreux avantages que l'on peut obtenir du jujubier (*Ziziphus spina-Christi*), confirmant qu'il s'agit d'un trésor naturel qui attend d'être davantage exploré et exploité. En reliant les connaissances traditionnelles à la recherche scientifique moderne, nous contribuons à ouvrir de nouvelles voies pour le développement de produits innovants répondant aux besoins croissants en matière de santé, de beauté et de durabilité. Le chemin reste ouvert pour davantage de recherches collaboratives qui pourront transformer ces potentialités en applications pratiques à grande échelle, au bénéfice de l'être humain et de l'environnement.

Références

Bibliographiques

## Références Bibliographiques

---

### Références

- Abd El-Ghany, H., El-Nemr, S. E., & Ibrahim, W. H. (2020). Polyphenols in *Ziziphus spina-christi*: Chemical composition and biological activities. *Journal of Medicinal Plants Research*, 14(9), 259–268. <https://doi.org/10.5897/JMPR2020.6938>
- Abd El-Salam, A., El-Sayed, S., & Saleh, N. (2018). Antioxidant and antimicrobial activities of *Ziziphus spina-christi*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 12(22), 410-419. <https://doi.org/10.5897/JMPR2018.6629>
- Abolhasani, F., & Ghazvini, A. (2020). Polyphenolic compounds in *Ziziphus spina-christi* as potential therapeutic agents. *Journal of Functional Foods*, 67, 103821. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103821>
- Ahmed, A. A., El-Tayeb, A. M., & Abdel-Farid, I. B. (2014). Floral morphology and pollination of *Ziziphus spina-christi* in drylands. *Plant Ecology*, 215(5), 589–598. <https://doi.org/10.1007/s11258-014-0318-6>
- Ali, M. S., Shah, A., & Muneer, F. (2015). Therapeutic potential of *Ziziphus spina-christi*: A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 169, 202–217. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.04.027>
- Al-Malki, A., El-Massry, M., & Al-Obaid, A. (2018). Anticancer activity of *Ziziphus spina-christi* polyphenolic compounds. *Cancer Science*, 109(12), 4060-4067. <https://doi.org/10.1111/cas.13755>
- Amin, F. U., Aslam, B., & Wali, A. (2020). Antioxidant and pharmacological properties of *Ziziphus spina-christi*: A review. *Antioxidants*, 9(12), 1265. <https://doi.org/10.3390/antiox9121265>
- Ashraf, W., Youssef, H., & Ali, M. (2021). Anti-inflammatory effects of *Ziziphus spina-christi* extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 269, 113711. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113711>
- Ansel, H.C., Popovich, N.G., Allen, L.V. (1995). *Pharmaceutical dosage forms and drug delivery systems*. Lippincott Williams & Wilkins.
- ALaameche, A., Chehma - Livestock Research for Rural (2012).
- ARUOMA O. L., 1996. - Assessment of potential prooxidant and antioxidant actions. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol. 73:1617–1625.
- Basanta, P., Rathi, M., & Bhandari, A. (2020). Polyphenolic content and antioxidant activity of *Ziziphus spina-christi*. *Phytochemistry Reviews*, 19(2), 431–446. <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09699-2>
- Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunete C., Dine T., Vasseur J., Gazin J., Pinkas M., and Luycky M. (1996). Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneimittel-Forschung*, 46:1086–1089.
- BLUMENKRANTZ N., et ASBOE-HANSEN G., 1973. - New method for quantitative determination of uronic acids. *Analytical Biochemistry*, vol. 54: 484–489.
- BOUAL, Zakaria. Contribution à l'étude des polysaccharides de quelques plantes spontanées à caractère médicinal de la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Est algérien). Mémoire de Magister, Université Kasdi Merbah – Ouargla, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Département de.2009

## Références Bibliographiques

---

- BRADFORD M.M., 1976. - A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of proteins utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, vol. 72:248–254.
- BRUDIEUX V., 2007. - Extraction, modification enzymatique et caractérisation chimique de nouvelles structures pectiques. Application de la relation structure/activité à la dermocosmétique. Thèse de Doctorat, Université de Limoges, 220p.
- CHEN R., MENG F., LIU Z., CHEN R., et ZHANG M., 2010. - Antitumor activities of different fractions of polysaccharide purified from *Ornithogalum caudatum* Ait. *Carbohydrate Polymers*, vol. 80: 845–851.
- CHIDOUH A., AOUADI S., HEYRAUD A., 2014. - Extraction, fractionation and characterization of water-soluble polysaccharide fractions from myrtle (*Myrtus communis* L.) fruit. *Food Hydrocolloids*, vol. 35:733–739.
- Ciulel I. (1982). *Methodology for analysis of vegetable drugs*. Ed I.P.A.C. Romania. 67p.
- Diaconeasa, Z., & Pinteá, A. (2018). Polyphenolic content and antioxidant activity of plant species. *Natural Products and Bioprospecting*, 8(2), 149-160. <https://doi.org/10.1007/s13659-018-0199-6>
- Dahlia, F.; Barouagui, S.; Hemida, H.; Bousaadia, D.; Rahmoune, B. (2020). Influence of environment variations on anti-glycaemic, anti-cholesterolemic, antioxidant and antimicrobial activities of natural wild fruits of *Ziziphus lotus* (L.). *South African Journal of Botany*, 132, 215–225.
- Dahija S. et al. (2014). Total phenolic and flavonoid contents, antioxidant and antimicrobial activities of *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn., *Alnus incana* (L.) Moench and *Alnus viridis* (Chaix) DC. extracts. *Natural Product Research*. PMID: 24969264.
- Derras, M. I., Bechlaghem, M. (2017). Essais de mise au point de formulation d'une crème cosmétique hydratante anti âge. Thèse de Doctorat, Université Abou bekr belk aïd faculté de médecine, Telemcen.
- Dohou N., Yani K., Thahrouch S., Idrissi Hassani L-M., Badoc A., Gmira N. (2003). Screening phytochimique d'une endémique ibéro-marocaine: *Thynelaea lathyroides*. *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux*, 142:61–78.
- El-Hawary, M., Abdallah, A. A., & El-Basyoni, M. (2017). Biological activity of *Ziziphus spina-christi* polysaccharides. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 7(8), 63-70. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2017.70809>
- El-Kamali, H. H. (2000). Anatomical studies on the stem and root bark of *Ziziphus spina-christi* with reference to its taxonomy and medicinal uses. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(3), 205–210.
- El-Kashif, K., & Abdel-Rahman, S. (2018). Comparative study of polyphenolic content and biological activities of *Ziziphus* species. *Journal of Ethnopharmacology*, 224, 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.06.037>
- El-Keblawy, A., Al-Rawai, A., & Ksiksi, T. (2017). Adaptive leaf anatomy and photosynthetic capacity of desert tree *Ziziphus spina-christi*. *Desert Plants Journal*, 3(2), 92–100.

## Références Bibliographiques

---

- El-Khatib, A. A., Fathy, M. M., & Ibrahim, M. M. (2018). Phytochemical and biological properties of *Ziziphus spina-christi* polyphenols: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 115, 171–180. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.04.054>
- El-Rahman, S., Mosa, A. M., & Hamza, R. (2019). Antioxidant properties of *Ziziphus spina-christi* extracts. *Phytochemistry Reviews*, 18(4), 833-847. <https://doi.org/10.1007/s11101-019-09675-7>
- El-Shanawany, A. M., Hamza, A. F., & Saad, S. A. (2018). Chemical composition and antioxidant activity of *Ziziphus spina-christi* mucilage. *Journal of Ethnopharmacology*, 229, 168-175. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.09.020>
- El-Sherbiny, M., & Mahmoud, H. (2020). Antioxidant and anticancer potentials of *Ziziphus spina-christi* extracts. *Phytomedicine*, 67, 153-161. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2020.153161>
- El-Wakeel, A., El-Beltagy, A., & Alghamdi, S. (2020). Antioxidant activity of *Ziziphus spina-christi* polyphenols. *BMC Complementary Medicine*, 20(1), 208. <https://doi.org/10.1186/s12906-020-03199-1>
- El Kalamouni, C. (2010). Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées.
- Elaloui M., et al. (2017). Phenolic profile, antioxidant capacity of five *Ziziphus spina-christi* (L.) Willd provenances and their allelopathic effects on *Trigonella foenum-graecum* L. and *Lens culinaris* L. seeds. *Natural Product Research*. PMID: 27618365.
- Fattahi, N., & Ghasemi, Y. (2019). Cosmetic and biomedical applications of *Ziziphus spina-christi* polyphenols. *International Journal of Cosmetic Science*, 41(5), 435-445. <https://doi.org/10.1111/ics.12555>
- Garg, V., Singh, G., & Sharma, S. (2016). *Ziziphus spina-christi* extract-based creams in the management of dermatological conditions. *Indian Journal of Dermatology*, 61(6), 626–632. <https://doi.org/10.4103/0019-5154.194302>
- Gonçalves, A., Ferreira, J., & Silva, M. (2017). Structure-activity relationship of polyphenols in *Ziziphus* species. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, 25(16), 4478-4485. <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2017.07.020>
- Hegazy, A. K., Kabiél, H. F., & Ashour, H. M. (2008). Ecology and root architecture of *Ziziphus spina-christi* in arid zones. *Arid Land Research and Management*, 22(1), 51–66. <https://doi.org/10.1080/15324980701718632>
- Heimler D., Vignolini P., Giulia Dini M., Francesco Vincieri F., and Rmani A. (2006). Antiradical activity and polyphenol composition of local Brassicaceae edible varieties. *Food Chemistry*, 99:464–469.
- Iqbal, S., Ghafoor, M., & Khan, I. (2016). Pharmacological evaluation of *Ziziphus spina-christi* leaf extracts for antidiabetic activity. *Phytotherapy Research*, 30(4), 563–571. <https://doi.org/10.1002/ptr.5546>
- IBANEZ M. C., FERRERO C., 2003. - Extraction and characterization of the hydrocolloid from *Prosopis flexuosa* DC seeds. *Food Research International*, vol. 36: 455–460.
- Jadhav, M. J., & Mukherjee, S. (2020). Extraction techniques of polyphenols from plant materials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(10), 1739-1756. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1638376>

