

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université ABOU BEKR BELKAID –TLEMCEM–

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de
l'Univers

Département de Biologie

Laboratoire :

Antibiotiques, Antifongiques, Physico-chimie :

Synthèse et activité biologique

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Biologiques

Option : Biochimie appliquée

Start up PME

Thème:

**Formulation des produits cosmétiques naturels à
base d'extrait de *Ziziphus lotus* de la région de
Tlemcen**

Présenté par : ♦ **BENAOUDA Ibtissem**

♦ **BENAISSA Hicham Abderrahmane**

Soutenu le 30-06-2025 devant les membres de jury :

Présidente	BENARIBA Nabila	Pr	Univ. Tlemcen
Encadrant	AZZI Rachid	Pr	Univ. Tlemcen
Examineur	BELAID-MEDJDOUB Houria	MCA	Univ. Tlemcen
Expert I2E	CHAUCHE Mohammed Tarik	Pr	Univ. Tlemcen

Année Universitaire : 2024/2025

Remerciements

*Avant toute chose, nous remercions **Allah** le tout puissant et miséricordieux ; de nous avoir donné la force, le courage et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements à :

*Notre encadreur **Mr AZZI RACHID**, Professeur au département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers, Université Abou Bakr Belkaid - Tlemcen, pour l'encadrement et l'encouragement qu'il nous a donnés et de nous avoir guidé dans la réalisation de ce travail, aussi pour sa patience, sa gentillesse et sa disponibilité. Nous avons eu le grand plaisir de travailler sous sa direction.*

*Nos sincères remerciements à **Pr BENARIBA Nabila** Professeur, au Département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, d'avoir nous fait l'honneur d'accepter de présider le jury. Qu'elle trouve ici nos sincères impressions de gratitude et de respect.*

*Nos sincères remerciements à **Mme BELAID-MEDJDOUB Houria**, maitre de conférences classe A, au Département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nos sincères remerciements à **Mr CHAUCHE Mohammed Tarik**, Expert I2E, Professeur, au Département de Biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, sciences de la terre et de l'univers Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen, d'avoir accepté d'évaluer le Canevas BMC et le travail scientifique.*

*Mes sincères remerciements vont également à **Melle AZZOUZ Marwa** , Doctorante en biochimie pour son soutien et son aide pour la réalisation de la pratique de ce travail.*

Enfin nos sincères gratitudes à tous les enseignants du département de biologie qui nous ont formé et toute personne qui a participé à notre étude.

Dédicaces

À mes chers parents,

Votre amour inconditionnel et votre soutien indéfectible ont été ma force tout au long de ce parcours. Vous êtes mes héros, et je vous suis éternellement reconnaissant pour tout ce que vous avez fait.

À mon frère bien-aimé, Sidi Mohamed,

Votre présence a illuminé chaque étape de ce chemin. Merci d'être mon compagnon de route.

À mes amis, Kawther, et Rafik

Votre amitié précieuse et vos encouragements chaleureux ont rendu ce voyage plus joyeux et mémorable. Chaque moment partagé avec vous a été un cadeau.

À toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin,

Votre soutien, votre aide et vos encouragements ont été les pierres angulaires de ce succès. Merci du fond du cœur pour votre générosité.

IBTISSEM

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à mes chers parents, pour leur amour inconditionnel, leur soutien et leurs sacrifices qui m'ont permis d'arriver jusqu'ici.

À mon frère Zakarya et ma sœur Meriem,

Merci pour vos encouragements et votre présence précieuse à chaque étape de mon parcours.

Une pensée spéciale pour ma grand-mère, qu'Allah ait son âme ; ses bénédictions et ses prières ont illuminé mon chemin.

Votre confiance en moi a été ma plus grande force.

HICHAM

الملخص

السدر، المعروف في الجزائر باسم "السدر"، شجرة أو شجيرة من الفصيلة الرحمانية، تُستخدم لخصائصها الطبية.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم النشاط المضاد للأوكسدة للمستخلصات المائية لأوراق السدر المجففة، المُحضرة عن طريق النقع والغلي، باستخدام طريقتين: طريقة تثبيط الجذور الحرة DPPH ، وطريقة اختزال الحديد FRAP ، والنشاط المضاد للميكروبات بطريقة البئر، وذلك بهدف تصنيع منتجات تجميل طبيعية من مستخلصات السدر، مثل: صابون طبيعي وشامبو طبيعي صلب.

أشار التحليل النوعي، المُمثل بالاختبارات الكيميائية النباتية التي أُجريت على المستخلصات المائية، إلى وجود الصابونينات، والفلافونويدات، والعفصات، والقلويدات، والكينونات الحرة، والأنثراكينونات، والكومارينات، والمركبات المختزلة، مع غياب التربينويدات.

أظهر التحليل الكمي وجود العفصات، والفلافونويدات، والبوليفينولات الكلية في كلا المستخلصين بكميات كبيرة. سُجّل أعلى محتوى من التانينات، والبوليفينولات الكلية، والفلافونويدات في المستخلص المائي المُحضّر بطريقة الغلي (146.5 ± 0.0008 ميكروغرام من التانينات/ملغ من التانينات؛ 341.33 ± 0.0055 ميكروغرام من التانينات/ملغ من التانينات؛ و 26.45 ± 0.0002 ميكروغرام من التانينات/ملغ من التانينات، على التوالي). أظهرت المستخلصات المدروسة نشاطاً مضاداً للأوكسدة، مع تسجيل أفضل النتائج في اختبارات DPPH و FRAP في المستخلص المائي المُحضّر بطريقة الإغلاء، بقيم ($IC_{50} = 0.537$ ملغ/مل) و ($EC_{50} = 0.625$ ملغ/مل) على التوالي. وتظل هذه النتائج مهمة مقارنةً بتلك التي تم الحصول عليها من الجزيئات المرجعية المختبرة.

تقييم النشاط المضاد للميكروبات يُظهر أن مستخلص الغلي المائي يُثبط نمو البكتيريا العصوية الرقيقة والمكورات العنقودية الذهبية، بينما مستخلص النقع المائي يُظهر تثبيطاً ضد البكتيريا الزائفة الزنجارية والعصوية الرقيقة.

الكلمات المفتاحية: السدر، منتجات التجميل الطبيعية، النشاط المضاد للأوكسدة، النشاط المضاد للميكروبات، اختبار DPPH ، FRAP، طريقة الأبار.

Résumé

Ziziphus lotus ou le jujubier sauvage, connu en Algérie, par le nom « Sedra », est un arbre ou arbuste de la famille de Rhamnacée, utilisée pour ses propriétés médicinales, cosmétique,...

L'objectif de cette étude est d'évaluer l'activité antioxydante des extraits aqueux des feuilles séchées de *Ziziphus lotus* préparés par macération et décoction en utilisant les deux méthodes : méthode du piégeage du radical libre DPPH et méthode de réduction de fer FRAP, et l'activité antibactérienne par méthode des puits, afin de préparer des produits cosmétiques naturels à base des extraits de *Ziziphus* tels que : un savon naturel et un shampoing solide naturel.

L'analyse qualitative représentée par les tests phytochimiques, réalisée sur les extraits aqueux a révélé la présence des saponines, flavonoïdes, tanins, alcaloïdes, quinones libres, anthraquinones, les coumarines, les composés réducteurs et l'absence des terpénoïdes.

L'analyse quantitative a montré la richesse des extraits étudiés en composés phénoliques. Les teneurs les plus élevées en tanins, en polyphénols totaux et en flavonoïdes ont été enregistrées dans l'extrait aqueux préparé par décoction ($146,5 \pm 0,0008 \mu\text{g EC/mg E}$; $341,33 \pm 0,0055 \mu\text{g EAG/mg E}$ et $26,45 \pm 0,0002 \mu\text{g EC/mg}$, respectivement).

Les extraits étudiés ont présenté une activité antioxydante, où nous avons enregistré le meilleur résultat du test de DPPH et du test de FRAP dans l'extrait aqueux préparé par décoction avec des valeurs ($\text{CI}_{50} = 0,537 \text{ mg/ml}$), ($\text{EC}_{50} = 0.625 \text{ mg/ml}$), respectivement. Ces résultats restent importants par rapport à ceux obtenus par les molécules de références testées.

L'évaluation de l'activité antibactérienne a montré que l'extrait aqueux préparé par décoction inhibe la croissance des souches bactériennes *Bacillus subtilis* et *Staphylococcus aureus* et l'extrait aqueux préparé par macération présente une activité inhibitrice contre les souches de *Pseudomonas aeruginosa* et *Bacillus subtilis*.

Mots clés : *Ziziphus Lotus*, produits cosmétiques naturels, activité antioxydant, activité antimicrobienne, test DPPH, FRAP, méthode des puits.

Abstract

Ziziphus lotus or wild jujube, known in Algeria as "Sedra", is a tree or shrub of the Rhamnaceae family, it is used for its medicinal properties.

The objective of this study is to evaluate the antioxidant activity of aqueous extracts of dried *Ziziphus lotus* leaves prepared by maceration and decoction using two methods: DPPH free radical scavenging method and FRAP iron reduction method, and the antimicrobial activity by well method, in order to manufacture natural cosmetic products based on *ziziphus* extracts such as: a natural soap and a natural solid shampoo.

The qualitative analysis represented by the phytochemical tests carried out on the aqueous extracts indicated the presence of saponins, flavonoids, tannins, alkaloids, free quinones, anthraquinones, coumarins and reducing compounds and the absence of Terpenoids.

Quantitative analysis revealed the presence of tannins, flavonoids, and total polyphenols in both extracts in significant amounts. The highest tannin, total polyphenol, and flavonoid content was recorded in the aqueous extract prepared by decoction ($146.5 \pm 0.0008 \mu\text{g EC/mg E}$; $341.33 \pm 0.0055 \mu\text{g EAG/mg E}$ and $26.45 \pm 0.0002 \mu\text{g EC/mg}$, respectively).

The studied extracts demonstrated strong antioxidant activity, with the best results in the DPPH and FRAP tests recorded in the aqueous extract prepared by decoction, with values ($\text{IC}_{50} = 0.537 \text{ mg/ml}$) and ($\text{EC}_{50} = 0.625 \text{ mg/ml}$), respectively. These results remain significant compared to those obtained by the reference molecules tested.

The evaluation of antimicrobial activity shows that the aqueous decoction extract inhibits on the growth of *Bacillus subtilis* and *Staphylococcus aureus*, and the aqueous maceration extract exhibits inhibitory activity against *Pseudomonas aeruginosa* and *Bacillus subtilis* strains.

Keywords: *Lotus ziziphus*, natural cosmetic products, antioxidant activity, antimicrobial activity, DPPH test, FRAP, well method.

Liste des abréviations

µg EAG/ mg E : microgramme Equivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait.

µg Eq C/ mg E : microgramme Equivalent catéchine par milligramme d'extrait.

•OH : le radical hydroxyle.

ABTS : (2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)).

CI₅₀ : Concentrations qui inhibent 50% du radical libre DPPH.

CMB : Concentration Minimale bactéricide.

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice.

DPPH : (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle).

EBD : Extrait brut aqueux préparé par décoction.

EBM : Extrait brut aqueux préparé par macération.

EC₅₀ : Concentration efficace à réduire 50% du fer.

FRAP: (Ferric Reducing Antioxidant Power).

H₂O₂ : le peroxyde d'hydrogène.

HE : huile essentielle.

I (%) : Pourcentage d'inhibition

O₂⁻ : le superoxyde.

O₂•- : le radical superoxyde.

ORAC : (Capacité d'Absorption de l'Oxygène Radical).

RCS : Reactive Chlorine Species (Espèces chlorées réactives).

RNS : Reactives nitrogen species (Les espèces réactives d'azote).

R-OH : Alcool.

ROO• : le radical peroxyde.

R-OOH : Hydroperoxyde.

ROS : Reactive oxygen Species (Les espèces réactives d'oxygène).

SOD : Superoxyde dismutase.

TCA : Acide trichloroacétique.

Z. Lotus : *Ziziphus lotus*.

Listes des figures

Figure 1 : aire de répartition de la famille des Rhamnacées dans le monde.....	7
Figure 2 : aire de répartition de <i>Ziziphus lotus</i> dans les zones arides et semi arides en Algérie.	7
Figure 3: La partie aérienne de <i>Ziziphus lotus</i>	8
Figure 5: Les fruits de <i>Ziziphus lotus</i>	10
Figure 4: Les feuilles de <i>Ziziphus lotus</i>	9
Figure 6: La balance d'équilibre entre les systèmes pro et antioxydants	18
Figure 7: Ampicilline (AMP) 10µg.....	36
Figure 9: Extrait de feuilles de <i>Z. lotus</i> préparé par macération (EBM).	43
Figure 8: Extrait de feuilles de <i>Z. lotus</i> préparé par décoction (EBD).	43
Figure 10: La hauteur de mousse pour les deux extraits EBM et EBD.....	45
Figure 11: Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.	46
Figure 12: la courbe d'étalonnage de catéchine pour le dosage des flavonoïdes.	47
Figure 13: la courbe d'étalonnage de catéchine pour le dosage des tanins condensés.	48
Figure 14: pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en présence des différentes concentrations de molécule de référence : acide ascorbique.	49
Figure 15: pourcentage d'inhibition de radical libre DPPH en présence des différentes concentrations des deux extraits EBM et EBD.	50
Figure 16: le pouvoir réducteur du fer (FRAP) en présence des différentes concentrations des molécules de références (BHA et Acide ascorbique).	51
Figure 17: Evaluation du pouvoir réducteur du fer FRAP en présence des deux extraits préparés des feuilles de <i>Z. lotus</i> EBM et EBD.....	51
Figure 18: savon solide à base d'extrait des feuilles de <i>ziziphus lotus</i>	54
Figure 19: Shampoing solide à base de <i>Ziziphus lotus</i>	56

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique de <i>Ziziphus lotus</i>	11
Tableau 2 : des principaux composants des différentes parties de <i>Z. lotus</i>	12
Tableau 3 : Principaux antioxydants non enzymatique et sources alimentaires associées	22
Tableau 3 : Les milieux de culture utilisés dans cette étude	36
Tableau 4 : les caractéristiques des extraits de feuilles de <i>Zizyphus lotus</i> préparés par macération (EBM) et décoction (EBD) :	42
Tableau 5: Les résultats des tests phytochimiques des extraits de feuilles de <i>Ziziphus lotus</i> préparés par macération (EBM) et décoction (EBD) :	43
Tableau 6: La hauteur de mousse pour les différentes dilutions des deux extraits préparés des feuilles de <i>Z. lotus</i>	45
Tableau 7: les teneurs de polyphénols totaux des deux extraits préparés des feuilles de <i>Z. lotus</i>	46
Tableau 8: les teneurs en flavonoïdes des deux extraits préparés des feuilles de <i>Z. lotus</i>	48
Tableau 9: les teneurs en tanins des deux extraits préparés des feuilles de <i>Z. lotus</i>	49
Tableau 10: les valeurs de CI50 des deux extraits préparés et de la molécule de référence acide ascorbique.	50
Tableau 11: les valeurs de CE50 des deux extraits préparés et des molécules de référence. ...	52
Tableau 12: les diamètres des zones d'inhibitions des deux extraits étudiés des feuilles de <i>Z. lotus</i> et d'antibiotique (Ampicilline) contre cinq souches bactériennes.	52
Tableau 13: les caractéristiques des composants de notre savon.	53
Tableau 14 : les caractéristiques du savon solide.	54
Tableau 15 : Les caractéristiques de chaque composant.	55
Tableau 16: caractéristiques de shampoing solide.	55