## Références Bibliographiques

---

- Kamal, S. R., Parveen, R., & Bilal, M. (2017). Antimicrobial and anti-inflammatory activity of *Ziziphus spina-christi* stem bark extract. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 9(6), 139–143.
- Karakaya, S., & Göktürk, D. (2019). Flavonoids and their analytical methods in plant-based foods. *Antioxidants*, 8(11), 562. <https://doi.org/10.3390/antiox8110562>
- Kassab, A., El-Sayed, A., & Mahfouz, S. A. (2012). Nutritional and medicinal value of *Ziziphus spina-christi* fruit in traditional medicine. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 9(2), 245–252.
- Khalil, M. I., Muneer, F., & Shah, A. (2017). Saponins in *Ziziphus spina-christi*: Pharmacological properties and therapeutic applications. *Journal of Medicinal Plants Research*, 11(17), 315–322.
- Khan, I., & Bano, A. (2018). Medicinal importance of *Ziziphus spina-christi*: A review. *International Journal of Phytomedicine*, 10(4), 241-252. <https://doi.org/10.2174/0975390380118200230>
- Khan, M. T., Haider, M. S., & Ali, S. (2017). Bioactive compounds of *Ziziphus spina-christi*: Therapeutic potentials and pharmacological properties. *Pharmacognosy Reviews*, 11(22), 173–183. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.196246>
- Khan, M., Ullah, R., & Ali, Z. (2018). Polysaccharides from *Ziziphus spina-christi* and their use in pharmaceutical formulations. *International Journal of Biological Macromolecules*, 113, 1071–1078. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.02.071>
- Khan, N., Afaq, F., & Saleem, M. (2017). Protective effects of phenolic compounds. *Phytotherapy Research*, 31(5), 725-741. <https://doi.org/10.1002/ptr.5845>
- Khouja, M. L., Nouri, E., & Boulila, M. (2016). Soil tolerance of *Ziziphus spina-christi* in saline and arid environments. *Environmental and Experimental Botany*, 130, 11–18. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2016.06.001>
- Kumar, S., Gupta, A., & Sharma, R. (2020). Antimicrobial potential of *Ziziphus spina-christi*. *Pharmacology and Therapeutics*, 220, 107716. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2020.107716>
- Li, M., Zhang, C., & Wang, X. (2020). Kaempferol and its therapeutic potential. *Pharmacological Research*, 152, 104624. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2020.104624>
- Liu, J., Li, H., & Li, Q. (2020). Quercetin: Pharmacological effects and mechanisms. *Antioxidants*, 9(4), 362. <https://doi.org/10.3390/antiox9040362>
- Le Hir, A., Chaumeil, J.C., Brossard, D. (2002). *Pharmacie galénique Bonnes pratiques de fabrication des médicaments*. 9ème édition.
- Léal-Calderon, F., Schmitt, V., Bibette, J. (2007). *Emulsion Science : Basic Principle*, Springer.
- la méthode standard d'AFNOR NF et ISO 659 (1998).
- Madrigal, P. L., Ramírez, S., & Rivera, I. (2019). Proanthocyanidins and their biological properties. *Molecules*, 24(19), 3524. <https://doi.org/10.3390/molecules24193524>
- Mahmoud, E. A., Hegazy, M. E., & Ahmad, F. (2019). Medicinal uses of *Ziziphus spina-christi* in the Middle Eastern traditional medicine: A review. *Pharmacognosy Magazine*, 15(61), 249–256. [https://doi.org/10.4103/pm.pm\\_178\\_18](https://doi.org/10.4103/pm.pm_178_18)

## Références Bibliographiques

---

- Manach, C., & Scalbert, A. (2017). Polyphenols and health: The importance of the source and the structure. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 134-143. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.07.009>
- Mansour, A., El-Sheikh, M., & Kassem, A. (2020). Antifungal activity of *Ziziphus spina-christi* extracts against *Candida albicans*. *Mycosphere*, 11(1), 207-214. <https://doi.org/10.5943/mycosphere/11/1/14>
- Marmouzi, I.; Kharbach, M.; El Jemli, M.; Bouyahya, A.; Cherrah, Y.; Bouklouze, A.; Vander Heyden, Y.; Faouzi, M.E.A. (2019). Antidiabetic, dermatoprotective, antioxidant and chemical functionalities in *Zizyphus lotus* leaves and fruits. *Industrial Crops and Products*.
- MONSIGNY M., PETIT C., ROCHE A.C., 1988. - Colorimetric determination of neutral sugars by a resorcinol sulfuric acid micromethod. *Analytical Biochemistry*, vol. 175: 525–530.
- Naoufal, M., Rahman, A., & Idrissi, M. (2021). Hydrolysable tannins and their health benefits. *Journal of Natural Products*, 84(5), 1209-1219. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.1c00247>
- Naidu K., Karunakaran R., Balaji, Kim I. (2019). Catalyst-Free Synthesis of Xanthene and Pyrimidine-Fused Heterocyclic Derivatives at Water-Ethanol Medium and Their Antioxidant Properties. *ChemistrySelect*, 4(2), 644–649.
- Net Charpontier J. P. (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. *Le Cahier des Techniques de l'Inra*, 79–82.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Simons, A. (2009). Agroforestry Database: A tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre.
- OUBIRI MAISSOUNE-OUAFIANE AMEL (2017). MASTER ACADEMIQUE; Extraction des huiles fixes à partir des plantes sahariennes : *Moringa oleifera*.
- Omar, A.M.; Taha, A.S.; Mohamed, A.A.A. (2018). Microbial deterioration of Some Archaeological artifacts: Manipulation and Treatment. *European Journal of Experimental Biology*.
- Pereira, D., Llorent-Martínez, E. J., & López, J. (2017). Antioxidant and antimicrobial activities of polyphenols from *Ziziphus spina-christi*. *Antioxidants*, 6(3), 70–81. <https://doi.org/10.3390/antiox6030070>
- POPOVICI C., SAYKOVA I., TYLKOWSKI B., 2009. - Evaluation de l'activité antioxydante des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de Génie Industriel*, vol. 4: 25–39.
- Prasad, K. (2009). Flax lignan complex slows down the progression of atherosclerosis in hyperlipidemic rabbits. *Journal of Cardiovascular Pharmacology and Therapeutics*.
- Qu, Z., Zhang, M., & Liang, J. (2018). LC-MS/MS analysis of polyphenols in plants: Advantages, challenges, and opportunities. *Molecules*, 23(7), 1740. <https://doi.org/10.3390/molecules23071740>
- Raj, J., & Mohan, P. (2021). Polyphenolic compounds of *Ziziphus spina-christi* and their pharmacological applications. *Journal of Natural Products*, 84(2), 191-202. <https://doi.org/10.1021/acs.jnatprod.0c01123>

## Références Bibliographiques

---

- Rajendran, R., Jeganathan, C., & Murugan, S. (2016). Antimicrobial and pharmacological effects of *Ziziphus spina-christi* root extracts. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 80(8), 1575–1582. <https://doi.org/10.1080/09168451.2016.1184823>
- Richardson, J. E., Fay, M. F., Cronk, Q. C. B., Bowman, D., & Chase, M. W. (2000). A phylogenetic analysis of Rhamnaceae using *rbcL* and *trnL-F* plastid DNA sequences. *American Journal of Botany*, 87(9), 1309–1324. <https://doi.org/10.2307/2656725>
- Rosine C., Momo D. (2009). Evaluation de l'activité antidermatophytique des extraits au méthanol et fractions d'*Acalypha hirtum* (Melastomataceae). Université de Dschang – Master en biochimie clinique et pharmacologie.
- Sahraoui, T., Asri, M., & Messaoud, C. (2018). Pharmacological effects of *Ziziphus spina-christi* and its applications in local medicine. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 8(3), 421–428. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2017.06.005>
- Salih, F. A., Al-Habib, A. F., & Mohamed, H. E. (2019). Ecological distribution of *Ziziphus spina-christi* in the arid zones of the Levant region. *Arabian Journal of Environmental Sciences*, 17(3), 200–210.
- Santos, C. F., Pimenta, A. M., & Silva, R. P. (2021). UV-visible spectrophotometry for analysis of polyphenolic content in plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(35), 10359–10366. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c02752>
- Saxena, P., Gupta, V., & Rana, V. (2019). Ethnobotanical uses of *Ziziphus spina-christi* in indigenous medicinal practices. *Journal of Ethnopharmacology*, 243, 112048. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112048>
- Shahina, N., Rehman, H. U., & Khan, M. A. (2021). Molecular characterization and phylogenetic analysis of *Ziziphus spina-christi* populations using ITS and *matK* DNA markers. *Plant Systematics and Evolution*, 307(1), 22–34. <https://doi.org/10.1007/s00606-021-01732-y>
- Singh, P., Sharma, R., & Kumar, V. (2019). Polysaccharides from *Ziziphus spina-christi* and their immunomodulatory effects. *International Journal of Biological Macromolecules*, 121, 1021–1028. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.10.127>
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (2016). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152–178. [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(99\)99017-1](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1)
- Sun, W., Liu, Y., & Yang, W. (2019). Lignans and their anticancer potential. *Frontiers in Pharmacology*, 10, 168. <https://doi.org/10.3389/fphar.2019.00168>
- Tchoundjeu, Z., Wambugu, P., & Bafaka, F. (2017). Climate adaptation and agricultural potential of *Ziziphus spina-christi* in the Sahelian and Sudanian zones of West Africa. *African Journal of Agricultural Research*, 12(6), 347–354.
- Tewari, G., Upadhyay, S. K., & Mishra, P. K. (2016). Fruits of *Ziziphus spina-christi*: Pharmacological significance and therapeutic benefits. *Journal of Food Science and Technology*, 53(7), 2920–2929. <https://doi.org/10.1007/s11483-016-0412-4>
- The Plant List. (2023). *Ziziphus spina-christi*. Retrieved from <http://www.theplantlist.org/>

## Références Bibliographiques

---

- Toumi, I., Ben Lakhdhar, A., & Kchouk, M. E. (2014). Ecological and ethnobotanical studies of *Ziziphus spina-christi* in the arid regions of Tunisia. *Journal of Arid Environments*, 103, 51–56.
- Tsao, R. (2016). Polyphenols in food and their health benefits. *Nutritional Reviews*, 74(2), 82–98. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuv040>
- Tungmunnithum, D. (2020). Plant Polyphenols, More than Just Simple Natural Antioxidants: Oxidative Stress, Aging and Age-Related Diseases. *Medicines*.
- Villaño, D.; Fernández-Pachón, M.S.; Moyá, M.L.; Troncoso, A.M.; García-Parrilla, M.C. (2007). Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical. *Talanta*, 71, 230.
- Wichtl, M. (2016). *Teedrogen: Handbuch der Phytotherapie* (5th ed.). Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Walpersdorf, M., Vergnolle, A., Royer, J.P., Masson (2015).
- Wang, B., Huang, Q., Venkitasamy, C., Chai, H., Gao, H., Cheng, N., ... & Pan, Z. (2016). Changes in phenolic compounds and their antioxidant capacities in jujube (*Ziziphus jujuba* Miller) during three edible maturity stages. *LWT-Food Science and Technology*, 66, 56–62.
- WANG X., ZHANG Z., YAO Z., ZHAO M., QI H., 2013. - Sulfation, anticoagulant and antioxidant activities of polysaccharide from green algae *Enteromorpha linza*. *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 58: 225–230
- WARRAND J., 2004. - Etude structurale et propriétés en solution des polysaccharides constitutifs de mucilage de lin (*Linum usitatissimum*). Thèse de Doctorat, Université de Picardie Jules Verne, 238p.
- Wong S.-P., Leong L.-P., and William Koh J.-H. (2006). Antioxidant activities of extracts of selected plants. *Food Chemistry*, 99:775–783.
- YOUMBAI, A. (2015). Contribution à l'étude des polysaccharides hydrosolubles de quelques plantes de la famille des Apiaceae récoltées dans la région de Ghardaïa (Sahara septentrional Algérien) (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA).
- Yousif, A. A., Osman, M. A., & Abdelgadir, H. A. (2016). Anatomical structure of *Ziziphus spina-christi* seeds and its implication in germination ecology. *Seed Science and Technology*, 44(1), 127–136.
- Zhou, Y., Zhang, Y., & Li, X. (2019). Rutoside as an antioxidant and anti-inflammatory agent. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 108(10), 3140-3149. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2019.08.004>
- ZHAUYNBAEVA K. S., RAKHIMOV D. A., NIGMATULLAEV A. A., 2010. - Polysaccharides from seeds of higher plants. Water soluble polysaccharides from plant seeds of family Apiaceae. *Chemistry of Natural Compounds*, vol. 46(5): 783–784.

# *Annexes*

## Annexes

### Annexe 1

La courbe d'étalonnage d'oses totaux, oses neutres, est obtenue à partir une solution de glucose (0,1 g/l – 1g/l) (DUBOIS, 1956).

**Tableau 9.-** Préparation de la courbe d'étalonnage d'oses totaux, d'oses neutre

Réactifs	(Blanc)	(0,001%)	(0,002%)	(0,004%)	(0,006%)	(0,008%)
Eau Distillée	1	0.9	0.8	0.6	0.4	0.2
Oses Totaux DO(A)	0	0,2461	0,401	0,636	2,11	0,576
Oses Neutres DO(A)	0	0,233	0,379	0,661	1,377	1,9
Concentration (g/l)	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08

### Mode opératoire

#### Oses totaux

Dans des tubes en verres placer un mélange de 200µl d'échantillon et 200µl de phénol 5%. Après homogénéisation, 1ml d'acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (96%), est rapidement introduit dans le milieu réactionnel. Les tubes sont ensuite incubés à 100°C pendant 5 mn, puis ils sont laissés 30 mn à température ambiante et à l'abri de la lumière. L'absorbance est mesurée à 492 nm (BRUDIEUX, 2007; RUIZ, 2005; GENESTIE, 2006).

#### Oses neutres

Deux cent (200) microlitres de solution à doser sont mis dans des tubes en verre; 200 µl de solution résorcinol est ajouté, puis 1 ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> à 96% est rapidement introduit dans le milieu réactionnel. Après agitation les tubes sont incubés à l'étuve à 90°C, pendant 30 mn jusqu'à l'apparition d'une couleur jaune brun. Après refroidissement dans un bain de glace pendant 30 mn et à l'abri de la lumière, l'absorbance est mesurée à 480 nm (MONSIGNY al., 1988)

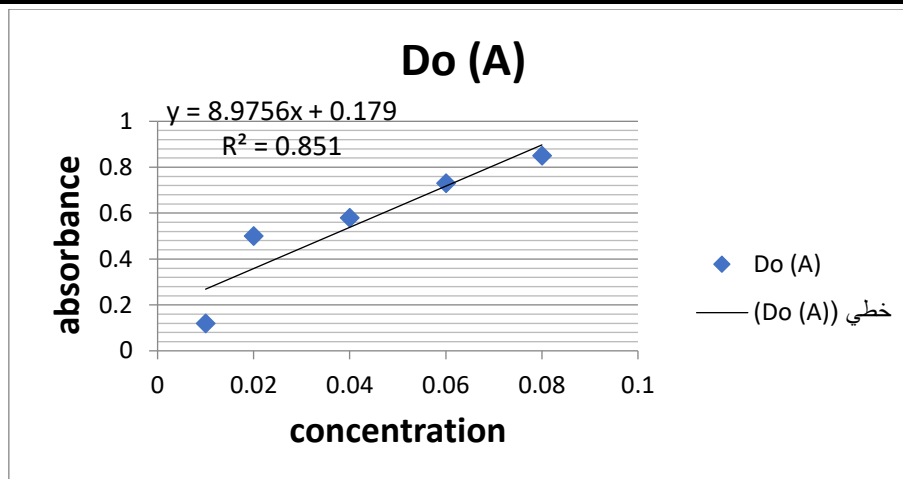


Figure 19. Courbe d'étalonnage des oses totaux (glucose)

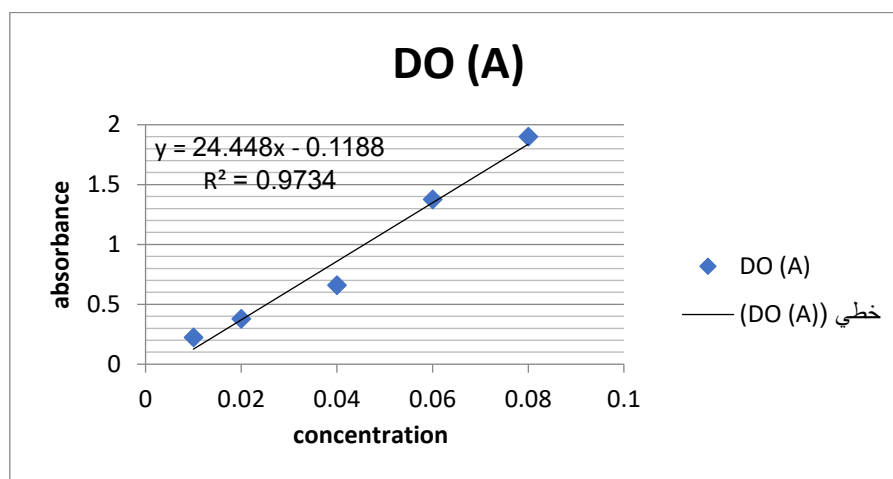


Figure 20. Courbe d'étalonnage des oses neutres (glucose)

## Annexe 2

La courbe d'étalonnage des protéines par la méthode de BRADFORD (1976), est obtenue à partir une solution de sérum albumine bovine (SAB) à différentes concentrations de 0.1g/l – 0.01g/l.

Tableau 10.-Préparation de la courbe d'étalonnage des protéines (BRADFORD).

Réactifs (0,008%)	(Blanc)	(0,001%)	(0,002%)	(0,004%)	(0,006%)	(0,008%)
Eau Distillée	1	0.9	0.8	0.6	0.4	0.2
BSA (solution mère 0,01%) (ml)	0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8
Concentration (g/l)	0	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08

## Annexes

### Mode opératoire

Dans des tubes en verre, il est additionné un volume 400ul de solution à doser, puis, 2ml de réactif de Coomassie, Le mélange est homogénéisé pendant 30 secondes, L'absorbance est lue 595 nm après 2mn. La coloration est stable pendant une heure (BRADFORD, 1979).