Table des matières

المخلص.....	5
Résumé	6
Abstract.....	7
Liste des abréviations	8
Listes des figures :.....	9
Liste des tableaux :	10
Introduction.....	1

Synthèse bibliographique : Chapitre 01 : Généralités sur la plante

1. Historique et origine	6
2. Répartition géographique.....	6
2.1. Dans le monde.....	6
2.2. En Algérie	7
3. Nomenclature (Noms vernaculaires).....	7
4. Taxonomie de l'espèce.....	8
5. Description botanique.....	8
5.1. Les Feuilles	9
5.2. Les Fruits	9
6. Utilisation de la plante.....	10
6.1. Utilisations traditionnelles et activité biologique.....	10
6.2. Alimentation et nutrition.....	10
7. Compositions biochimiques.....	11
7.1. Métabolites primaires	11
7.2. Métabolites secondaires.....	11

Chapitre 02 : Produits cosmétiques

1. Définition d'un produit cosmétique	14
2. Classification.....	14
3. Produits cosmétiques naturels.....	14
3.1. Ingrédients des produits cosmétiques naturels.....	14
3.1.1. Huiles essentielles	15
3.1.2. Huile végétale	15

3.1.3.	Extraits naturels.....	15
3.2.	Exemples des Produits cosmétiques naturels.....	16
3.2.1.	Shampooing naturel.....	16
3.2.2.	Les savons naturels.....	16

Chapitre 03 : Activités biologiques

1.	Activité antioxydante.....	18
1.1.	Stress oxydatif.....	18
1.1.1.	Les conséquences du stress oxydant	18
1.1.2.	Les maladies liées au stress oxydant	19
1.2.	Les radicaux libres.....	19
1.3	Les espèces réactives (ER).....	19
1.3.1.	Les espèces réactives d'oxygène (ROS).....	19
1.4.	Les antioxydants.....	20
1.4.1.	Les antioxydants enzymatiques	21
1.4.2.	Les antioxydants non enzymatiques.....	21
2.	Activités antibactériennes	22
2.1.	Les antibiotiques.....	22
2.2.	Les agents antimicrobiens	22
2.3.	Les méthodes d'évaluation d'activité antimicrobienne	23
2.3.3.	Méthode de diffusion sur disque d'agar	23

Etude expérimentale : Matériels et Méthodes

1.	Objectif de cette étude.....	26
2.	Matériel végétal.....	26
3.	Préparation des extraits.....	26
3.1.	Extrait brut aqueux préparé par décoction.....	26
3.2.	Extrait brut aqueux préparé par macération.....	26
3.3.	Calculs de rendement	27
4.	Les tests phytochimiques	27
4.1.	Composés azotés	27
4.2.	Les composés phénoliques.....	28
4.3.	Composés terpéniques	28
4.3.	Les composés réducteurs	29
5.1.	Dosage des polyphénols totaux.....	29

5.2.	Dosage des flavonoïdes	30
5.3.	Dosage des tanins condensés	32
6.	Evaluation d'activité antioxydante.....	33
6.1.	Test du piégeage du radical libre DPPH.....	33
6.2.	Test de réduction du fer : FRAP (FerricReducing Antioxydant Power).....	34
7.	Evaluation d'activité antibactérienne	35
7.1.	Souches testées.....	35
7.2.	Milieux de culture	36
7.3.	Antibiotique utilisée	36
7.4.	Étapes préliminaires à l'étude.....	37
7.5.	Méthode des puits.....	38
8.	Préparation de savon solide	38
9.	Préparation de shampoing solide	40

Résultats et interprétations

1.	Caractéristiques des extraits préparés.....	42
2.	Tests phytochimiques	43
3.	Indice de mousse	44
4.	Le dosage des composés phénoliques	46
4.1.	Le dosage des polyphénols totaux.....	46
4.2.	Le dosage des flavonoïdes	47
4.3.	Dosage des tanins condensés	48
5.	Evaluation d'activité antioxydante.....	49
5.1.	Test de piégeage du radicale libre DPPH	49
5.2.	Test du pouvoir réducteur de fer FRAP.....	50
6.	Evaluation d'activité antibactérienne	52
6.	Préparation du savon solide	53
6.2.	Caractéristique du savon préparé	53
7.	Préparation du shampoing solide	55
7.1.	Caractéristiques du shampoing solide	55
	Discussion	59
	Conclusion	63
	Références bibliographiques	66
	Annexe	77

Introduction

Face à l'essor mondial des produits cosmétiques chimiques, les chercheurs essayent de remplacer ces produits nocifs qui contiennent des substances dangereuses et qui peuvent causer des problèmes de santé majeurs, par des produits naturels qui préservent la santé et l'environnement. Grâce à cette idée, nous mettons en évidence la découverte de sources naturelles représentées par le règne végétal (**Martini, 2008**).

Le règne végétal est très riche en plantes médicinales et aromatiques occupées par la recherche scientifique, et qui sont exploitées dans la pharmacologie et la cosmétologie (**Bouziid et al., 2017**).

Parmi ces plantes, on trouve *Ziziphus lotus*, une plante très répandue dans la région méditerranéenne : Algérie, Maroc et Tunisie (**Pottier, 1981**).

Ziziphus lotus ou le jujubier sauvage appelé aussi « Sedra » est un arbuste épineux et fruitier appartenant à la famille de Rhamnacees (**Rsaissi et al., 2002**). Cette plante est utilisée en domaine de la santé, la cosmétologie et en nutrition sous diverses formes, et en médecine traditionnelle comme anti trouble urinaire, antidiabétique et contre les infections cutanées (**Adzu et al., 2003 ; Anand et al., 1989**). Elle est connue par sa teneur élevée en polyphénols et en métabolites secondaires aux propriétés antimicrobiennes, antioxydantes et immunomodulatrices (**Ghazghazi, 2014**).

Dans notre travail, nous sommes intéressés par la préparation des produits cosmétiques naturels à partir des feuilles de la plante *Ziziphus lotus*. Les extraits des feuilles utilisés dans les formulations cosmétiques ont été analysés qualitativement (tests phytochimiques) et quantitativement (dosages des composés phénoliques) et évalués par la recherche de l'activité antioxydante (méthodes DPPH et FRAP) et l'activité antibactérienne (méthode des puits). Ces études nous permettent de connaître les propriétés de cette plante et de savoir leur effet positif et bénéfique, grâce auquel nous pouvons fabriquer des produits cosmétiques pour les soins de la peau et des cheveux.

Dans ce contexte, nous avons commencé par une étude bibliographique qui se présente par trois chapitres:

- Le premier chapitre est dédié aux généralités sur la plante (historique et origine, répartition géographique, nomenclature ...)

- Le deuxième chapitre est consacré aux produits cosmétiques (définition, classification, produit cosmétique naturel ...)
- Le troisième chapitre présente les activités biologiques étudiés tels que l'activité antioxydante et l'activité antibactérienne.

Dans la partie expérimentale nous avons abordé l'extraction des feuilles de « Sedra » pour obtenir les deux extraits étudiés. Ensuite, la réalisation des analyses phytochimiques et biologiques :

- Tests phytochimiques.
- Dosage des composés phénoliques.
- Evaluation d'activité antioxydante et d'activité antibactérienne.
- Préparation des produits cosmétiques.

*Synthèse
bibliographique*



***Chapitre 01 : Généralités sur
la plante***

1. Historique et origine

Ziziphus lotus est un arbre ou arbuste de la famille des Rhamnacées représente par 135 à 170 espèces (**Maraghni, 2010**). C'est une plante résistante à la sécheresse et qui supporte des conditions sévères de vent et d'ensoleillement.

Il a déjà été mentionné que l'appellation *Ziziphus* est une variation Berbère de prononcer les mots «Zizoufou, Zuzaifo». En fait, ce nom est une transformation linguistique de l'ancienne prononciation Persique – Zizfumou Zizafun. Les Grecs ont utilisé le nom “Ziziphon”.

Le lotus du désert, ou jujube, sont mentionnés dans les textes antiques, y compris les écrits égyptiens connue sous le nom de jujubier sauvage, ou également jujubier de berberine (**Bonnet, 2001**), découvert en 1784 par le Botaniste René Des fontaines aux abords du déserts en Tunisie (**Chevalier Auguste, 1947**).

Le jujubier est évoqué quatre fois dans le Coran, il a toujours existé sur terre et au paradis comme il est cité au coran :

(وَلَقَدْ رَزَاهُ نُزُلًا أُخْرَىٰ ۚ ۱۳ عِنْدَ سِدْرَةِ الْمُنْتَهَىٰ) (El Nadjm 13-14)

Utilisé en Chine depuis au moins 2500 ans; il est mentionné dans une anthologie de la poésie chinoise datant du VIe siècle (**Larousse, 2001**).

Ziziphus lotus est dormant d'octobre à mois de mars et les plantes matures fleurissent en mai et juin, produisent de fruit en mois d'aout.

Le jujube est bien adapté aux climats arides et semi-arides, ce qui lui permet à une large distribution écologique et géographique et qui lui permet de prospérer dans des conditions difficiles.

2. Répartition géographique

2.1. Dans le monde

Ziziphus lotus est originaire de différentes régions du bassin méditerranéen, de l'Afrique du Nord, du Moyen-Orient et de certaines parties de l'Asie. Elle est spontanée au Portugal et au sud d'Espagne, et en Grèce (**Bross, 2000**). On la retrouve aussi dans les steppes désertiques d'Afrique du Nord (**Dillemann, 1960**).

Elle est actuellement cultivée dans toute la région méditerranéenne (Fig. 1).

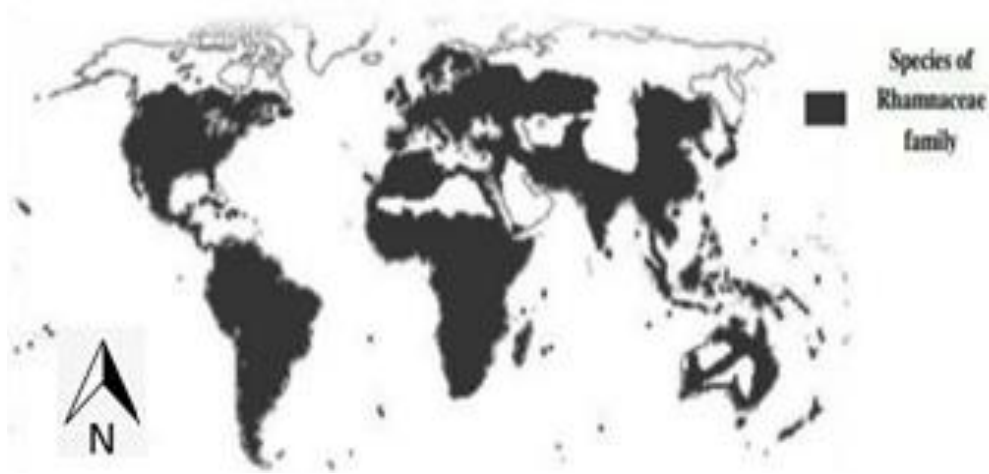


Figure 1 : aire de répartition de la famille des Rhamnacées dans le monde (Dupont et Guignard, 2015).

2.2. En Algérie

Ziziphus lotus se trouve, aussi, dans toute l'Algérie toutes les régions arides, sauf dans le tell Algéro-constantinois (Fig. 2) (Quezel et Santa, 1962).

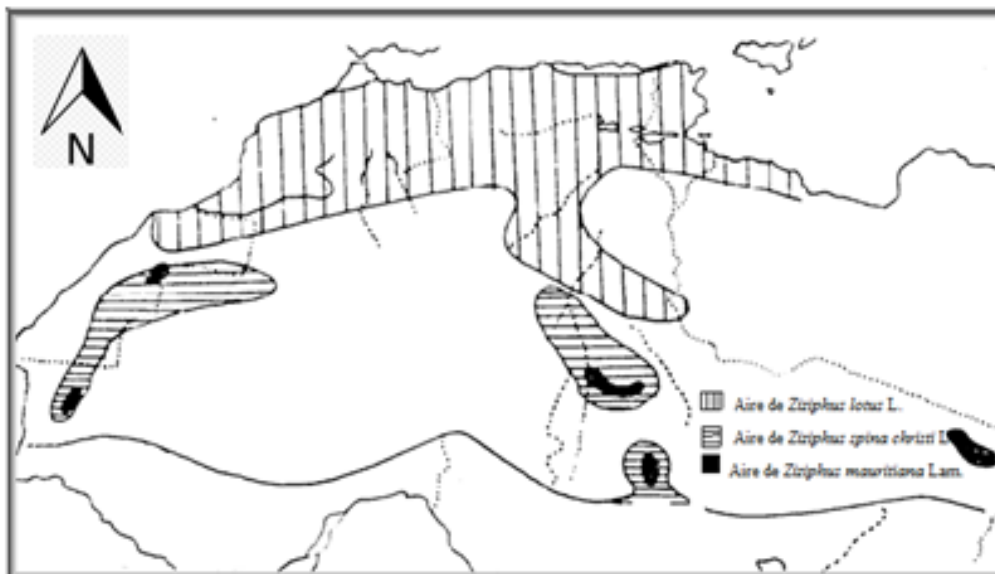


Figure 2 : aire de répartition de *Ziziphus lotus* dans les zones arides et semi arides en Algérie (Quezel et Santa, 1962).

3. Nomenclature (Noms vernaculaires)

Ziziphus lotus est un arbuste xérophyte appartenant de la famille des Rhamnacées appelé communément en arabe : sedra et sidrbari, anabe et nbek (Quatnocchi, 2012), en français le

jujube et lotier, en anglais lotus tree, African jujube, Lote fruit, lotus jujube, en Allemand Wilde Jujube.

4. Taxonomie de l'espèce

Selon **Ghedira, (2013)**, la plante *Ziziphus lotus* est classée comme suit :

- Règne : plantea
- Embranchement : Magnoliophyta
- Sous-embranchement : Magnoliophytina
- Classe : Magnoliopsida
- Sous-classe : Rosidae
- Ordre : Rhamnales
- Famille : Rhamnaceae
- Tribu : Zizyphae
- Genre : *Ziziphus*
- Espèce : *lotus*
- Nom binomial : *Ziziphus lotus* (L.) Desf(**Ghedira, 2013**).