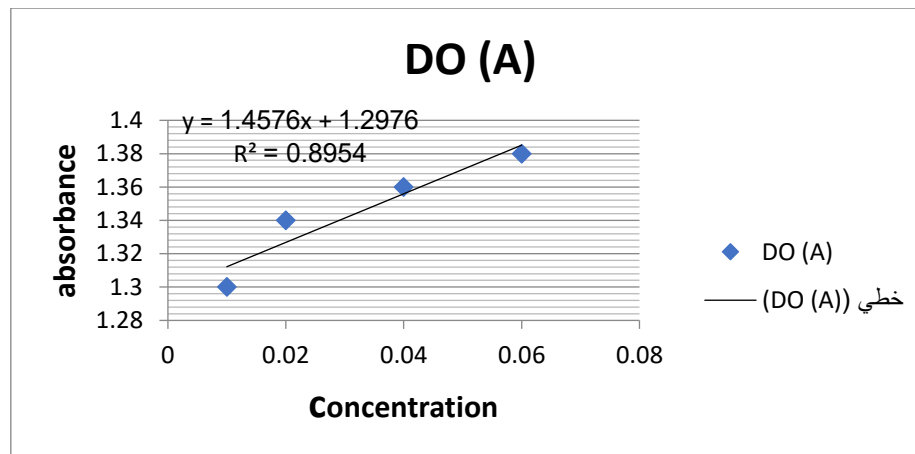


Figure 21. Courbe d'étalonnage des protéines (BSA) la méthode de BRADFORD

### Annexe 4

La courbe d'étalonnage de l'activité antioxydante est obtenue à partir d'une solution d'acide ascorbique à différentes concentrations (0,01mg/ml à 0,1 mg/ml).

Tableau 11.- Préparation de la courbe d'étalonnage de l'activité antioxydante.

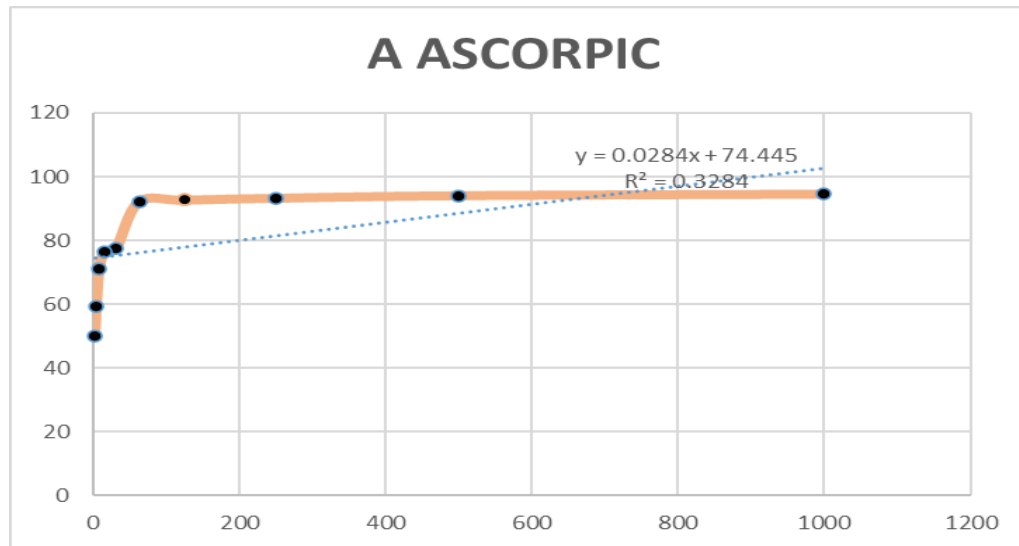
Réactifs (0.01%)	(0,001%)	(0,002%)	(0,004%)	(0,006%)	(0,008%)	(0.01%)
Eau Distillée	0.9	0.8	0.6	0.4	0.2	0
A. ascorbique (0,01%) (ml)	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Concentration (mg/ml)	1000	500	250	125	62.5	31.25

### Mode opératoire

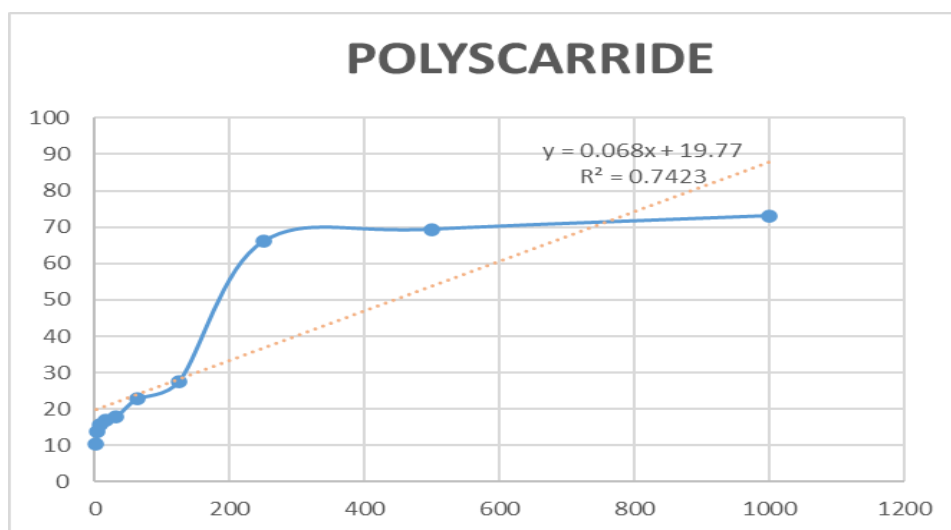
Un dosage de piégeage des radicaux DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl) a été utilisé pour déterminer, par méthode spectroscopique, la capacité antioxydante relative des plantes. Les activités antiradicalaires des extraits de plantes ont été estimées selon la méthode de Naidu et al. Des solutions mères d'extraits (5 mg/ml) ont été préparées et diluées à des concentrations finales de 1000, 500, 250, 125 et 62,5 mg/ml dans de l'éthanol. 600 µL de DPPH dans une solution d'éthanol ont été ajoutés à 200 µL d'extraits ou de solution étalon, puis mélangés à 200 µL d'eau. La vitamine C (comme

## Annexes

solution témoin) a été dosée à des concentrations de 1000, 500, 250, 125, 62,5 et 5 mg/ml dans des conditions similaires. Les mélanges ont été incubés à 37 °C pendant 30 minutes dans l'obscurité. L'absorbance de l'échantillon a été mesurée à 517 nm, comme décrit dans (Naidu *et al.*, 2019)



**Figure 22.** Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique pour le test de DPPH



**Figure 23.** Courbe d'étalonnage polysaccharide pour le test de DPPH



**Figure 24.** Détermination de pouvoir antioxydant

## Annexes

### Annexe 5

La courbe d'étalonnage de l'activité antioxydante est obtenue à partir d'une solution d'acide ascorbique à différentes concentrations (0,01mg/ml à 0,1 mg/ml).

#### Mode opératoire

Est directement proportionnelle à la concentration des antioxydants dans l'échantillon. La méthode a été standardisée en utilisant le Trolox comme référence (Oyaizu, 1986). Le protocole expérimental impliquait le prélèvement de 500  $\mu$ l d'échantillon. Une gamme d'étalons est préparée par l'acide ascorbique (vitamine C) de différentes concentrations (1000.500.250.125.....mg/ml). Suivi de l'ajout de ferrocyanure de potassium (1%) et de 1,25 ml de solution tampon (0,2 M, pH 6,6). Le mélange a été incubé pendant 30 minutes à 50 °C dans un bain-marie. La réaction a été stoppée par l'ajout de 1,25 ml d'une solution aqueuse de TCA (acide trichloroacétique) à 10%, puis centrifugée à 3000 tours par minute pendant 5 minutes. Ensuite, 1,25 ml du surnageant a été mélangé avec 1,25 ml d'eau distillée et 250  $\mu$ l de  $\text{FeCl}_3$  (chlorure de fer (III)) à 0,1%.

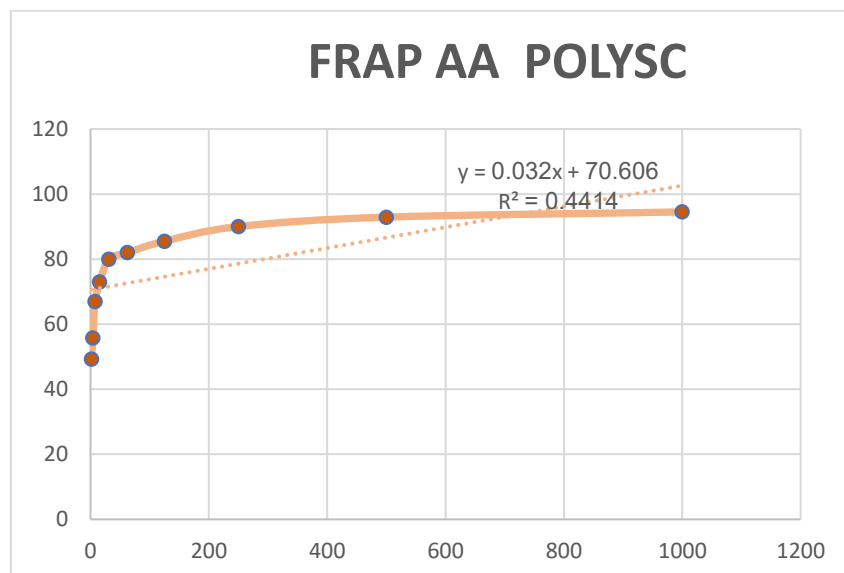
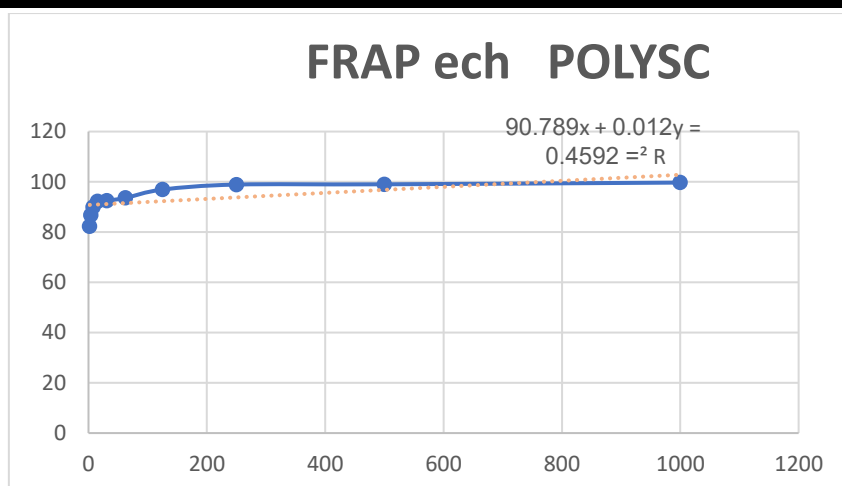


Figure 25. Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique pour le test de FRAP



**Figure 26.** Courbe d'étalonnage échantillon polysaccharide pour le test de FRAP

**Tableau 12.** Origines et caractéristiques physico-chimiques des produits utilisés au cours de l'expérimentation.

Produit	Forme	Formule Chimique	Caractéristiques Masse Molaire (g/mol)	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Pureté (%)
Acétone	Liquide	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	58.08	0.792	100
Acétate de Na	Poudre	CH <sub>3</sub> COONa	82.03	/	/
Hydroxyde de sodium	Poudre	NaOH	39.997	2.13	0.5
Méthanol	Liquide	CH <sub>3</sub> OH	32.04	0.79	70
Ethanol	Liquide	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	46.07	/	95
Ether de Pétrole	Liquide	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub>	/	/	95
Phénol	Liquide	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O	94.11	/	5
Acide sulfurique	Liquide	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	/	/	96
Sérum Albumine Bovine (BSA)	Solide	/	/	/	96
Folin Ciocalteu	Poudre	/	/	/	10
FeCl <sub>3</sub> (Fer (III))	Poudre	Cl <sub>3</sub> Fe.6H <sub>2</sub> O	270.30	/	0.1
Trichlorure du fer(FeCl <sub>3</sub> )	Liquide	Cl <sub>3</sub> Fe.6H <sub>2</sub> O	/	/	1

## Annexes

Vanilline	Poudre	C <sub>8</sub> H <sub>8</sub> O <sub>3</sub>	/	/	4
Aluminium trichloride	Liquide	AlCl <sub>3</sub>	/	/	2
Bleu de Coomassie	Poudre	/	/	/	/
Acide phosphorique	Solide	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	97.99	/	85
DPPH (2,2-Diphenyl-1picrylhydrazyl)	Poudre	C <sub>18</sub> H <sub>12</sub> N <sub>5</sub> O <sub>6</sub>	394	/	/
Acide trichloroacétique	Poudre	C <sub>2</sub> HCl <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	/	/	10
Résorcinol	Poudre	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>	/	/	/
Ferrocyanure de potassium	Solide	K <sub>4</sub> [Fe (CN) <sub>6</sub> ]	/	/	1
Acidechlorhydrique	Liquide	HCl	36.5	1.178	50
Hexane	Liquide	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	/	/	96

**Tableau 13.** Origines et types d'appareils utilisés au cours de l'expérimentation

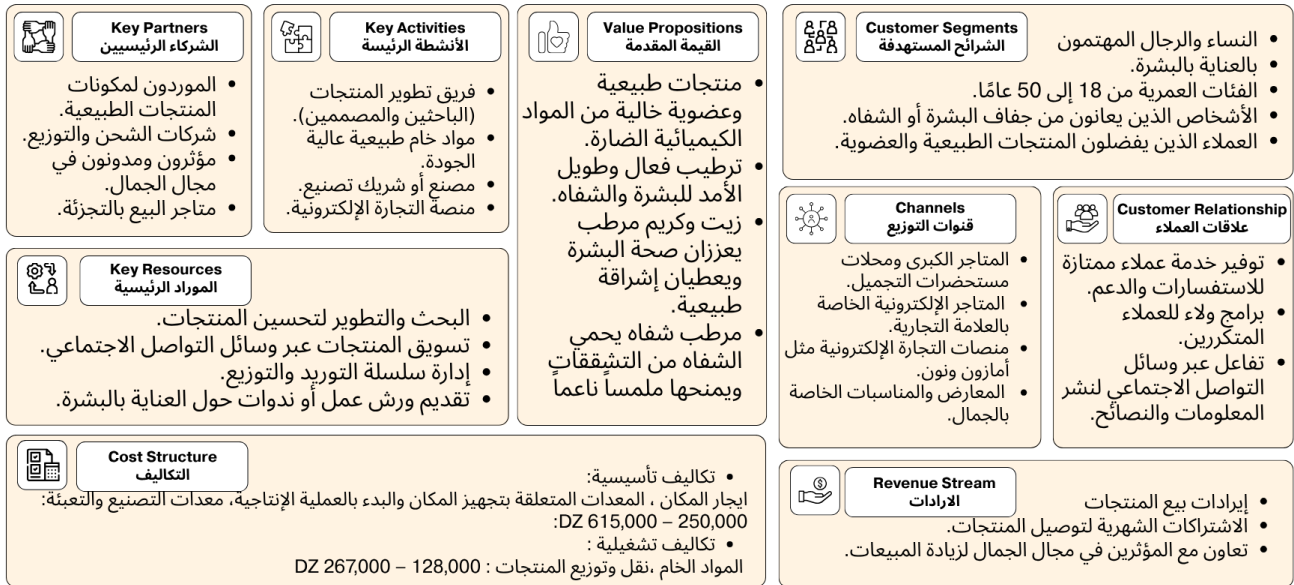
<b>L'Appareillage</b>	
Agitator magnifique	Mixeur
Bain Marie	Un mélange électrique
Balance	pH metre
Centrifuges	Spectrophotometer
Etive	Micropipette (1000/200/100µl)
Rotavappeur	
<b>Verrerie</b>	
Tubes	Cuve
Bicher	Cristy
Eprouvette	Erlenmeyer

## I. مقدمة

في قلب الجزائر الخضراء، تنمو شجرة مباركة، تحمل طيات ثمارها وزيتها سرًا من أسرار الجمال الطبيعي: السدر. من هذا الإرث الطبيعي العريق، نطلق العنان لمشروع طموح، يهدف إلى تقديم لمسة فريدة لسوق مستحضرات التجميل الجزائري: مرطبات بشرة وشفاه فاخرة، غنية بمستخلصات ثمار السدر وزيته. هذا المشروع ليس مجرد خط إنتاج تجميلي، بل هو دعوة لاستعادة نقاء الطبيعة في روتين العناية اليومي، وتقديم بديل أصيل وعالي الجودة للمستهلك الجزائري المتزايد الوعي بأهمية المكونات الطبيعية.

II. نموذج BMC خاص بمستحضر تجميل يتضمن زيت وكريم مرطب للبشرة ومرطب للشفاه، يمكننا تقسيم النموذج إلى العناصر التسعة كما يلي

## Business Model Canvas



Date: \_\_\_\_\_ Designed For: \_\_\_\_\_ Designed By: \_\_\_\_\_ Version: \_\_\_\_\_

## III. عناصر الدراسة الاقتصادية لمشروع مستحضرات التجميل بمستخلصات السدر

### 1. III. المنتج والمكونات الأساسية

الاعتماد على مستخلص ثمار السدر الغني بمضادات الأكسدة، والمهدئ للبشرة.

استخدام زيت ثمار السدر كمرطب عميق بخصائص مغذية وملطفة.

المنتج الأساسي:

- مرطب البشرة بللمسة السدر يحتوي على: مستخلص وزيت السدر، زيوت طبيعية (اللوز الحلو، زبدة الشيا).

## Annexes

- مرطب الشفاه بعناية السدر يحتوي على: زيت السدر، شمع العسل أو زبدة الكاكاو، مستخلص السدر كمهدئ طبيعي.

### 2.III. عملية الإنتاج والتصنيع

استخلاص المكونات الفعالة من ثمار السدر:

- تنقية وغسل الثمار.
- استخلاص (مائي أو زيتي -بالضغط البارد)
- تصفية وتنقية المستخلص.
- تصنيع مرطب البشرة:
- مزج الطور الزيتي والمائي.
- الاستحلاب والتبريد.
- إضافة المستخلصات والمواد الحافظة.
- مراقبة الجودة.
- تصنيع مرطب الشفاه:
- إذابة الشمع والزبدة والزيوت.
- إضافة المستخلصات والنكهات.
- التعبئة والتبريد.
- التعبئة والتغليف:
- اختيار عبوات عملية وجذابة.
- استخدام ملصقات واضحة.
- اعتماد مواد صديقة للبيئة.

### 3.III. استراتيجية التسويق والتوزيع

بناء هوية العلامة التجارية:

- تصميم اسم وشعار مستوحى من الطبيعة الجزائرية.

MNA



- سرد قصة المنتج المرتبطة بالسدر والتراث المحلي.

قنوات التواصل مع العملاء:

- التسويق الرقمي عبر فيسبوك وإنستغرام.
- إنشاء مدونة للمحتوى التثقيفي.
- التعاون مع المؤثرين المحليين.

قنوات التوزيع:

- المتاجر الإلكترونية.
- الصيدليات ومحلات التجميل في باتنة.
- المعارض والمناسبات الجمالية.

العروض الترويجية:

- إطلاق بعروض وهدايا.
- برامج ولاء للعملاء المخلصين.

### 4.III التحليل المالي والاقتصادي

التكاليف التأسيسية:

- المعدات، الهوية البصرية، المتجر الإلكتروني، التحاليل، التسويق التمهيدي.
- الإجمالي التقديري 615,000 – 250,000 د.ج.

التكاليف التشغيلية الشهرية:

- المواد الخام، التغليف، الأجور، التسويق، الكهرباء، التوصيل.
- الإجمالي التقديري 267,000 – 128,000 د.ج.