5. Description botanique

Ziziphus lotus est un arbuste buissonnant, épineux et sarmenteux, mesurant jusqu'à 1 à 2 mètre (**Arbonnier, 2019**), à souche souterraine robuste émettant de nombreux tiges grêles ramifiées (Fig. 3).



Figure 3: La partie aérienne de *Ziziphus lotus* (**Vannette, 2018**).

5.1. Les Feuilles

Les feuilles de *Ziziphus* sont petites alternes, crénelées, glabres et glauques en dessous, ovales, faiblement rigides de 9 à 13 mm de long et de 7 à 9 mm de large, vertes brillantes à pétiole court (**Ghedira, 2013**). Chaque feuille porte à sa base 2 stipules transformées en épines inégales (Fig.4) (**Rsaissi et Bouhache, 2002**).



Figure 4: Les feuilles de *Ziziphus lotus* (Photo personnelle).

5.2. Les Fruits

Les fruits sont des drupes sphériques appelés « nbek » qui se consomme en mois d’octobre, leurs noyaux osseux biloculaires, petits et ronds. Ils sont recouverts d’une pulpe demi-charnue, très riche en sucre (**Ghedira, 2013**). Ils sont assez nourrissants, laxatifs et adoucissants (Fig. 5) (**Fournier, 1947**).



Figure 5: Les fruits de *Ziziphus lotus* (Photo personnelle).

6. Utilisation de la plante

6.1. Utilisations traditionnelles et activité biologique

Ziziphus lotus est utilisé en médecine traditionnelle pour prévenir des maladies et les traiter comme le diabète sucré (**Ghedira et al., 1995**), et les affections du tube digestif et le foie, elle est utilisée, aussi, pour traiter les maladies respiratoires (**Baba Aissa, 1999**).

D'un autre côté, *Z. lotus* présente des bienfaits sur les troubles métaboliques comme antidiabétiques et hypoglycémifiants (**Abdoul-Azize, 2016**). La plante est utilisée aussi comme agent anti diarrhéique, sédatif et aussi comme antipyrétique et antivirale (**Hachimi, 2016**).

Les différents extraits préparés des racines, des feuilles et des fruits ont présenté des activités anti-inflammatoire, analgésique et antiulcéreux (**Borgi et al., 2008**), et des activités antioxydantes et antimicrobiennes grâce à ces composés phénoliques (**Bencheikh, 2023**).

6.2. Alimentation et nutrition

La plante est récoltée pour être utilisée comme aliment. Le fruit de jujubier est comestible et consommé lorsqu'il est mûr. Il est utilisé dans le domaine alimentaire sous plusieurs formes telles que le thé, le jus, le pain, le miel, et la confiture et même dans les gâteaux (**Abdoul-Azize, 2016**).

7. Compositions biochimiques

Les études phytochimiques menées sur le *Z Lotus* montrent la richesse de la plante en métabolites primaires et secondaires (Villanueva, 2017).

7.1. Métabolites primaires

Le jujube est connu par sa richesse en métabolites primaires et nutriments nécessaires tels que les protéines, les minéraux (phosphore, calcium, potassium) (Lucien, 2012).

Les fruits du jujubier sont des sources de lipides et des acides gras tels que l'acide linoléique et l'acide linoléique qui sont une source d'énergie pour l'organisme vivant. Ils sont riches en sucres, en vitamines C, A, B (B1 et B2) et en vitamine E à faibles quantités (Tableau 1) (Pareek et al., 2009).

Tableau 1 : Composition chimique de *Ziziphus lotus* (Chouaibi, 2011).

Composition chimique	Rendement
Carbohydate	40,87%
Lipides	32,92%
Protéines	19,11%
Sucres	20%

7.2. Métabolites secondaires

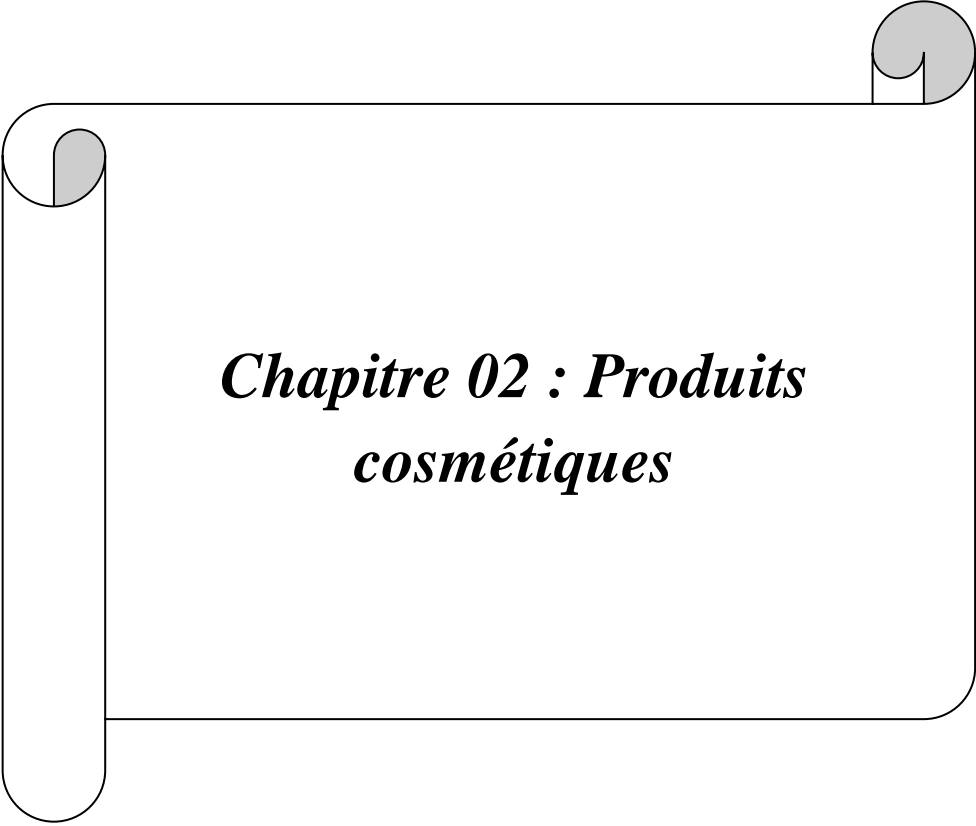
Z. lotus contient des molécules bioactives tels que les saponosides, les anthraquinones, les triterpènes, les polyphénols (tanins, flavonoïdes) et les alcaloïdes (Catoire et al, 1994).

Les feuilles de *Z. lotus* contiennent des flavonoïdes comme l'apigénine et la lutéoline ainsi que des composés phénoliques tels que l'acide férulique, l'acide chlorogénique et la quercétine (Lamia et al., 2019).

Le tableau ci-dessous résume les principaux composés bioactifs présentés dans les différentes parties de *Z. lotus* :

Tableau 2 : des principaux composants des différentes parties de *Z. lotus*.

Partie de <i>Z. Lotus</i>	Composants	Contenu mg/100g	Références
Graines	Polyphénols	14,68	(Chouaibi et al., 2012 ; Abdeddaim et al., 2014)
	Carbohydrate	4087	
	Pectines	1350	
	Fibres totaux	16570	
Fruit	Acides phénoliques	297–4078.2	(Ghazghazi et al., 2014 ; Hammiet al., 2015)
	Flavonoïdes	122	
	Tannins	33	
Pulpe	Phénols totaux	325	(Abdeddaim et al., 2014 ; Rsaissiet al., 2013)
	Flavonoïdes	173	
	Tannins	922	
	Fibres totales	4840	
	Matière minérale	3200	
Feuilles	Phénols totaux	664	(Ghazghazi et al., 2014 ; Borgi et al., 2008 ; Macuek et al., 2004)
	Flavonoïdes	130-199	
	Tannins	39	
	Saponines	340	
	Jujuboside B	3	
	Monosaccharides	8720	



***Chapitre 02 : Produits
cosmétiques***

1. Définition d'un produit cosmétique

Un produit cosmétique est un mélange ou une formulation conçue pour agir sur différentes parties du corps humaines tels que la peau et l'épiderme, les cheveux ou le système capillaire, les ongles et même sur la muqueuse buccale et les dents. Principalement pour objectif de les parfumer, de les nettoyer, de les hydrater et les protéger, de les maintenir en bon état ou pour faire des soins capillaires et corporels.

2. Classification

Il y a quatre classes principales des produits cosmétiques (**Lafforgue et Thiroux, 2008**).

- 1. Produits pour la peau :** appliquer directement sur la peau comme les masques, les produits solaires, crèmes et lotions.
- 2. Produits capillaires :** appliquer sur les cheveux comme les shampoings et les après-shampoings, les huiles et les colorants capillaires.
- 3. Produits d'hygiène :** les solutions d'hygiène dentaire, les savons et les déodorants, laits de corps.
- 4. Produits pour les phanères :** vernis, dissolvants.

3. Produits cosmétiques naturels

Les produits cosmétiques naturels sont des préparations qui utilisent des ingrédients d'origine naturel issue du règne végétal tels que les huiles essentielles, huile d'amande, huile d'olive, d'argan..., les extraits des plantes grâce à leur composants bioactifs et les minéraux.

Les fabricants évitent l'utilisation des substances chimiques et indésirables comme le silicone, sulfate, les conservateurs et tout ingrédients obtenus par des procédés non respectueux de l'environnement (**Wehler, 2007**).

3.1. Ingrédients des produits cosmétiques naturels

Contrairement, aux produits conventionnels souvent chargés de composants synthétiques, ils privilégient des ingrédients d'origine végétale, biologique ou minérale.

3.1.1. Huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des produits obtenus à partir des plantes sèches ou fraîches (les feuilles, les fruits, l'écorce ...) aromatiques, par différentes méthodes d'extraction essentiellement par hydrodistillation et par technique d'entraînement à la vapeur d'eau. Ils sont des composés liquides et volatiles grâce à des molécules volatiles très odorantes (**Fernandez et al, 2015 ; Garnero, 1996**).

Les huiles essentielles (HE) sont utilisées dans les préparations des produits cosmétiques en tant que :

- Agents de parfumage : certaines huiles essentielles constituent des bases des parfums tels que HE de rose, HE de lavande, HE de Jasmine, HE de vétiver,... (**Samir, 2009**).
- Eléments actif de la préparation cosmétologique.
- Médiateur de pénétration du principe actif (**Marcellin, 1983**).

3.1.2. Huile végétale

L'huile végétale est une huile extraite à partir des graines, soit des plantes oléagineuses qui contient une quantité importante des lipides dans leur fruits, et aussi tous les noyaux qui contiennent de l'huile (**Rakotorimana, 2010**).

C'est une huile qui se trouve à l'état liquide et qui contient des composés non volatiles et organique, amphiphiles et hydrophobes, et qui est solubles dans les solvants organiques non polaires (**Vaitilingom, 2009**).

Les huiles végétales ont de nombreuses utilisations dans les préparations des produits d'utilisation externe par exemple en cosmétique et à des fins thérapeutiques. En cosmétologie, ces huiles font partie des formulations dermatologiques comme les crèmes, les pommades, les émulsions, les patches, les lipogels, les savons et les liniments (**Krist, 2020**).

3.1.3. Extraits naturels

Les extraits naturels sont des substances obtenues à partir de la mise en contact d'une plante ou une matière première avec des solvants aqueux ou organiques afin d'extraire des métabolites de différentes nature (flavonoïdes, les tanins, les saponines, polyphénols, ...), qu'ils ont des activités biologiques (antioxydante, antibactérienne ...) (**Azmir, 2013**).

En cosmétologie, plusieurs études ont montré que certaines molécules ou substances dérivés des extraits des plantes particulièrement l'acide hyaluronique et les antioxydants sont des composants nécessaires des revitalisants pour la peau et elles ont associés à la croissance de la peau, à l'hydratation des tissus et à l'inflammation (Ndlovu et al., 2013).

3.2. Exemples des Produits cosmétiques naturels

En raison des différents composants des produits cosmétiques, ils sont produits sous différentes formes. On distingue :

3.2.1. Shampoing naturel

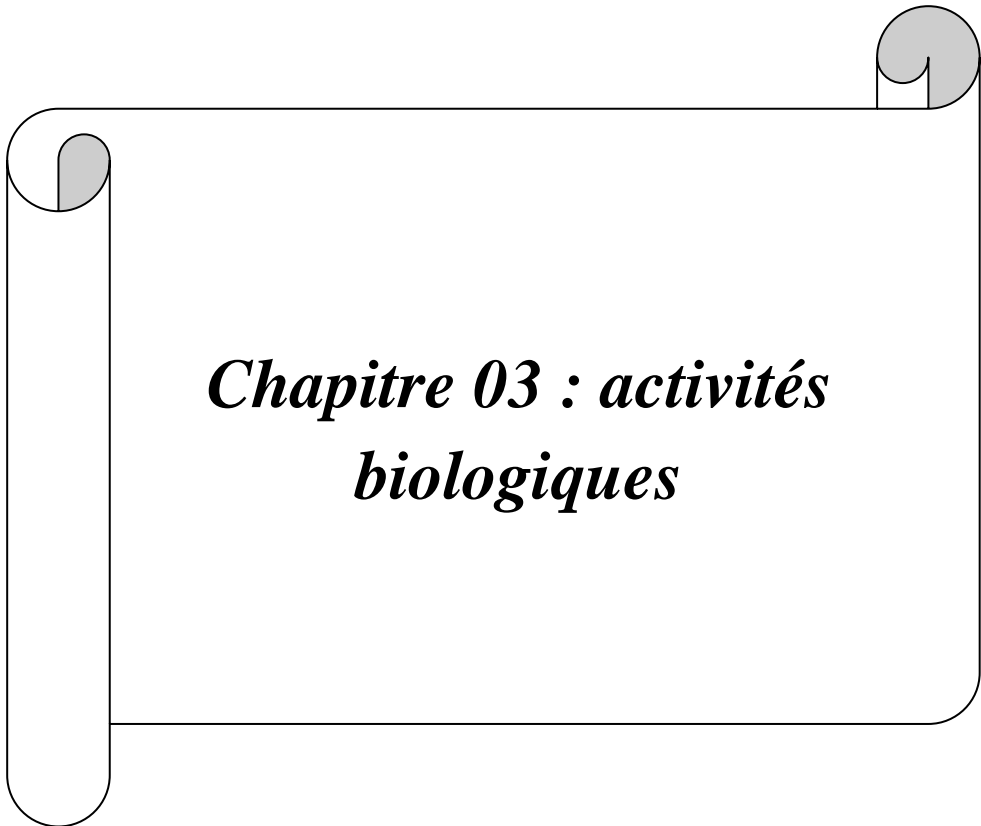
C'est un produit utilisé pour nettoyer le cuir chevelu et les cheveux (Ishii, 1997).