الإيرادات الشهرية المتوقعة:

- مرطب شفاه: 90,000 د.ج.
- مرطب بشرة: 120,000 د.ج.
- الإجمالي: 210,000 د.ج.

نقطة التعادل:

- استرجاع رأس المال في حوالي 5 أشهر عند ربح شهري صافٍ بـ 80,000 د.ج.

تحليل الربحية:

- المشروع مريح على المدى القصير والمتوسط.
- إمكانية التوسع وتعزيز الإيرادات مع زيادة المبيعات.

دراسة حساسية المشروع:

- الربحية متأثرة بتقلب أسعار المواد الخام والمبيعات.
- أهمية وجود خطط تسويقية مرنة.

الأثر الاقتصادي والاجتماعي:

- استغلال موارد طبيعية محلية.
- دعم الاقتصاد المحلي وخلق فرص عمل.
- تشجيع توجه السوق نحو المنتجات الطبيعية.

### IV.دراسة الجدوى الفنية لمشروع صناعة مستحضرات تجميل بمستخلصات ثمار السدر وزيته

#### 1.IV. وصف المنتج والمكونات:

##### ✚ مرطب البشرة:

المكونات الأساسية:

- مستخلص ثمار السدر (مائي أو كحولي): مصدر للمواد المضادة للأكسدة والمطرفة.
- زيت ثمار السدر: مصدر للأحماض الدهنية المرطبة والمغذية.
- قاعدة مرطبة (Emollient Base): مثل زيت اللوز الحلو، زبدة الشيا، الجلسرين، حمض الهيالورونيك.
- مستحلب (Emulsifier): لدمج الزيوت والمياه بشكل ثابت.
- مادةحافظة (Preservative): لمنع نمو البكتيريا والفطريات.
- مكونات إضافية اختيارية: فيتامينات (مثل فيتامين E)، زيوت عطرية طبيعية (للرائحة)، مواد ملونة طبيعية (للون خفيف).

##### ✚ مرطب الشفاه:

المكونات الأساسية:

- مستخلص ثمار السدر (زيتي أو شمعي): لخصائصه المطرفة.
- زيت ثمار السدر: لترطيب وتغذية الشفاه.
- قاعدة شمعية (Wax Base): مثل شمع العسل، شمع الكرنوبا، شمع الكانديليلا.
- زبدة مرطبة (Butter): مثل زبدة الكاكاو، زبدة المانجو.
- زيت حامل (Carrier Oil): مثل زيت الجوجوبا، زيت جوز الهند المجزأ.
- مادةحافظة طبيعية (Natural Preservative): مثل فيتامين E.
- مكونات إضافية اختيارية: نكهات طبيعية، مواد ملونة طبيعية.

#### 2.IV. عملية الإنتاج والتصنيع:

##### ✚ المرحلة الأولى: استخلاص المواد الفعالة من ثمار السدر:

- تنظيف وتجهيز الثمار: غسل ثمار السدر جيداً لإزالة الأتربة والشوائب.
- التجفيف (اختياري): قد يتم تجفيف الثمار لزيادة تركيز بعض المركبات أو لتسهيل عملية الاستخلاص.

##### • الاستخلاص:

- ✓ الاستخلاص المائي أو الكحولي (للمرطب): نقع أو خلط مسحوق ثمار السدر في مذيب (ماء مقطر أو كحول إيثيلي نقي) لفترة محددة، ثم الترشيح للحصول على المستخلص السائل. يمكن استخدام طرق استخلاص متقدمة مثل الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية لزيادة الكفاءة.
- ✓ استخلاص الزيت (للمرطب والمرطب الشفاه): يمكن استخدام طرق الضغط على البارد أو الاستخلاص بالمذيبات للحصول على زيت ثمار السدر. يفضل الضغط على البارد للحفاظ على جودة الزيت.

##### ✚ المرحلة الثانية: تصنيع مرطب البشرة:

- تحضير المكونات: وزن وقياس جميع المكونات بدقة وفقاً للتركيبة المحددة.

## Annexes

- **دمج المكونات الزيتية والمائية:** تسخين المكونات الزيتية والمائية بشكل منفصل إلى درجة حرارة محددة.
- **الاستحلاب:** إضافة الطور المائي تدريجيًا إلى الطور الزيتي مع التحريك المستمر باستخدام خلاط صناعي عالي السرعة لتكوين مستحلب متجانس.
- **التبريد والإضافة:** تبريد المستحلب مع الاستمرار في التحريك، وعند الوصول إلى درجة حرارة مناسبة، يتم إضافة المستخلصات (المائية والزيتية) والمواد الحافظة والمكونات الاختيارية الأخرى.
- **التجانس النهائي:** خلط المنتج جيدًا لضمان تجانس المكونات وتوزيعها بشكل متساوي.
- **مراقبة الجودة:** فحص المنتج للتأكد من اللزوجة، الرقم الهيدروجيني (pH)، المظهر، والرائحة.
- **المرحلة الثالثة:** تصنيع مرطب الشفاه:
- **تحضير المكونات:** وزن وقياس الشموع والزبد والزيوت والمستخلصات بدقة.
- **التنويب والخلط:** تسخين الشموع والزبد والزيوت في وعاء مزدوج (حمام مائي).
- **إضافة المكونات الأخرى:** إزالة الوعاء من الحرارة وإضافة المستخلصات والمواد الحافظة والنكهات والألوان مع التحريك جيدًا.
- **التعبئة:** صب الخليط السائل بعناية في عبوات مرطب الشفاه المخصصة قبل أن يتصلب.
- **التبريد والتصلب:** ترك العبوات لتبرد وتتصلب في درجة حرارة الغرفة أو في الثلاجة.
- **مراقبة الجودة:** فحص المنتج للتأكد من القوام، المظهر، الرائحة، والطعم (إذا كان يحتوي على نكهات).
- **المرحلة الرابعة:** التعبئة والتغليف:
- **مرطب البشرة:** تعبئة المنتج في عبوات مناسبة (أنابيب، علب، زجاجات) بأحجام مختلفة. وضع الملصقات التي تحتوي على اسم المنتج، المكونات، تاريخ الإنتاج والانتها، تعليمات الاستخدام، واسم العلامة التجارية.
- **مرطب الشفاه:** تعبئة المنتج في عبوات صغيرة قابلة للدوران أو علب صغيرة. وضع الملصقات بالمعلومات الضرورية.
- **التغليف الثانوي:** تجميع العبوات في صناديق كرتونية أو عبوات أخرى لسهولة التخزين والنقل.

### 3.IV. المعدات والآلات المطلوبة:

- **معدات استخلاص:**
- مطاحن (لتجهيز ثمار السدر).
- أجهزة استخلاص (مثل أجهزة النقع، أجهزة سوكسليه، أجهزة الاستخلاص بالموجات فوق الصوتية - حسب حجم الإنتاج).
- أجهزة ترشيح (فلتر قماشية، فلتر ورقية، فلتر ذات أغشية).
- مبخرات دوارة (لتكثيف المستخلصات - حسب نوع الاستخلاص).
- معاصر زيت (للضغط على البارد).
- **معدات تصنيع مرطب البشرة:**
- خلطات صناعية (بأحجام وسرعات مختلفة).
- خزانات خلط وتخزين من الفولاذ المقاوم للصدأ.
- وحدات تسخين وتبريد.
- مضخات لنقل المواد.
- آلات تعبئة وتغليف أوتوماتيكية أو يدوية.
- ميزان دقيق.
- أدوات ومعدات معملية لفحص الجودة (مقياس الرقم الهيدروجيني، جهاز قياس اللزوجة، إلخ).
- معدات تصنيع مرطب الشفاه:

- أحواض تسخين مزدوجة (حمام مائي).
- خلاطات صغيرة.
- آلات تعبئة مرطب الشفاه (يدوية أو شبه آلية).
- ميزان دقيق.
- معدات عامة:
- أرفف تخزين.
- عربات نقل.
- معدات السلامة (قفازات، نظارات واقية، كمامات، ملابس عمل).

#### 4.IV. المواد الخام ومصادرها:

- ثمار السدر: يجب تحديد مصادر موثوقة للحصول على ثمار السدر بجودة عالية وبشكل مستمر. يمكن التعاقد مع مزارع محلية أو البحث عن موردين متخصصين.

المكونات الأخرى:

- زيوت نباتية (اللوز الحلو، الجوجوبا، جوز الهند، إلخ): من موردين متخصصين في الزيوت الطبيعية.
- زبدات نباتية (الشيا، الكاكاو، المانجو): من موردين متخصصين في الزبدات الطبيعية.
- شموع (شمع العسل، شمع الكرنوبيا، شمع الكانديليلا): من موردين متخصصين في الشموع الطبيعية.
- مستحلبات ومواد حافظة: من شركات توريد المواد الكيميائية ومستحضرات التجميل. يجب اختيار مواد آمنة ومصروح بها للاستخدام في مستحضرات التجميل.
- زيوت عطرية طبيعية ونكهات طبيعية: من موردين متخصصين في الروائح والنكهات الطبيعية.
- عبوات التغليف والملصقات: من شركات متخصصة في صناعة عبوات مستحضرات التجميل والملصقات.

#### 5.IV. الموقع والمساحة المطلوبة:

يجب اختيار موقع مناسب للمصنع يراعي سهولة الوصول، توفر البنية التحتية (كهرباء، مياه، صرف صحي)، وتوافق الاشتراطات الصحية والسلامة.

المساحة المطلوبة: تعتمد على حجم الإنتاج المستهدف، ولكن بشكل عام ستحتاج إلى:

- منطقة لتخزين المواد الخام.
- منطقة للاستخلاص (إذا تم الاستخلاص داخل المصنع).
- منطقة للإنتاج والتصنيع (منطقة منفصلة لمرطب البشرة ومرطب الشفاه).
- منطقة للتعبئة والتغليف.
- مختبر صغير لمراقبة الجودة.
- مخزن للمنتجات النهائية.
- مكتب للإدارة.
- مرافق صحية للعاملين.

#### 6.IV. العمالة المطلوبة:

- يعتمد عدد ونوع العمالة على حجم الإنتاج ومستوى الأتمتة. بشكل عام قد تحتاج إلى:
- فنيين متخصصين في استخلاص المواد الطبيعية (إذا تم الاستخلاص داخليًا).
- فنيين إنتاج وتصنيع مستحضرات التجميل.

- عمال تعبئة وتغليف.
- مسؤول عن مراقبة الجودة.
- مسؤول عن المخازن.
- مدير إنتاج.

### 7.IV. متطلبات الجودة والسلامة:

#### الجودة:

- وضع نظام لمراقبة الجودة يشمل فحص المواد الخام الواردة، ومراقبة مراحل الإنتاج المختلفة، وفحص المنتج النهائي للتأكد من مطابقته للمواصفات والمعايير.
- الالتزام بممارسات التصنيع الجيدة (GMP - Good Manufacturing Practices) لضمان جودة وسلامة المنتج.
- إجراء اختبارات ثبات المنتج (Stability Tests) للتأكد من صلاحيته لفترة الصلاحية المحددة.

#### السلامة:

- توفير بيئة عمل آمنة للعاملين من خلال توفير معدات السلامة والتدريب على إجراءات السلامة.
- الالتزام بقواعد السلامة الصحية والمهنية.
- التخلص السليم من النفايات والمواد الكيميائية.

### 8.IV. التراخيص والموافقات:

- يجب الحصول على التراخيص والموافقات اللازمة من الجهات الحكومية المختصة في الجزائر لبدء تشغيل مصنع مستحضرات التجميل. قد تشمل هذه التراخيص:
- السجل التجاري.
- رخصة فتح مؤسسة صناعية.
- موافقات من وزارة الصحة والسكان وإصلاح المستشفيات (خاصة فيما يتعلق بتركيبة المنتجات وسلامتها).
- شهادات المطابقة للمواصفات القياسية الجزائرية (إن وجدت).
- تراخيص بيئية.

### 9.IV. التحديات والمخاطر المحتملة:

- صعوبة الحصول على ثمار السدر بجودة عالية وبشكل مستمر.
- تقلب أسعار المواد الخام.
- المنافسة الشديدة في سوق مستحضرات التجميل.
- الحاجة إلى استثمارات كبيرة في المعدات والآلات.
- الحصول على التراخيص والموافقات اللازمة قد يستغرق وقتاً.
- ضمان جودة المنتج وسلامته.

### 10.IV. خطة البحث والتطوير:

- يجب تخصيص جزء من الميزانية للبحث والتطوير لتحسين تركيبات المنتجات الحالية وتطوير منتجات جديدة باستخدام مستخلصات أخرى من النباتات الطبيعية الجزائرية.
- متابعة أحدث الاتجاهات في صناعة مستحضرات التجميل والمكونات الطبيعية.
- التعاون مع الجامعات والمراكز البحثية لإجراء دراسات حول فوائد مستخلصات ثمار السدر والنباتات الأخرى.

### ملخص الدراسة الفنية:

تُرَكِّز هذه الدراسة الفنية على تأسيس مشروع لإنتاج مستحضرات تجميل طبيعية، وبالتحديد مرطب للبشرة ومرطب للشفاه، مع الاستفادة من الخصائص الفريدة لثمار السدر وزيتها كمكونين أساسيين. تتضمن المنتجات مزيجًا من مستخلص السدر وزيتته مع قواعد مرطبة وشمعية ومواد حافظة طبيعية، بالإضافة إلى مكونات اختيارية لتعزيز الفعالية والجاذبية. تشمل عملية الإنتاج مراحل متسلسلة تبدأ باستخلاص المواد الفعالة من ثمار السدر (مائيًا، كحوليًا، أو بالضغط البارد)، ثم تنتقل إلى تصنيع المنتجات بدمج المكونات والاستحلاب أو التذويب والتبريد لضمان التجانس، وتنتهي بالتعبئة والتغليف في عبوات مناسبة. يتطلب المشروع معدات متخصصة للاستخلاص والتصنيع ومراقبة الجودة، بالإضافة إلى تأمين المواد الخام من مصادر موثوقة. يُعد اختيار الموقع والمساحة المناسبين وتحديد العمالة المطلوبة (فنيين وعمال ومدبرين) أمرًا ضروريًا لضمان كفاءة العمليات. كما أن الالتزام بمتطلبات الجودة والسلامة، وتطبيق ممارسات التصنيع الجيدة (GMP)، والحصول على التراخيص والموافقات الحكومية في الجزائر، هي جوانب حيوية لنجاح المشروع. على الرغم من التحديات المحتملة مثل تقلب أسعار المواد الخام والمنافسة، يهدف المشروع إلى التغلب عليها من خلال البحث والتطوير المستمر للمنتجات الجديدة وتحسين التركيبات القائمة، مع تعزيز التعاون البحثي.

### V.دراسة التسويقية:

#### 1.V.حجم السوق و النمو:

- سوق مستحضرات التجميل في الجزائر: يشهد نموًا ملحوظًا مدفوعًا بزيادة الوعي بالعناية الشخصية، ارتفاع الدخل المتاح، وتأثير وسائل التواصل الاجتماعي.
- قطاع العناية بالبشرة والشفاه: يعتبر من القطاعات الهامة في سوق مستحضرات التجميل، حيث يوجد طلب مستمر على المرطبات ومنتجات العناية اليومية.
- الاتجاه نحو المنتجات الطبيعية والعضوية: يزداد اهتمام المستهلكين في الجزائر بالمنتجات الطبيعية والعضوية والمستدامة، مما يمثل فرصة جيدة لمنتجاتك التي تعتمد على مستخلصات ثمار السدر الطبيعية.

#### 1.1.V. الجمهور المستهدف:

- الشريحة الرئيسية: النساء من مختلف الفئات العمرية المهتمات بالعناية بالبشرة والشفاه، واللواتي يبحثن عن منتجات طبيعية وأمنة وفعالة.
- شرائح فرعية محتملة:
- الأشخاص ذوو البشرة الحساسة أو الجافة الذين يبحثون عن مرطبات لطيفة وغنية.
- الشباب المهتمون بالمكونات الطبيعية وتجنب المواد الكيميائية الضارة.
- المستهلكون الذين يقدرّون المنتجات المحلية ويدعمون العلامات التجارية الجزائرية.

#### 2.1.V. المنافسة:

- المنافسون المحليون: شركات جزائرية تنتج مرطبات ومنتجات للعناية بالبشرة والشفاه. يجب تحديد نقاط قوتهم وضعفهم وحصصهم السوقية.
- المنافسون الدوليون: علامات تجارية عالمية معروفة في مجال مستحضرات التجميل، والتي غالبًا ما تتمتع بقوة علامة تجارية وتوزيع واسع.
- نقاط التنافس: السعر، الجودة، المكونات، التعبئة والتغليف، العلامة التجارية، قنوات التوزيع، التسويق والترويج.

#### 3.1.V. تحليل SWOT:

##### نقاط القوة (Strengths):

- استخدام مكونات طبيعية فريدة (مستخلصات ثمار السدر وزيتته) ذات فوائد محتملة للبشرة والشفاه.
- إمكانية بناء علامة تجارية محلية تركز على الأصالة والمكونات الطبيعية الجزائرية.

- مرونة في الإنتاج والتكيف مع احتياجات السوق المحلية.
- **نقاط الضعف (Weaknesses):**
- قد تكون العلامة التجارية جديدة وغير معروفة في البداية.
- قد تكون تكاليف الإنتاج أعلى نسبيًا بسبب الحصول على مكونات طبيعية عالية الجودة.
- قد يكون الوصول إلى قنوات توزيع واسعة تحديًا في البداية.
- **الفرص (Opportunities):**
- تزايد الطلب على المنتجات الطبيعية والعضوية.
- إمكانية الترويج للمنتجات كمكونات محلية ذات جودة عالية.
- إمكانية استهداف شرائح معينة من السوق (مثل ذوي البشرة الحساسة).
- إمكانية التوسع في المستقبل ليشمل منتجات أخرى تعتمد على مستخلصات نباتية محلية.
- **التحديات (Threats):**
- المنافسة الشديدة من العلامات التجارية المحلية والدولية.
- تقلب أسعار المواد الخام.
- تغيير تفضيلات المستهلكين.
- صعوبات في الحصول على بعض المواد الخام أو مواد التعبئة والتغليف.

### 2.V تحديد المزيج التسويقي (Ps4):

#### 1.2.V المنتج (Product):

- الميزات والفوائد: التركيز على الفوائد الطبيعية لمستخلصات ثمار السدر وزيتته (ترطيب، تغذية، مضادات أكسدة، تهدئة البشرة)، بالإضافة إلى جودة التركيبة والملمس والرائحة (إذا كانت طبيعية ولطيفة).
- التعبئة والتغليف: تصميم جذاب وعملي يعكس طبيعة المنتج ويحافظ على جودته. يمكن استخدام مواد صديقة للبيئة لتعزيز الصورة الطبيعية للعلامة التجارية. يجب أن تكون الملصقات واضحة وتحتوي على جميع المعلومات الضرورية (المكونات، طريقة الاستخدام، تاريخ الإنتاج والانتها، اسم العلامة التجارية، بلد المنشأ).
- الجودة: ضمان جودة عالية للمنتجات من خلال اختيار مكونات ممتازة، اتباع عمليات تصنيع جيدة، وإجراء اختبارات الجودة اللازمة.
- العلامة التجارية (Branding): تطوير اسم وشعار وهوية بصرية مميزة تعكس طبيعة المنتج وقيمه (الطبيعية، الأصالة، الجودة). يمكن ربط العلامة التجارية بمنطقة الوادي أو بتقاليد استخدام السدر في العناية بالبشرة (إذا كانت موجودة).