Le shampoing naturel formulé à base des ingrédients naturel comme les extraits des plantes et les huiles essentielles contrairement aux shampoings conventionnels qui contient des substances chimiques tels que les sulfates, parabènes, et les silicones.

Il existe nombreux shampoing synthétique, non médicamenteux et médicamenteux sur le marché. Les shampoings peuvent être des shampoings en liquide, des shampoings poudre ou sec, des shampoings en lotion, des shampoings solides, et peuvent être des shampoings spécialisés comme le shampoing antipelliculaire et le shampoing pour bébé (Potluri et al, 2013).

3.2.2. Les savons naturels

Les savons naturels sont des produits d'hygiène et de soin corporel. Ils sont produits à partir de la combinaison d'une matière gras (les huiles essentielles, les graisses végétales ou animales...) avec une base (potasse ou soude) sans additif chimique (Moyen, 2009).



***Chapitre 03 : activités
biologiques***

1. Activité antioxydante

1.1. Stress oxydatif

Le stress oxydatif peut se produire lorsqu'il y'a un déséquilibre entre les systèmes antioxydants et la source pro-oxydantes des radicaux (**Favier, 2003**). C'est une circonstance anormale que traversent parfois nos cellules ou un de nos tissus lorsqu'ils sont soumis à une production, endogène ou exogène, de radicaux libres oxygénés qui dépasse leurs capacités antioxydants(**Fig.6**) (**Favier, 2006**).

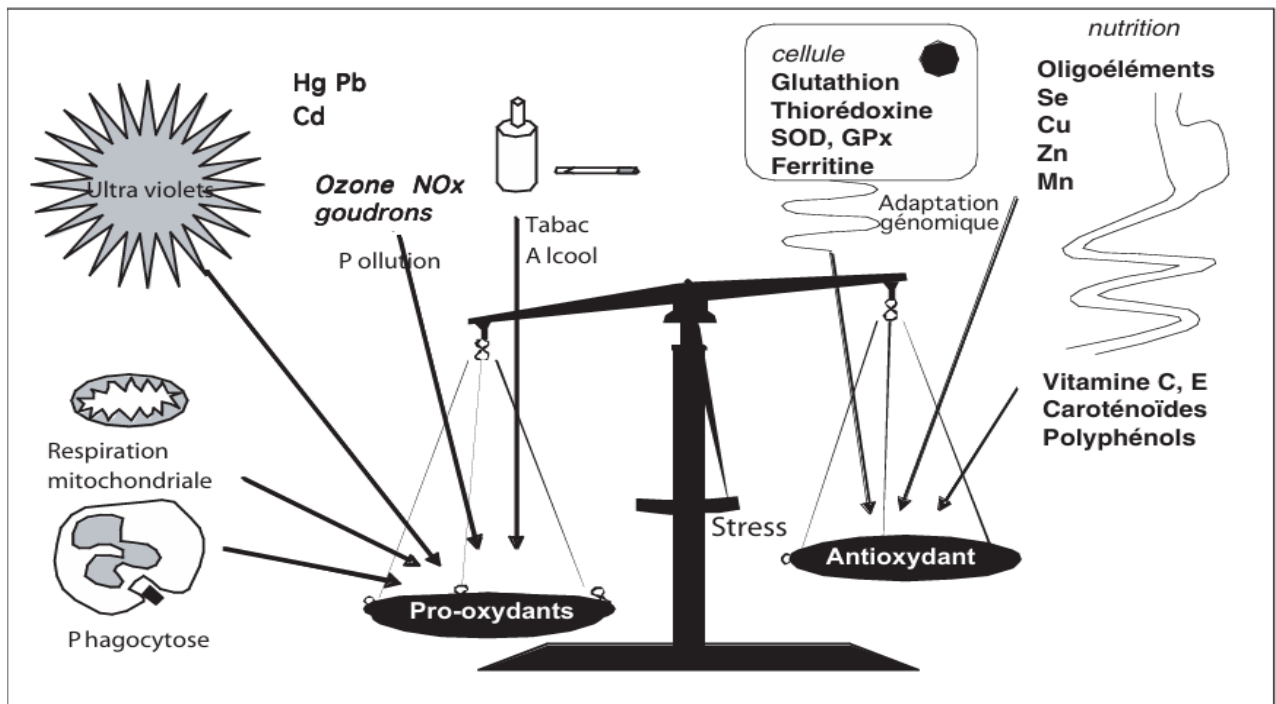


Figure 6: La balance d'équilibre entre les systèmes pro et antioxydants (**Favier, 2006**).

1.1.1. Les conséquences du stress oxydatif

Le faible stress augmente l'expression de protéines d'adhésion au même temps la prolifération cellulaire. Par ailleurs, le stress moyen facilite l'apoptose, et le fort stress provoque une nécrose et des stress violents désorganiseront la membrane cellulaire, entraînant des lyses immédiates. Il y'a autres anomalies biologiques causés par le stress oxydatif tels que la fibrose, formation d'auto-anticorps, dépôt des protéines anormales, dépôt de lipides oxydés, carcinogénèse, malformation des fœtus, immunosuppression et mutation (**Favier, 2003**).

1.1.2. Les maladies liées au stress oxydant

Le stress oxydant provoque plusieurs maladies qui apparaissent avec l'âge car le vieillissement augmente la production mitochondriale de radicaux et diminue les défenses antioxydants (Sohal et al, 2002).

Il participe aussi à l'apparition de maladies plurifactorielles tels que les rhumatismes, la maladie d'Alzheimer, les maladies cardiovasculaires et le diabète sucré (Montagnier et al, 1998).

1.2. Les radicaux libres

Toute molécule possédant un ou plusieurs électrons non appariés est un radical libre (jacques, 2004).

Cette molécule réagit rapidement avec d'autres composants car elle est très instable, elle essaie de capturer l'électron nécessaire pour acquérir la stabilité. Le radical libre attaque la molécule stable la plus proche en lui arrachant son électron, et la molécule attaquée devient elle-même un radical libre (Martinez, 1995).

1.3. Les espèces réactives (ER)

Les espèces réactives sont des atomes ou des molécules qui sont formées par interaction ou voie enzymatique (Thannickal et Fanburg, 2000).

On connaît trois familles d'espèces réactives: les espèces réactives de l'oxygène (reactives oxygen species: ROS), les espèces réactives de l'azote (reactive nitrogen species: RNS) et les espèces réactives de chlore (reactive chlorine species : RCS) (Pérez-Matute, Zulet et Martínez, 2009 ; Berger, 2006).

1.3.1. Les espèces réactives d'oxygène (ROS)

Les espèces réactives d'oxygène forment une famille de petites molécules dérivées de l'oxygène (Yalin Emre, 2007).

Le transfert d'électron à l'oxygène moléculaire à partir des composés fortement réducteurs conduit à la formation des espèces réactives de l'oxygène. Ce transfert donne deux formes de ROS: un ROS non radicalaire moins réactif tel que le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) et un radical libre ROS très réactif, tel que le radical hydroxyle (HO) (Pospisil et al., 2019).

Les ROS sont liés aux dommages cellulaires et à la toxicité, et encore contiennent des radicaux de l'oxygène et les oxydant non radicaux (**Shadel et Horvath, 2015 ; Zorov et al, 2014**).

1.3.2. Les espèces réactives d'azote (RNS)

Le monoxyde d'azote et le nitrite donne les espèces réactives d'azote. Elles peuvent modifier les molécules biologique (par exemple : les lipides insaturés ou les petites molécules, les acides nucléiques et les protéines) par effectuant des réactions d'oxydation, de nitration ou de nitrosation (**Peyrot, 2004**).

Le plus important dans la famille de (RNS) est l'oxyde nitrique (NO) qui est généré dans l'organisme par l'action enzymatique des synthèses d'oxyde nitrique sur la L-arginine et l'oxygène (**Tejero et al., 2019; Tousoulis et al., 2012**).

Le nitrite est un composé chimique formé de deux atomes d'oxygène et un atome d'azote. Il est capable de produire des sels comme le nitrite de potassium (KNO_2) ou le nitrite de sodium (NaNO_2) (**Gladwin et al., 2006 ;Premont et al., 2020**).

1.4. Les antioxydants

Toute substance qui en faible concentration par rapport au substrat, sont susceptible d'être oxydé, prévient ou ralentit l'oxydation de ce substrat. Ils peuvent être classés selon leur mode d'action, leur localisation cellulaire et leur origine (**Halliwell, 1999**).

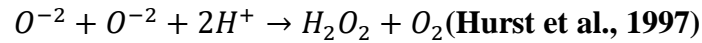
Les plantes constituent des sources très importantes d'antioxydants. Les antioxydants naturels dont l'efficacité est la plus reconnue aussi bien dans l'industrie agroalimentaire que pour la santé humaine sont : les tocophérols, les caroténoïdes et les polyphénols (**Gueye, 2007**).

On trouve dans de nombreux aliments des substances capables de réduire ou neutraliser les dommages causés par les radicaux libre, appelés antioxydants, qui permettent de maintenir au niveau de la cellule non cytotoxique de ROS (reactives oxygen spieces).

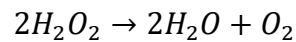
On distingue deux systèmes : enzymatique et non enzymatique qui peuvent être endogène ou exogène (**Vansant, 2004**).

1.4.1. Les antioxydants enzymatiques

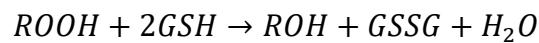
Superoxyde dismutase (SOD) : est un antioxydant qui catalyse la dismutation de l'anion superoxyde en O_2 et H_2O_2 (**Fridovich, 1995 ; Teixeira et al., 1998**).



Catalase : elle permet de convertir deux molécules de H_2O_2 en deux molécules de H_2O et une molécule de O_2



Glutathion peroxydase : c'est la réduction de R-OOH en R-OH (**Mates et al., 2018**)



1.4.2. Les antioxydants non enzymatiques

Certains antioxydants non enzymatiques sont solubles dans l'eau ce qui leur permet d'agir dans la fraction soluble de la cellule ou dans le plasma, c'est le cas du glutathion et la vitamine C (**Buonocore et al., 2010, Asard, 2008**).

Les autres systèmes antioxydants, tels que les vitamines E, A et le β -carotène (**Buonocore et al., 2010, Palace et al., 1999**), étant liposolubles agissent au sein des membranes. Les molécules amphipathiques peuvent agir dans les deux environnements (**Buonocore et al., 2010**).

Tableau 3 : Principaux antioxydants non enzymatique et sources alimentaires associées (Mohammadi, 2013).

Principaux nutriments antioxydants	Source alimentaire
Vitamine C	Agrume, melon, brocoli, fraise, kiwi, chou, poivron
Vitamine E	Huile de tournesol, de soja, de maïs, beurre,
β -carotène	Légumes et fruits
Sélénium	Céréales, volaille, viande, poisson
Zinc	Viande, pain complet, légumes verts, produits laitiers
Flavonoïdes	Fruits, légumes, thé vert
Acides phénoliques	Céréales complètes, baies, cerises
Tannins	Lentilles, thé, raisins

2. Activités antibactériennes

2.1. Les antibiotiques

Les antibiotiques sont des substances, d'origine synthétique ou biologique agissant spécifiquement sur une étape essentielle du métabolisme des agents antibactériens.

Ce sont des substances chimiques élaborées par des microorganismes qui possèdent le pouvoir d'inhiber la croissance ou le développement des bactéries dans lesquelles elles pénètrent en perturbant le métabolisme ou en agissant spécifiquement sur une étape essentielle de ce dernier, mais qui sont dépourvus de toxicité pour les autres cellules humaines ou animales (Alioui, 2020).

2.2. Les agents antimicrobiens

- **Les bactéricides :** sont des agents antimicrobiens qui tuent les bactéries.
- **Les bactériostatiques :** sont des agents qui empêchent la croissance des bactéries (Pankey et Sabath, 2004).

2.3. Les méthodes d'évaluation d'activité antimicrobienne

2.3.1. Méthode de dilution

Les méthodes de dilution sont les plus appropriées pour la détermination des valeurs de CMI, car elles permettent d'estimer la concentration de l'agent antimicrobien testé dans la gélose (dilution en gélose) ou dans le bouillon (macro dilution ou micro dilution). La méthode de dilution en bouillon ou en gélose peut être utilisée pour mesurer quantitativement l'activité antimicrobienne in vitro contre les bactéries et les champignons. La valeur CMI enregistrée est définie comme la concentration la plus faible de l'agent antimicrobien testé qui inhibe la croissance visible du micro-organisme testé, et elle est généralement exprimée en mg/mL ou mg/L (Pfaller et al., 2004 ; Balouiri et al., 2016).

2.3.2. Méthode de diffusion en puits d'agar

La méthode de diffusion en puits d'agar est largement utilisée pour évaluer l'activité antimicrobienne des plantes ou des extraits microbiens (Magaldi et al., 2004 ; Valgas et al., 2007). Comme pour la méthode de diffusion sur disque, la surface de la plaque d'agar est inoculée en étalant un volume d'inoculum microbien sur toute la surface de l'agar. Ensuite, un trou d'un diamètre de 6 à 8 mm est percé aseptiquement à l'aide d'un perce-bouchon stérile ou d'une pointe, et un volume (20- 100 µl) de l'agent antimicrobien ou de la solution d'extrait à la concentration souhaitée est introduit dans les puits. Les plaques de gélose sont ensuite incubées dans des conditions appropriées en fonction du micro-organisme testé. L'agent antimicrobien se diffuse dans le milieu gélosé et inhibe la croissance de la souche microbienne testée (Balouiri et al., 2016).

2.3.3. Méthode de diffusion sur disque d'agar

Le test de diffusion sur disque d'agar, mis au point en 1940 (Heatley, 1944), est la méthode officielle utilisée dans de nombreux laboratoires de microbiologie clinique pour les tests de sensibilité aux antimicrobiens de routine. Aujourd'hui, de nombreuses normes acceptées et approuvées sont publiées par le Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) pour les tests sur les bactéries et les levures (CLSI, 2012 ; CLSI, 2004).

*Etude
expérimentale*



Matériel et Méthodes

Notre étude expérimentale a été réalisée au sein du laboratoire de recherche «Antibiotiques, antifongique, physico-chimie, synthèse et activité biologique », département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, des sciences de la terre et de l'univers, université Abou Bekr Belkaïd, Tlemcen.

1. Objectif de cette étude

Le but de notre étude est d'explorer les analyses phytochimiques et l'évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits préparés des feuilles de *Ziziphus lotus*, afin de formuler des produits cosmétiques naturels à base de ces extraits tels qu'un shampooing solide et un savon.

Notre plante est connue pour ses propriétés bénéfiques dans le domaine de la cosmétologie. Nous mettons l'accent sur la quantification et l'identification des molécules bioactifs présents dans les feuilles de *Ziziphus lotus* en vue de garantir que nos produits cosmétique naturels à base de cette plante soient efficaces et aussi respectueux pour l'utilisation dans les soins quotidiens.

2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre travail est constitué des feuilles séchées de la plante de *Ziziphus lotus*. Ces feuilles ont été soigneusement récoltées au mois d'août dans la région d'Ouled Riyah, située dans la wilaya de Tlemcen.

3. Préparation des extraits

3.1. Extrait brut aqueux préparé par décoction

30 g des feuilles séchées de *Ziziphus lotus* broyées ont été mélangés avec 200 ml d'eau distillée, et laissés chauffer en ébullition, sous reflux, pendant 45 min.

L'extrait brut récupéré par décoction (EBD) a été filtré et séché dans une étuve à température 35°C.

3.2. Extrait brut aqueux préparé par macération

30 g des feuilles séchées de *Ziziphus lotus* ont été macérées avec un volume de 200 ml de l'eau distillée, pendant 48 heures à une température ambiante, sous agitation et à l'abri de la lumière.

L'extrait brut récupéré après macération (EBM) a été filtré et séché dans une étuve à température 35°C.

3.3. Calculs de rendement

Le rendement de chaque extrait brut récupéré (EBD et EBM) a été calculé en utilisant la formule suivante :

$$R (\%) = \frac{M - m}{M_0} \times 100$$

Avec :

M : la masse en gramme (g) de la boîte de pétri remplie (boîte de pétri + extrait brut).

m : la masse en gramme (g) de boîte de pétri vide.

M₀ : la masse initiale de matériel végétale utilisé exprimé en gramme.

R : le rendement en %.

4. Les tests phytochimiques

Une analyse qualitative a été effectuée sur les extraits bruts (EBD et EBM) des feuilles séchées de *Ziziphus lotus* obtenus. Elle est basée sur des réactions de coloration, de précipitation et d'observation sous lumière ultra-violette, afin de mettre en évidence la présence des différents métabolites secondaires.

Ces tests ont été menés selon les techniques de caractérisation qualitatives décrites par (Bruneton, 1999 ; Harbone, 1998).

4.1. Composés azotés

➤ Les alcaloïdes

Dans deux tubes à essai, introduire 0,5 ml de l'extrait à analyser. Acidifier le milieu par quelques gouttes de HCl (1%) et ajouter 0,5 ml de réactif de Mayer dans le premier tube et 0,5ml de réactif de Wagner dans le second tube. L'apparition d'un précipité blanc ou brun, respectivement, révèle la présence d'alcaloïdes.

4.2. Les composés phénoliques

➤ Les tanins

Dans un tube à essai, introduire 1 ml d'extrait à analyser et ajouter 0,25 ml d'une solution aqueuse de FeCl_3 (1%). Le mélange est incubé pendant 15 min à température ambiante. La présence des tanins est indiquée par une coloration verdâtre ou bleu noirâtre.

➤ Les flavonoïdes

Dans un tube à essai, introduire 1 ml d'extrait à analyser et ajouter 1 ml de HCl concentré et quelques copeaux de magnésium. L'apparition d'une coloration rose ou rouge ou jaune prouve la présence des flavonoïdes.

➤ Les quinones libres

Dans un tube à essai, introduire 1 ml d'extrait à analyser et ajouter 0,1 ml d'hydroxyde de sodium (NaOH à 1%). L'apparition d'une couleur qui vire au jaune, rouge ou violet indique la présence des quinones libres.

➤ Anthraquinones

Dans un tube à essai, introduire 1 ml d'extrait à analyser et ajouter 1ml de NH_4OH (10%) puis agiter. L'apparition d'une coloration violette indique la présence des anthraquinones.

➤ Les coumarines (Fluorescence UV)

Dans deux tubes à essai, introduire 1ml de l'extrait à analyser, prendre le premier comme témoin et ajouter à l'autre 0,1 ml de NH_4OH (10%). Mettre deux taches sur un papier filtre et examiner sous la lumière UV à 366 nm. Une fluorescence intense indique la présence des coumarines.

4.3. Composés terpéniques

➤ Les saponines (test de mousse)

Dans un tube à essai, introduire 10 ml de l'extrait à analyser, agiter pendant 15 secondes et laisser le mélange au repos pendant 15min. Une hauteur supérieure à 1 cm de mousse indique la présence de saponines.

Dans une série de 10 tubes à essai numérotés de 1 à 10, introduire respectivement 1, 2, 3, ..., 10 ml de la solution à analyser. Ajuster le volume de chaque tube à 10 ml avec de l'eau distillée. Agiter chaque tube dans le sens de la longueur du tube pendant 15 secondes. Laisser reposer 15 min et mesurer l'hauteur de la mousse produite dans chaque tube.

L'indice de mousse (**I**) est calculée par la formule suivante : $I = 1000 / N$

N est le numéro du tube où la hauteur de mousse est égale à 1 cm.

➤ **Terpénoïdes (Test de Slakowski)**

Dans un tube à essai, introduire 1 ml de l'extrait à analyser, ajouter 0,4 ml de chloroforme et 0,6 ml d'acide sulfurique concentré. La formation de deux phases et une couleur marronne à l'interphase indique la présence des terpénoïdes.

4.3. Les composés réducteurs

Dans un tube à essai, ajouter 1 ml de liqueur de Fehling (0,5 ml réactif A et 0,5 ml réactif B) à 1 ml d'extrait à analyser et incuber l'ensemble 08 min dans un bain marie bouillant. L'apparition d'un précipité rouge brique indique la présence des composés réducteurs.

5. Le dosage des composés phénoliques

5.1. Dosage des polyphénols totaux

Les polyphénols totaux ont été quantifiés à l'aide d'une méthode spectrophotométrique, conformément au protocole détaillé par (**Vermerius et Nicholson 2006**).

➤ **Principe**

Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PM_{12}O_{40}$). Il est réduit lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxyde bleu de tungstène et de molybdène ayant une absorption maximale à 700 nm dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à la quantité de composés phénoliques présents dans l'échantillon (**Vermerius et Nicholson, 2006**).

➤ Mode opératoire

0,1 ml d'extrait (1mg/ml) est mélangé avec 2 ml de la solution de carbonate de sodium (Na_2CO_3 à 2%). L'ensemble est agité par un vortex et incubé pendant 5 minutes. Puis, 0,1 ml du réactif Folin-Ciocalteu 1N est ajouté. Le mélange final est incubé à une température ambiante et à l'abri de la lumière pendant 30 minutes. La lecture est effectuée contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre à 680nm (**Tableau 03**).

Dans les mêmes conditions opératoires, une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle en utilisant l'acide gallique comme étalon (contrôle positif) à partir d'une solution mère de 0,5 mg/ml (**Tableau 03**).

➤ Expression des résultats

Les résultats obtenus sont exprimés en microgramme Equivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait sec (μg EAG/ mg ES).

Chaque essai est répété 3 fois.

Tableau 03 : Dosage des polyphénols totaux.

	La gamme d'étalon (acide gallique)											Extrait (1mg/ml)	
												EBM	EBD
[Acide gallique] $\mu\text{g/ml}$	B	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	-	-
Acide gallique (ml)	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
Eau distillé (ml)	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extraits (ml)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1
Na_2CO_3 (2%) (ml)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Agitation et incubation pendant 5 min													
Folin-Ciocalteu (1N) (ml)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Incubation à l'abri de la lumière et à température ambiante pendant 30 min													
Mesure de l'absorbance à 680nm													

5.2. Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes totaux est déterminée par le test de trichlorure d'aluminium selon la méthode décrite par (**Zhichen et al., 1999**).

➤ Principe

Le principe de cette méthode se repose sur l'oxydation des flavonoïdes en milieu alcalin par le nitrite de sodium (NaNO_2) et le chlorure d'aluminium (AlCl_3) en composant de couleur rose absorbant à 510nm.

➤ Mode opératoire

250 μl de l'extrait (1mg/ml) est mélangé avec 1ml d'eau distillée et 75 μl d'une solution de nitrite de sodium (NaNO_2 à 15%). Après une incubation de 6 minutes à température ambiante, 75 μl de chlorure d'aluminium (AlCl_3 à 10%) est ajoutés. Après 6 minutes, 1 ml d'hydroxyde de sodium (NaOH à 4%) est incorporé, et le volume total est ajusté à 2,5 ml avec l'eau distillée. Le mélange est agité puis laissé à incuber à température ambiante, à l'abri de la lumière, pendant 30 minutes. L'absorbance est mesurée au spectrophotomètre à 510nm contre blanc (**Tableau 04**).

Dans des conditions opératoires similaires, une courbe d'étalonnage est établie en parallèle en utilisant la catéchine comme contrôle positif à un intervalle de concentrations de 25 à 500 $\mu\text{g/ml}$ (**Tableau 04**).

➤ Expression des résultats

Les résultats obtenus sont exprimés en microgramme équivalent catéchine par milligramme d'extrait sec ($\mu\text{g EC /mg ES}$).

Chaque essai est répété 3 fois.

Tableau 04 : Méthodes de dosage des flavonoïdes.

Tube	Gamme d'étalonnage											Extraits (1mg/ml)	
	Blanc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	EBD	EBM
[Catéchine] µg/ml	-	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	-	-
Catéchine (µl)	-	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	-	-
Eau distillée (µl)	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extrait (µl)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	250	250
NaNO ₂ 7% (µl)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Incubation pendant 6 min à température ambiante													
AlCl ₃ 10% (µl)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Incubation pendant 5min à température ambiante													
NaOH (1M) (µl)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Eau distillée (µl)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Incubation pendant 30 min à température ambiante													
Lecture de l'absorbance à 510nm													

5.3. Dosage des tanins condensés

➤ Principe

Le dosage des tanins condensés est réalisé par le réactif de la vanilline, selon la méthode décrite par **Sun et al., (1998)**.

Les tanins condensés se dépolymérisent en milieu acide et se transforment en réaction avec la vanilline en anthocyanidols de couleur rouge qui absorbe à 550nm. Cette couleur est proportionnelle à la quantité des tanins condensés présente dans les extraits.

➤ Mode opératoire

50 µl de chaque extrait (1mg/ml) est mélangé avec 1500µl de la solution vanilline/méthanol (4%, m/v). Après agitation des tubes, 750 µl d'HCl (35%) sont, ajoutés.

Le mélange est agité puis laissé à incuber à température ambiante, à l'abri de la lumière, pendant 20 minutes. L'absorbance est mesurée au spectrophotomètre à 550nm contre blanc

Une gamme d'étalonnage de la catéchine (100 à 1000 µg /ml) est préparée dans les mêmes conditions expérimentales.

➤ **Expression des résultats**

Les résultats obtenus sont exprimés en microgramme équivalent catéchine par milligramme d'extrait (µg EC /mg E).

6. Evaluation d'activité antioxydante

Evaluation de l'activité antioxydante (in vitro), des extraits bruts préparés par décoction et macération, a été réalisé par le test piégeage du radical libre DPPH et le test du pouvoir réducteur de fer FRAP.

6.1. Test du piégeage du radical libre DPPH

➤ **Principe**

Ce test est basé sur l'utilisation de DPPH (2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl) comme un radical libre relativement stable (**Mansouri et al, 2005**).

Le radical DPPH a une couleur violette. Le changement de cette couleur en jaune indique que les antioxydants réduisent DPPH (**Sanchez-Moreno, 2002**).

Ce test est mesuré par un spectrophotomètre à 517nm (**Majhenic et al, 2007**).

➤ **Mode opératoire**

Le test de DPPH a été réalisé suivant la méthode décrite par (**Bektas et al, 2005**)

Une série de concentration des extraits étudiés est préparée dans l'eau distillée. 50 µl de chacune sont ajoutés à 1950 µl d'une solution méthanolique de DPPH.

Pour chaque concentration d'extrait, un blanc est préparé, en mélangeant 50 µl de chaque concentration avec 1950 µl de l'eau distillée.

Un témoin négatif est aussi préparé, en ajoutant à 50 µl méthanol, 1950 µl d'une solution méthanoliques de DPPH.

Dans les mêmes conditions, un témoin positif est préparé en utilisant l'acide ascorbique à différentes concentrations.

Après une période d'incubation de 30 min, l'absorbance est mesurée à 517nm.

Chaque essai est répété 3 fois.

➤ **Expression des résultats**

L'inhibition du radical libre de DPPH en pourcentage (I %) est calculée de la manière suivante : $I\% = [(A \text{ blanc} - A \text{ échantillon}) / A \text{ blanc}] \times 100$

Une courbe de régression logarithmique des concentrations de l'extrait en fonction de I % a été tracée pour déterminer la CI50, défini comme la concentration d'extrait nécessaire pour diminuer la concentration du DPPH initiale de 50%.

Plus l'efficacité du l'extrait est élevée, plus la valeur de CI50 est faible (**Mehezzi Habellah et al., 2016**).

6.2. Test de réduction du fer : FRAP (FerricReducing Antioxydant Power)

➤ **Principe**

Selon la méthode d'**Oyaizu (1986)**, l'activité réductrice d'un extrait étudié a été analysée par une réaction d'oxydo-réduction entre les ions métallique issus du ferricyanure de potassium et l'extrait.

Ferricyanure de potassium $K_3Fe(CN)_6$ fournit des ion ferriques (Fe^{3+}), qui peuvent être réduit en ions ferreux (Fe^{2+}). Ces ions vont réagir avec $FeCl_3$, produisant une coloration vert-bleu, selon la capacité de réduction des extraits, mesurable à 700 nm.

➤ **Mode opératoire**

100 µl de l'extrait à différentes concentrations sont mélangés avec 250 µl de solution tampon phosphate (0,2 M, pH 6,6) et 250 µl de solution de ferricyanure de potassium $K_3Fe(CN)_6$ (1%). Le mélange est incubé à 50°C pendant 20 minutes dans une étuve, puis refroidi. Par la suite, 250 µl d'acide trichloracétique (TCA) (10%) est ajoutés. Après centrifugation pendant 10 min à 3000 rpm, 500 µl de surnageant sont combinés avec 500 µl d'eau distillée et 100 µl d'une solution aqueuse de chlorure de fer ($FeCl_3$ (0,1%)).

La lecture des absorbances du milieu réactionnel est faite à 700 nm à l'aide d'un spectrophotomètre, en utilisant un blanc préparé en remplaçant l'extrait par de l'eau distillée.

Pour chaque concentration, le test est répété 3 fois.

Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard, l'acide ascorbique dont l'absorbance est mesurée dans les mêmes conditions que les extraits dans différentes concentrations.

➤ Expression des résultats

Les résultats présentés sous forme de courbe de régression linéaire d'absorbance en fonction de différentes concentrations de chaque extrait, permettant de déterminer l'EC50, qui représente une absorbance à 0.5.

L'EC50 est la concentration efficace à 50% d'un extrait. C'est est la concentration dans laquelle l'extrait étudié est capable de réduire 50 % de la quantité de fer ferrique présente en mg/ml.

L'extrait le plus efficace présente l'EC50 le plus faible.