#### 2.2.V السعر (Price):

- **استراتيجيات التسعير:**
- ✓ التسعير على أساس القيمة: تحديد السعر بناءً على القيمة التي يقدمها المنتج للمستهلك (المكونات الطبيعية، الجودة، الفوائد).
- ✓ التسعير التنافسي: مقارنة أسعار المنتجات المنافسة وتحديد سعر مناسب يجذب المستهلكين مع الحفاظ على هامش ربح جيد.
- ✓ التسعير المتميز (Premium Pricing): إذا تم التركيز على الجودة العالية والمكونات الفريدة، يمكن تحديد سعر أعلى نسبيًا.
- ✓ مراعاة القدرة الشرائية للجمهور المستهدف في الجزائر.

#### 3.2.V المكان (Place - التوزيع):

- **قنوات التوزيع المحتملة:**
- ✓ المتاجر والصيدليات المحلية في الوادي والمناطق القريبة: بداية جيدة لبناء الوعي بالعلامة التجارية واختبار السوق.

- ✓ محلات بيع مستحضرات التجميل والعناية بالبشرة في المدن الكبرى.
- ✓ المعارض والأسواق المحلية: فرصة للتفاعل المباشر مع العملاء والترويج للمنتجات.
- ✓ التوزيع عبر الإنترنت (متجر إلكتروني خاص، منصات التجارة الإلكترونية الجزائرية): للوصول إلى شريحة أوسع من العملاء على مستوى البلاد.
- ✓ إمكانية التعاون مع موزعين إقليميين أو وطنيين في المستقبل.

### 4.2.V. الترويج (Promotion):

#### • استراتيجيات الترويج:

#### الترويج الرقمي:

- ✓ إنشاء صفحات على وسائل التواصل الاجتماعي (فيسبوك، انستغرام) لمشاركة محتوى جذاب حول فوائد المنتج، طرق الاستخدام، شهادات العملاء، والعروض.
- ✓ الإعلانات المدفوعة على وسائل التواصل الاجتماعي لاستهداف الجمهور المناسب.
- ✓ التعاون مع المؤثرين والمدونين في مجال الجمال والعناية بالبشرة للترويج للمنتجات.
- ✓ إنشاء موقع إلكتروني للعلامة التجارية يحتوي على معلومات حول المنتجات وقنوات البيع.
- ✓ التسويق عبر البريد الإلكتروني للعملاء المشتركين.

#### الترويج التقليدي (حسب الميزانية):

- ✓ المشاركة في المعارض والفعاليات المحلية.
- ✓ الإعلانات في المجلات المحلية أو الصحف (إذا كان الجمهور المستهدف يقرأها).
- ✓ عروض وخصومات في المتاجر والصيدليات.
- ✓ توزيع عينات مجانية للمنتجات لتعريف العملاء بها.
- ✓ تصميم مواد ترويجية جذابة (كتيبات، ملصقات).
- ✓ العلاقات العامة: بناء علاقات جيدة مع وسائل الإعلام المحلية للترويج للمنتجات وقصتها.
- ✓ التركيز على قصة المنتج والمكونات الطبيعية وأصلها المحلي.

### 3.V. استراتيجية التسويق:

- ✓ التركيز على الميزة التنافسية: تسليط الضوء على الطبيعة الفريدة للمنتجات التي تعتمد على مستخلصات ثمار السدر وزيت وفوائدها للبشرة والشفاة.
- ✓ بناء علامة تجارية قوية: تطوير هوية بصرية ورسالة واضحة للعلامة التجارية تعكس قيمها ومميزاتها.
- ✓ استهداف الجمهور المناسب: تحديد الشرائح الأكثر اهتمامًا بالمنتجات الطبيعية والعناية بالبشرة والوصول إليهم عبر القنوات التسويقية المناسبة.
- ✓ بناء علاقات مع العملاء: التفاعل مع العملاء عبر وسائل التواصل الاجتماعي، الاستماع إلى ملاحظاتهم، وتقديم خدمة عملاء ممتازة.
- ✓ التوسع التدريجي: البدء بالتوزيع في منطقة الوادي والمناطق القريبة ثم التوسع تدريجيًا إلى المدن الكبرى وعبر الإنترنت.

### 4.V. الميزانية التسويقية (تقديرية):

- ✓ يجب تخصيص ميزانية للتسويق تغطي تكاليف إنشاء العلامة التجارية، تصميم التعبئة والتغليف، إنشاء المواد الترويجية، التسويق الرقمي، المشاركة في المعارض، وغيرها.
- ✓ يمكن البدء بميزانية محدودة والتركيز على التسويق الرقمي ووسائل التواصل الاجتماعي في المراحل الأولى.

### 5.V. تقييم الأداء التسويقي:

- ✓ تتبع مؤشرات الأداء الرئيسية (KPIs) لقياس فعالية الحملات التسويقية، مثل:
- ✓ الوعي بالعلامة التجارية (Brand Awareness).

- ✓ حركة المرور على الموقع الإلكتروني وصفحات التواصل الاجتماعي.
- ✓ عدد المتابعين والمعجبين على وسائل التواصل الاجتماعي.
- ✓ معدل التحويل (Conversion Rate) للمبيعات عبر الإنترنت.
- ✓ حجم المبيعات والقيمة.
- ✓ تكلفة اكتساب العميل (Customer Acquisition Cost).
- ✓ رضا العملاء وولائهم.
- ✓ تحليل البيانات وتعديل الاستراتيجيات التسويقية بناءً على النتائج.
- ✓ اعتبارات خاصة بمنطقة الوادي:
- ✓ الاستفادة من الهوية المحلية: إذا كان هناك أي ارتباط ثقافي أو تقليدي لاستخدام السدر في العناية بالبشرة في منطقة الوادي، يمكن استغلال ذلك في التسويق.
- ✓ الشراكات المحلية: استكشاف إمكانية التعاون مع متاجر أو صيدليات أو فعاليات محلية في الوادي للترويج للمنتجات.
- ✓ بناء قاعدة عملاء أولية قوية في المنطقة: يمكن أن يكون العملاء المحليون سفراء جيدين للعلامة التجارية عند التوسع إلى مناطق أخرى.

#### ملخص الدراسة التسويقية:

يتطلب النجاح في سوق مستحضرات التجميل التنافسي في الجزائر فهمًا جيدًا للسوق والجمهور المستهدف والمنافسين. من خلال تطوير منتجات عالية الجودة تعتمد على المكونات الطبيعية الفريدة، وبناء علامة تجارية قوية، واعتماد استراتيجيات تسويقية فعالة، يمكن لمشروعك أن يحقق النجاح والنمو في السوق. التركيز على الميزة التنافسية المتمثلة في استخدام مستخلصات ثمار السدر الطبيعية والتواصل الفعال مع الجمهور المستهدف سيكونان مفتاحين لتحقيق أهدافك التسويقية.

#### VI. الدراسة المالية :

##### 1.VI. التكاليف التأسيسية: مرة واحدة عند بداية المشروع:

البند التكلفة التقديرية (DZD)	التكلفة التقديرية (DZD)
( تسجيل النشاط التجاري) سجل تجاري + بطاقة حرفي	100,000 – 25,000
(... تصميم الهوية البصرية) لوجو، بطاقات، علب	20,000 – 50,000
تصميم العبوات والملصقات	150,000 – 100,000
شراء أول دفعة من العبوات والتغليف	50,000 – 120,000
(... معدات يدوية/نصف أوتوماتيكية) خلاطات، أوعية	1800,000 – 1500,000
( إنشاء متجر إلكتروني بسيط) موقع ووسائل دفع	30,000 – 80,000
( تحاليل مخبرية لسلامة المنتج CNRC) أو خاص	25,000 – 50,000

## Annexes

40,000 – 100,000	التسويق التمهيدي) تصوير، إعلانات، عينات
3000000– 2000000 DZD	المجموع التقريبي

### 2.VI. التكاليف التشغيلية الشهرية:

التكلفة التقديرية (شهريا)	البند
40,000 – 80,000 DZD	شراء المواد الخام( زيوت، شمع، مستخلص السدر )
20,000 – 40,000	عبوات وتغليف إضافي
5,000 – 10,000	مواد تنظيف وتعقيم
30,000 – 60,000	أجور (إن وُجد مساعدين)
3,000 – 7,000	كهرباء وماء(لورش منزلية أو صغيرة )
20,000 – 50,000	( تسويق شهري) إعلانات على فيسبوك/أنستغرام
10,000 – 20,000	نفقات شحن/توصيل
128,000 – 267,000 DZD	المجموع التقريبي الشهري

### 3.VI. الإيرادات المحتملة:

بافتراض الأسعار التالية: 🇩🇿

: 600 DZD	مرطب شفاه طبيعي :
(50ml): 1200 DZD	مرطب بشرة

بيع شهري: 🇩🇵

وحدة مرطب شفاه:	$150 \times 600 = 90,000 \text{ DZD}$
وحدة مرطب بشرة:	$100 \times 1200 = 120,000 \text{ DZD}$
الإيرادات الكلية:	$210,000 \text{ DZD}$ (شهرياً قابلة للزيادة مع التوسع)

#### 4.VI. نقطة التعادل: (Break-even)

لحساب نقطة التعادل، نفترض متوسط تكلفة تأسيس = 400,000DZD

ومعدل ربح صاف شهري (بعد خصم المصاريف) = 80,000 DZD

ستسترجع رأس المال خلال 5 اشهر تقريبا =  $80,000 \div 400,000$

#### VII. شهادة التكوين في المقاولاتية :