7. Evaluation d'activité antibactérienne

7.1. Souches testées

Dans le but de tester l'effet antibactérien in vitro des extraits aqueux préparés par décoction et macération (EBD, EBM), on a utilisé des souches de références qui sont mentionnées dans le tableau suivant (Tableau 5).

Tableau 5 : Souches utilisées dans les différents tests d'activité antimicrobienne.

	Microorganismes	Gram	Code
Bactéries	<i>Staphylococcus aureus</i>	Positif	ATCC 29213
	<i>Bacillus subtilus</i>		ATCC 6633
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Négatif	ATCC 27853
	<i>Escherichia coli TEM</i>		ATCC 35218
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>		ATCC 700603

ATCC: American Type Culture Collection.

7.2. Milieux de culture

Les milieux de culture sont indispensables à la multiplication bactérienne ce qui permet à l'étude de l'activité antibactérienne. Les milieux utilisés durant cette étude, sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Les milieux de culture utilisés dans cette étude

Milieu de culture	pH	Utilisation
Gélose nutritive	6	Pour la conservation des souches
Bouillon Mueller Hinton	7,4	Pour le repiquage des bactéries
Gélose Mueller-Hinton	7,4	Pour l'évaluation d'activité antibactérienne des bactéries

7.3. Antibiotique utilisée

L'antibiotique utilisé est illustré dans la figure ci-dessus :



Figure 7: Ampicilline (AMP) 10µg (Biocare).

7.4. Étapes préliminaires à l'étude

Préparation de l'inoculum

L'inoculum est un échantillonnage de microorganismes ensemencé dans un milieu de culture biologique par inoculation.

- Dans les bouillons (BMH pour les bactéries), réaliser une pré-culture des souches pour garantir la croissance.
- Après incubation de 18/24h à 37°C pour les bactéries, la turbidité est ensuite ajustée au standard Mc Farland 0.5 avec un colorimètre, en ajoutant, soit de la culture s'il est trop faible, ou bien le milieu (BMH ou BS) stérile pour le diluer s'il est trop chargé. Les normes correspondent à 10^8 UFC/mL pour les bactéries ($D.O = 0.08$ à $0.1 / \lambda 625$ nm).
- Faire l'ensemencement dans les 15 minutes qui suivent la préparation de l'inoculum (**Rahal et al., 2008 ; Vitali et al., 2016**).

Ensemencement

Les boîtes Pétri sont coulées à une épaisseur de 4 mm. Ensuite, ils sont introduits dans l'étuve à 37°C pendant 30 min avant l'ensemencement afin d'éliminer l'humidité.

- Dans le tube de la suspension bactérienne, on trempe un écouvillon stérile puis on doit l'essorer en le pressant fermement (en le tournant) sur la paroi interne du tube, afin de le décharger au maximum.
- Frotter l'écouvillon sur la totalité de la surface gélosée sèche, de haut en bas, en stries serrées, et répéter l'opération 2 fois, en tournant la boîte 60° à chaque fois sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même.
- Finir l'ensemencement en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose.
- Recharger l'écouvillon à chaque fois quand on ensemence une boîte de Pétri (**Rahal et al., 2008**).

7.5. Méthode des puits

C'est la technique de base utilisée pour étudier la capacité d'une substance à exercer un effet antimicrobien, elle est aussi appelée : la technique de dilution en gélose pour la détermination des extraits actifs.

✓ Mode opératoire

- Prélever à l'aide d'une pipette Pasteur des colonies bien séparées des souches bactériennes étudiées pour les homogénéiser dans 5 ml d'eau physiologique stérile.
- Ensemencer par écouvillonnage en stries, en tournant la boîte d'environ 60°, de manière à assurer une distribution homogène des bactéries sur les boîtes.
- Les souches bactériennes à tester se préparent par la méthode des stries dans des boîtes de Pétri contenant la gélose nutritive, puis incubées pendant 24h à 37°C pour obtenir des colonies isolées.
- Découper des trous circulaires dans la gélose de chaque boîte de Pétri pour former des puits.
- Remplir les puits avec 100 µl des deux extraits à tester (macération et décoction) à des concentrations différentes (50 mg/ml et 100 mg/ml).
- La lecture se fait en mesurant avec précision les différents diamètres des zones d'inhibition.

8. Préparation de savon solide

✓ Principe

La saponification à froid est un procédé simple et économe en temps et en énergie.

La saponification est le processus chimique qui se produit lorsque l'alcali, généralement la potasse (KOH) ou la soude (NaOH), réagit avec les corps gras tels que les huiles ou les graisses. Les produits de cette réaction sont le savon et la glycérine.

Dans le cadre de ce travail, nous avons préparé un savon solide en utilisant le procédé de saponification à froid.

Les résultats obtenus dans cette étude montrent l'efficacité de ce procédé dans la production de savon de qualité, respectueux de la peau et offrant une expérience agréable lors de leur utilisation.

✓ **Matières premières**

Les matières premières utilisés dans la préparation du savon sont comme de suit

- Acide citrique
- Extrait de la plante « Sidr »
- Glycérine
- Huile d'amande
- Huile d'olive
- Huile Essentielle Arbre thé
- Huile noix coco
- NAOH
- Vitamine E

✓ **La préparation**

- Nous avons part d'un mélange d'extrait des feuilles de la plante *Ziziphus lotus* et la soude nécessaire.
- Nous ajoutons le mélange des huiles nécessaires.
- Nous avons saponifié à une température ambiante. Les additifs sont ajoutés au cours même de la saponification, juste avant de verser dans les moules.
- Une mesure de pH.
- Le savon obtenu par cette méthode doit murir au moins un mois avant d'être utiliser. Ce temps de maturation est souvent considéré comme indispensable pour terminer la saponification.

9. Préparation de shampoing solide

✓ Principe

Le shampoing solide repose sur l'agrégation de tensioactifs anioniques doux avec des agents sur graissant (huiles végétales) et des actifs naturels (*Ziziphus lotus*).

Le mécanisme de nettoyage repose sur l'émulsion des corps gras par les tensioactifs, tandis que les huiles restaurent le film hydrolipidique capillaire. La poudre de « Sidr » apporte des saponines naturelles, renforçant l'effet nettoyant et antipelliculaire.

Le shampoing solide est formulé à partir des ingrédients ci-dessous :

- Huile d'amande
- Huile d'argan
- Huile Essentielle Romarin
- Huile noix coco
- Poudre des feuilles de la plante « Sidr »
- Tension active

✓ La préparation

- Nous avons mélangé les huiles dans un bol.
- Dans un autre bol sec, nous mélangeons tension active+ poudre de « Sidr » à l'aide d'une spatule.
- Nous avons Versé le mélange des huiles sur le mélange TA/Sidr et nous plaçons dans le bain marie.
- Bien homogénéiser pour éviter les grumeaux.
- Nous ajoutons huile essentielle de romarin.
- Nous avons transvasé le mélange dans un moule en silicone.



Résultats et interprétation

1. Caractéristiques des extraits préparés

Les feuilles séchées et broyées de la plante *Ziziphus lotus* ont été extraites par deux méthodes :

- Macération : pendant 48h.
- Décoction : sous reflux pendant 45 min.

Ces deux méthodes d'extraction permettent de récupérer deux extraits bruts aqueux.

Les caractéristiques des extraits préparés, sont représentées en aspect, couleur et solubilité. Elles sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau 5 : les caractéristiques des extraits de feuilles de *Ziziphus lotus* préparés par macération (EBM) et décoction (EBD) :

Extrait	EBM	EBD
Aspect	Poudre cristallisée	Poudre cristallisée
Couleur	Marron claire	Marron
Solubilité	Eau distillée	Eau distillée
Rendement	7,75%	18,15%

EBD : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par décoction ; EBM : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par macération.

L'aspect des deux extraits après le séchage en boîte de pétri pendant 24h, sont représentés dans les figures suivantes (Fig 8) (Fig 9).

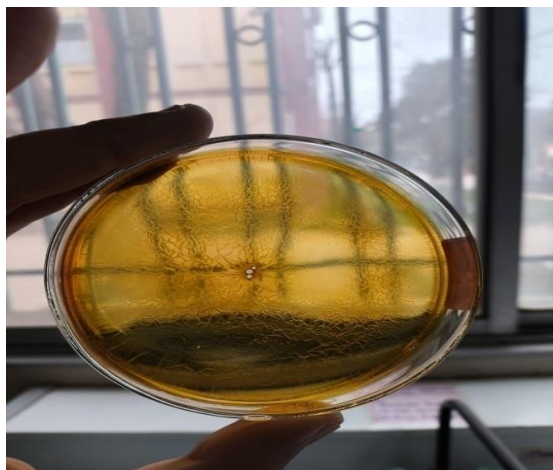


Figure 8: Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par décoction (EBD).

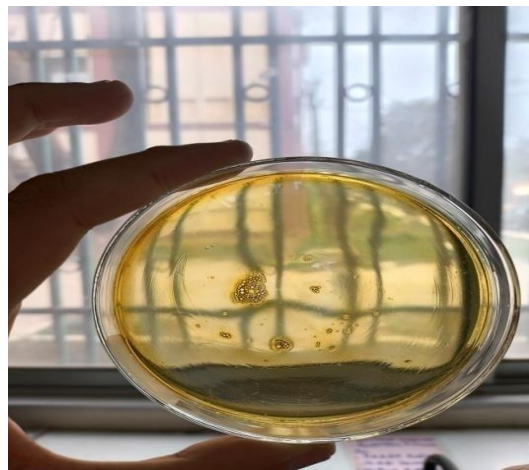


Figure 9: Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par macération (EBM).

Selon les résultats obtenus, nous avons observé que les deux extraits ont un couleur marron, avec même aspect des poudres cristallisés solubles dans l'eau distillée.

En outre, nous avons noté des rendements variables pour les deux extraits, avec des pourcentages de 18,15% pour l'extrait obtenu par décoction et de 7,75% pour l'extrait obtenus par macération.

2. Tests phytochimiques

La détection des différents métabolites secondaires a été réalisée à l'aide des méthodes qualitatives basée sur des réactions chimiques.

Ces tests ont été caractérisés par des changements de couleur, une précipitation ou par une formation d'une mousse.

Le tableau 5 résume les résultats obtenus des tests phytochimiques :

Tableau 6: Les résultats des tests phytochimiques des extraits de feuilles de *Ziziphus lotus* préparés par macération (EBM) et décoction (EBD)

Métabolites secondaires	Tests et réactifs	EBM	EBD
Saponines	Test de mousse	+++	+++
Alcaloïdes	Mayer	-	+
	Wagner	+	+
Tanins	FeCl ₃ (1%)	+++	+++
Flavonoïdes	MgCl ₂	+	-
Quinones libres	NaOH (1%)	+	±
Anthraquinones	NH ₄ OH (10%)	+	-
Terpénoides	Slokowski	-	-
	Librman	-	-
Coumarines	NH ₄ OH (10%)	+++	++
Composés réducteurs	Liqueur de Fehling	+	+

EBD : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par décoction ; EBM : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par macération ; (-) : test négatif, (±) : très faible, (+) : test positif ; (++) : test moyennement positif ; (+++) : test fortement positif.

Les tests phytochimiques réalisés sur les deux extraits préparés des feuilles de *Z. lotus* obtenus par décoction et macération, ont révélés une forte présence des saponines, des tanins et des coumarines et une fiable présence des composés réducteurs et des alcaloïdes dans les deux extraits. En revanche, nous avons noté que les flavonoïdes, les anthraquinones et les quinones libres sont présent seulement dans l'extrait préparé par macération (EBM).

Par contre, le test des terpénoïdes est révélé négativement dans les deux extraits.

3. Indice de mousse

L'indice de mousse est une mesure de la capacité des saponines à produire de la mousse lorsqu'elles sont agitées avec de l'eau. C'est une caractéristique importante pour l'identification et la quantification des saponines dans un extrait ou une plante.

Pour évaluer l'indice de mousse pour les extraits étudiés (EBM et EBD), nous avons utilisé la méthode d'agitation des différentes dilutions des extraits dans l'eau distillée et nous avons

mesuré la hauteur de la mousse en cm. Les résultats sont représentés dans la **Figure10** et le **Tableau 06**.



Figure 10:La hauteur de mousse pour les deux extraits EBM et EBD.

Tableau 7:La hauteur de mousse pour les différentes dilutions des deux extraits préparés des feuilles de *Z. lotus*.

Numéro du tube		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
La hauteur de mousse (cm)	EBM	5	6	6	6.1	7	7	7	8	7.2	6
	EBD	6	7	6	8	6	6	5	7.5	7.5	7

EBD : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par décoction ; EBM : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par macération.

D'après les résultats obtenus, nous avons confirmé la richesse des feuilles de *Z. lotus*, en saponines où la hauteur en mousse a varié entre 5 et 8 cm pour l'ensemble des tubes tests.

La formule ($I=1000/N$) est utilisée pour estimer l'indice de mousse des extraits de plante, où le N présente le numéro (ou le volume d'extrait en ml) du premier tube qui présente une hauteur de plus de 1cm d'une mousse persistante durant 20 min.

Dans notre étude Le tube numéro 1 (volume d'extrait 1ml) a marqué une hauteur supérieure à 1cm pour les deux extraits (EBM et EBD). Donc l'indice de mousse enregistré est de l'ordre de 1000.

4. Le dosage des composés phénoliques

4.1. Le dosage des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux dans les deux extraits EBM et EBD, a été réalisé par méthode spectrophotométrique (méthode de Folin-Ciocalteu).

La courbe d'étalonnage de l'acide gallique (**Figure 11**) nous permet de calculer les teneurs en polyphénols totaux à partir de l'équation de régression ($y=0,0003x$; $R^2=0,996$) :

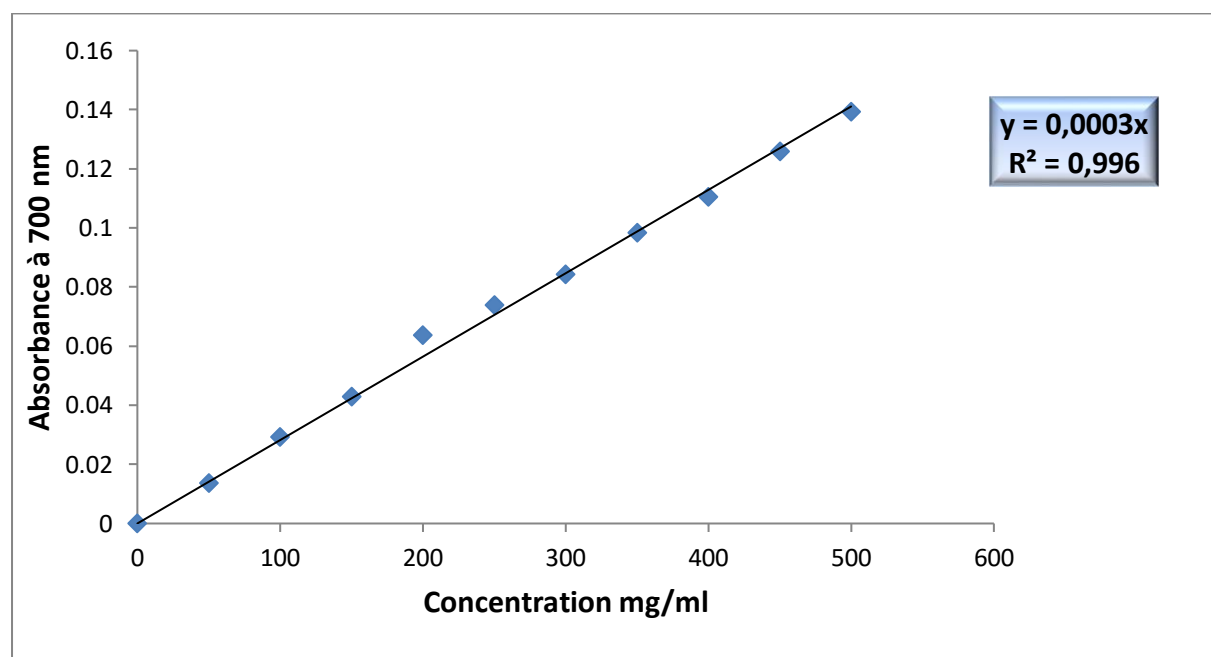


Figure 11: Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

Le tableau suivant représente les résultats des teneurs en polyphénols totaux des deux extraits exprimés en $\mu\text{g EAG /mg E}$.

Tableau 8: les teneurs de polyphénols totaux des deux extraits préparés des feuilles de *Z. lotus*.

	Extrait	
	EBM	EBD
Polyphénols totaux ($\mu\text{g EAG /mg E}$) \pm écart type	332,33 \pm 0,0027	341,33 \pm 0,0055

EBD : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par décoction ; EBM : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par macération.

Selon les résultats obtenus, nous avons constaté que l'extrait obtenu par décoction présente la teneur en polyphénols la plus élevée, avec une teneur de l'ordre de $341,33 \pm 0,0055 \mu\text{g EAG/mg E}$, suivi par l'extrait obtenu par macération avec une teneur d'environ $332,33 \pm 0,0027 \mu\text{g EAG/mg E}$.

4.2. Le dosage des flavonoïdes

Le dosage de flavonoïdes des deux extraits des feuilles de *Ziziphus lotus* (EBM et EBD) a été effectué par une méthode spectrophotométrique.

La courbe d'étalonnage de catéchine (Figure 12) a été réalisée en mesurant l'absorbance en fonction de la concentration qui permet de calculer les teneurs en flavonoïdes à partir de l'équation de régression ($y = 0,002x$; $R^2 = 0,997$) :

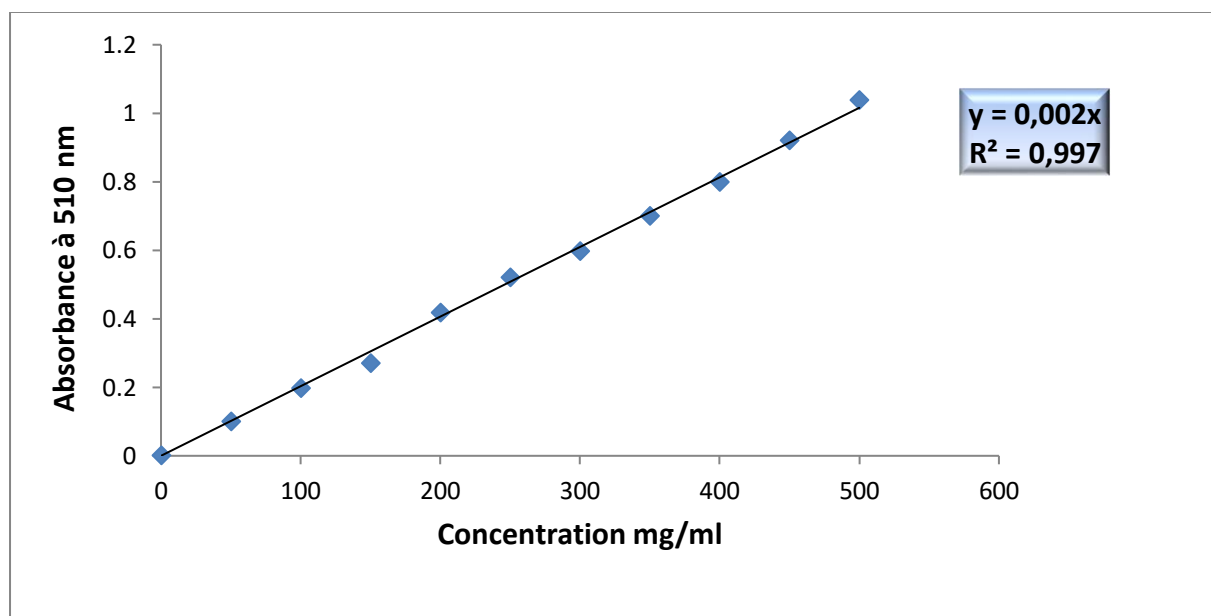


Figure 12: la courbe d'étalonnage de catéchine pour le dosage des flavonoïdes.

Les teneurs en flavonoïdes, exprimées en $\mu\text{g EC /mg E}$, sont enregistrées dans le tableau suivant :

Tableau 9: les teneurs en flavonoïdes des deux extraits préparés des feuilles de *Z. lotus*.

	Extrait	
	EBM	EBD
Flavonoïdes ($\mu\text{g EC /mg E}$) \pm écart type	25,35 \pm 0,0046	26,45 \pm 0,0002

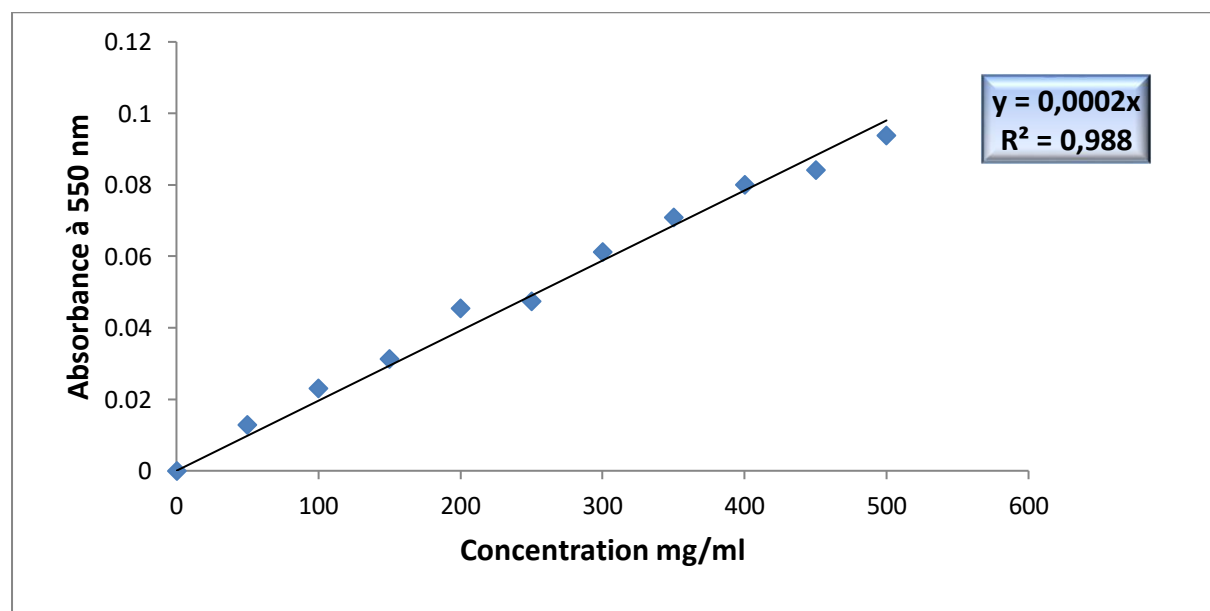
EBD :Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par décoction ; EBM : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par macération.

Selon les résultats observés, nous avons enregistré des faibles teneurs en flavonoïdes, l'EBD a montré une teneur supérieure de l'ordre de 26,45 \pm 0,0002 $\mu\text{g EC/mg E}$ par rapport à l'EBM qui a enregistré une teneur de l'ordre de 25,35 \pm 0,0046 $\mu\text{g EC/mg E}$.

4.3. Dosage des tanins condensés

Le dosage des tanins condensés dans les deux extraits préparés EBM et EBD a été réalisé par la méthode spectrophotométrique, basée sur la réaction des tanins avec la vanilline en milieu acide.

La courbe d'étalonnage de catéchine (**Figure 13**), nous permet de déterminer depuis l'équation de régression ($y = 0,0002x$; $R^2 = 988$) les teneurs en tanins exprimé par $\mu\text{g EC/mg E}$:

**Figure 13:**la courbe d'étalonnage de catéchine pour le dosage des tanins condensés.

Les résultats des teneurs en tanins sont représentés dans le tableau 09:

Tableau 10: les teneurs en tanins des deux extraits préparés des feuilles de *Z. lotus*.

	Extrait	
	EBM	EBD
Tanins ($\mu\text{g EC /mg E}$) \pm écart type	100 \pm 0,0021	146,5 \pm 0,0008

EBD : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par décoction ; EBM : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par macération.

D'après les résultats, nous avons noté que l'EBM présente une teneur plus faible que la teneur d'EBD, avec des concentrations de l'ordre de 100 \pm 0,0021 $\mu\text{g EC/mg E}$ et 146,5 \pm 0,0008 $\mu\text{g EC/mg E}$, respectivement.

5. Evaluation d'activité antioxydante

5.1. Test de piégeage du radical libre DPPH

La **figure 14** représente la courbe des pourcentages d'inhibition du radical libre DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle) en fonction des différentes concentrations de la molécule de référence : acide ascorbique :

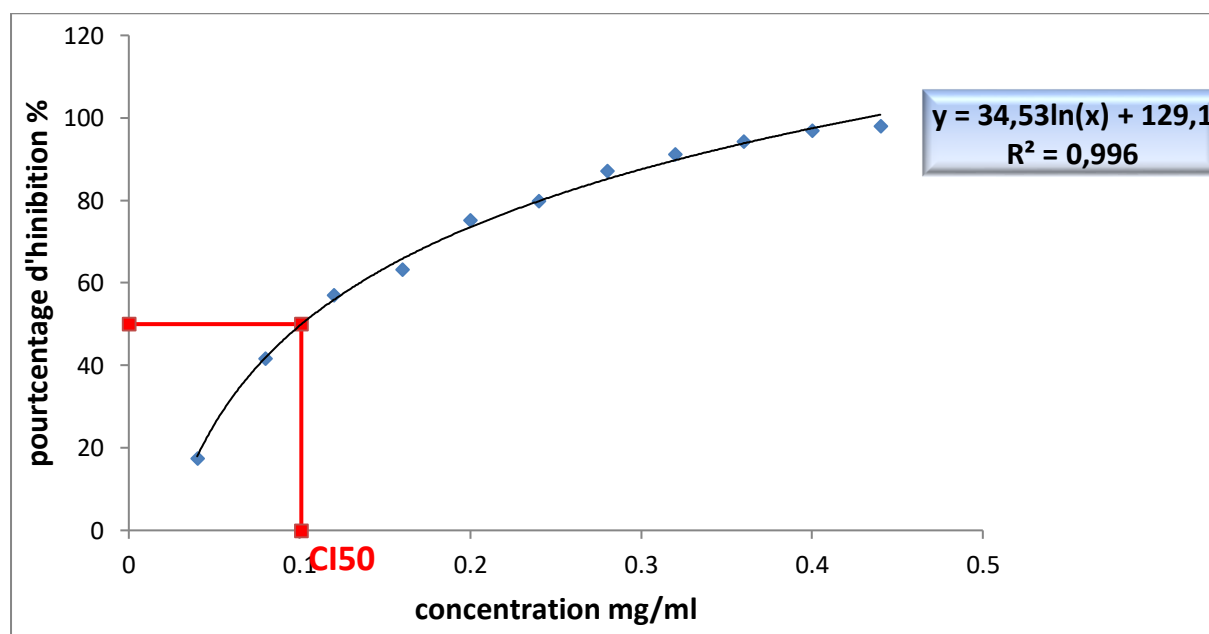


Figure 14: pourcentage d'inhibition du radical libre DPPH en présence des différentes concentrations de molécule de référence : acide ascorbique.

Le pourcentage d'inhibition de radical DPPH en fonction des différentes concentrations des deux extraits a été représenté dans la courbe suivante :

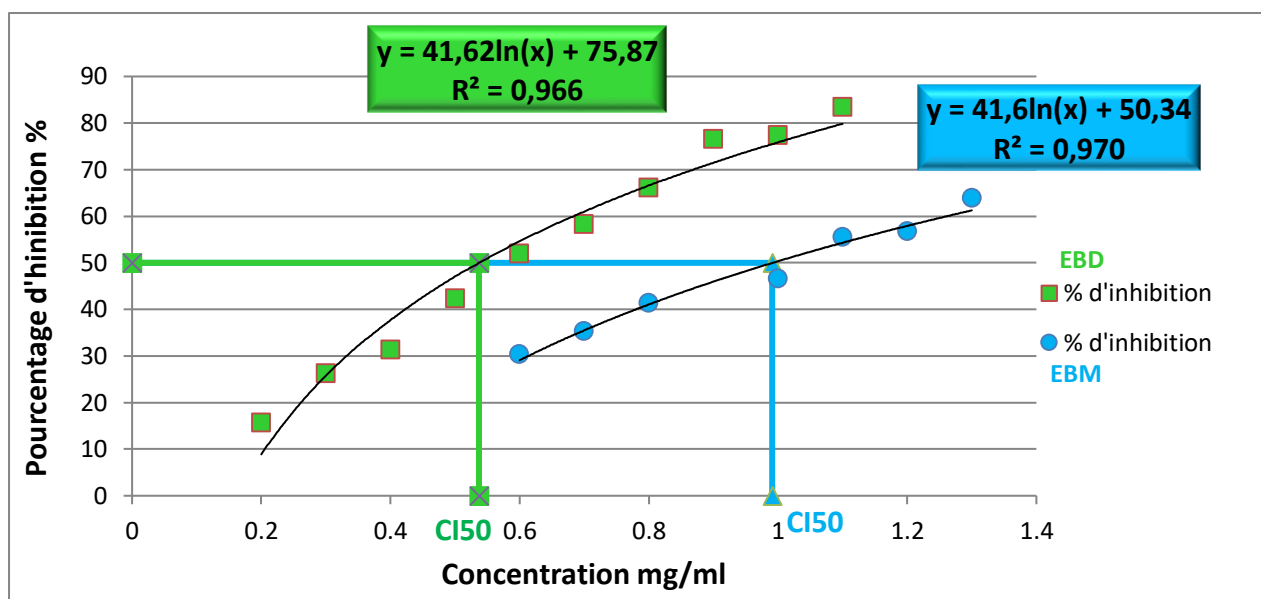


Figure 15: pourcentage d'inhibition de radical libre DPPH en présence des différentes concentrations des deux extraits EBM et EBD.

Les valeurs de CI50 calculées d'après les courbes sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 11: les valeurs de CI50 des deux extraits préparés et de la molécule de référence acide ascorbique.

	Extrait		Référence
	EBM	EBD	Acide Ascorbique
IC50 (mg/ml)	0,991	0,537	0,101

EBD : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par décoction ; EBM : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par macération

D'après les courbes et les valeurs de CI50, nous avons observé que l'EBD possède une activité antiradicalaire avec une CI50 égale 0,537 mg/ml plus élevée que celle de l'extrait EBM qui a représenté une CI50 de l'ordre de 0,991 mg/ml.

En comparant avec la molécule de référence, l'activité antiradicalaire de ces deux extraits reste faible par rapport à celle obtenue par l'acide ascorbique (CI50 de l'ordre de 0,101).

5.2. Test du pouvoir réducteur de fer FRAP

La capacité des deux extraits à réduire le fer a été évaluée en comparaison avec deux molécules de référence : l'acide ascorbique et le BHA (Butylhydroxyanisole).

La Figure 16 représente les absorbances mesurées des différentes concentrations de deux molécules de référence : l'acide ascorbique, BHA (Butylhydroxyanisole).

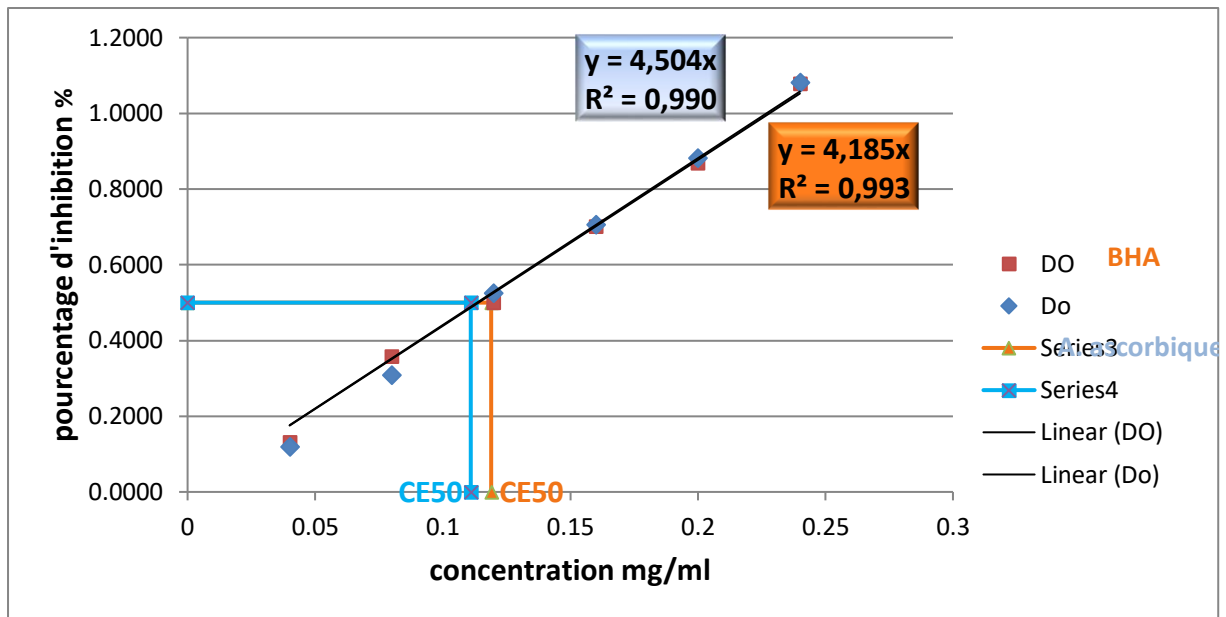


Figure 16:le pouvoir réducteur du fer (FRAP) en présence des différentes concentrations des molécules de références (BHA et Acide ascorbique).

Les absorbances des différentes concentrations des deux extraits préparés des feuilles de *Z. lotus* sont représentées dans la figure suivante (**Fig. 17**) :

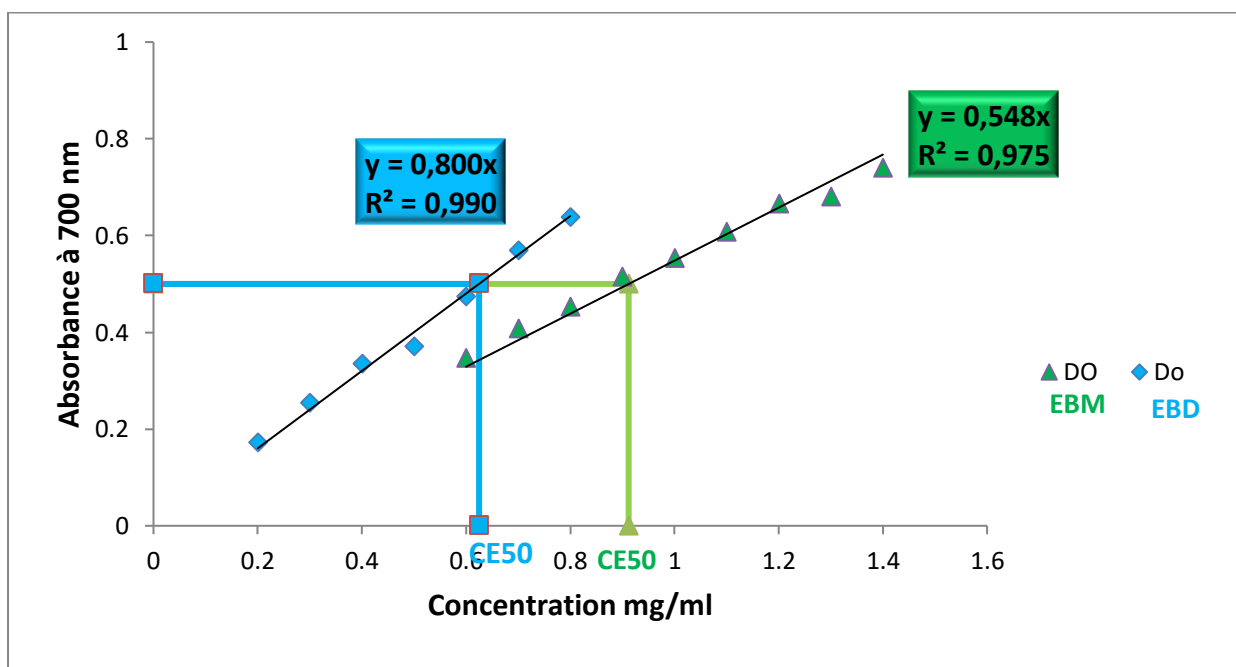


Figure 17:Evaluation du pouvoir réducteur du fer FRAP en présence des deux extraits préparés des feuilles de *Z. lotus* EBM et EBD.

Les valeurs de CE50 des extraits bruts aqueux EBD et EBM et des molécules de références sont déterminés graphiquement à partir des équations de régression linéaire. Elles sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 12: les valeurs de CE50 des deux extraits préparés et des molécules de référence.

EBD :Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par décoction ; EBM : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par macération

	Extrait		Référence	
	EBM	EBD	Acide Ascorbique	BHA
EC50 (mg/ml)	0,912	0,625	0,111	0,119

Les résultats obtenus ont montré la capacité des extraits à réduire le Fer. Nous avons noté que le pouvoir réducteur du fer de l'extrait EBD est meilleur par rapport à l'extrait EBM, avec des CE50, enregistrés, de l'ordre de 0,625 et 0,912 mg/ml, respectivement. Cette capacité antioxydante reste faible par rapport à celle des molécules de références : acide ascorbique et BHA, qui ont enregistré des EC50 d'ordre 0,111 mg/ml et 0119 mg/ml, respectivement.

6. Evaluation d'activité antibactérienne

L'évaluation de la capacité inhibitrice des deux extraits de feuilles de *Z. lotus* (EBM et EBD) contre cinq souches bactériennes, comparée à la capacité inhibitrice d'Ampicilline (antibiotique de référence), a été réalisée par la méthode des puits en milieu gélosé (Muller Hinton).

Les résultats des zones d'inhibition des deux extraits étudiés à deux concentrations (50 mg/ml et 100 mg/ml) et d'antibiotique sont représentés dans le tableau 12 et les figures 16-17 et 18 :

Tableau 13: les diamètres des zones d'inhibitions des deux extraits étudiés des feuilles de *Z. lotus* et d'antibiotique (Ampicilline) contre cinq souches bactériennes.

Extrait	Zone d'inhibition (mm)				Antibiotique (Ampicilline)
	EBM		EBD		
Concentration mg/ml	50	100	50	100	
<i>Escherichia Coli</i>	6	6	6	6	6.25
<i>Staphylococcus aureus</i>	6	6	16	18	8
<i>Pseudomonas aberuginosa</i>	14	13	6	6	3
<i>Bacillus subtilis</i>	6	18	15	17	22
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	6	6	6	6	6.5

EBD :Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par décoction ; EBM : Extrait de feuilles de *Z. lotus* préparé par macération

D'après les résultats présentés, nous n'avons pas noté de zone d'inhibition pour *Escherichia coli* et *Klebsiella pneumoniae*, en présence des deux concentrations d'extraits étudiés (EBD et EBM), contrairement à l'Ampicilline où nous avons noté des zones d'inhibition de l'ordre de 6,25 et 6,5 mm, respectivement.

Les deux extraits préparés (EBD et EBM), à une concentration de 100mg/ml, ont présenté un effet inhibiteur vis-à-vis *Bacillus subtilis*, avec des diamètres de zones d'inhibition de l'ordre de 17 mm et 18 mm, respectivement.

Contrairement à l'extrait brut aqueux préparé par macération (EBM) qui n'a pas montré un effet inhibiteur vis-à-vis *Staphylococcus aureus*, l'extrait brut aqueux préparé par décoction (EBD) a enregistré, pour les deux concentrations testées, un effet positif vis-à-vis la même souche avec des diamètres de zones d'inhibitions de l'ordre de 16 mm et 18 mm, supérieure à la zone d'inhibition enregistré en présence d'Ampicilline (8mm).

Par ailleurs, l'extrait brut aqueux préparé par macération a noté un effet inhibiteur vis-à-vis *Pseudomonas aeruginosa*, pour les deux concentrations testées, avec des diamètres de zones d'inhibitions de l'ordre de 14 mm et 13 mm ; supérieure à la zone d'inhibition noté en présence d'Ampicilline (3 mm).

6. Préparation du savon solide

6.2. Caractéristique du savon préparé

Notre savon préparé contient des ingrédients naturels, nettoyants et bénéfiques pour la peau (tableau 13) :

Tableau 14: les caractéristiques des composants de notre savon.

Les composants	Caractéristique
NaOH (la soude)	Pour la saponification des huiles
Extraits des feuilles de <i>Ziziphus lotus</i>	Contient des saponines (test d'indice des saponines) et des polyphénols (dosage des polyphénols totaux), des propriétés antioxydants et antibactériens (méthode des puis).
Huiles végétales	Des huiles nourrissantes et hydratantes
Huile d'olive	Un pouvoir hydratant

La couleur, l'odeur, la forme et la texture de notre savon naturel sont représenté dans le tableau 14 et la figure 19.

Tableau 15 : les caractéristiques du savon solide.

Caractéristiques	Couleur	Marron (selon l'extrait des feuilles de <i>Z. Lotus</i>)
	Odeur	Herbacées avec une odeur très légère des huiles végétales
	Texture	Lisse
	Forme	Un galet solide



Figure 18: Savon solide à base d'extrait des feuilles de *Ziziphus lotus*.

7. Préparation du shampoing solide

7.1. Caractéristiques du shampoing solide

Le shampoing solide a été formulé à partir des ingrédients naturels aux propriétés nutritives, détergentes et stimulantes pour le cuir chevelu.

Chaque composant de notre shampoing solide joue rôle important dans notre formulation (Tableau 15) :

Tableau 16 : Les caractéristiques de chaque composant.

Les composants	Caractéristique
Tension actif	Pour une mousse crémeuse et dense et pour un nettoyage efficace
Poudre des feuilles de <i>Ziziphus lotus</i>	Contient des saponines (test d'indice des saponines) et des polyphénols (dosage des polyphénols), des propriétés antioxydants et antibactériennes.
Huiles végétales	Des huiles nourrissantes
Huile essentielle de romarin	Propriétés antioxydant

Notre shampoing possède des caractéristiques physiques qui présentent un shampoing naturel sans additifs chimiques (**Tableau 16**).

Tableau 17: caractéristiques organoleptiques de notre shampoing solide.

Caractéristiques	Couleur	Vert foncée(selon la poudre des feuilles de <i>Z. Lotus</i>)
	Odeur	Herbacées combinées à une odeur de noix coco (huile végétale de noix coco, tension active d'origine végétale à base de noix coco)
	Texture	Légèrement granuleuse et lisse
	Forme	Un galet solide



Figure 19: Shampoing solide à base de *Ziziphus lotus*.

Discussion

En Algérie, l'utilisation des produits cosmétiques chimiques pour la santé a augmenté en raison de la grande disponibilité de ces produits et de la rareté des produits naturels.

Afin de trouver des meilleurs produits naturels pour la formulation des produits cosmétiques naturels, nous avons sélectionné la plante *Ziziphus lotus* pour mener des études phytochimiques et évaluer l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits aqueux préparés par décoction et macération (EBM et EBD) des feuilles séchées et broyées.

Les recherches que nous avons effectuées sur les extraits des feuilles de *Ziziphus lotus* nous ont permis d'obtenir des rendements de 7,75 % et 18,15 % des deux extraits préparés EBM et EBD, respectivement.

Mouloued et al. (2021), ont enregistré un rendement d'ordre de 5,65 % pour l'extrait aqueux préparé par macération des feuilles de *Ziziphus lotus*. Par ailleurs, **Laadjali et al, (2022)** ont noté un rendement de 20 % pour l'extrait éthanolique.

Les rendements sont liés généralement aux conditions de croissance (Exposition au soleil, le sol, climat, stade de croissance) et aux techniques d'extraction (solvants, température, méthode d'extraction).

Z. lotus est riche en métabolites secondaires. L'analyse phytochimique a révélé la présence des saponines, des tanins, des coumarines des alcaloïdes, des flavonoïdes, des quinones libres des anthraquinones des composés réducteurs et l'absence des terpénoïdes.

Ces résultats ont été également obtenus par **Amari et al., (2017)**, qui a confirmé la présence des composés phénoliques : les flavonoïdes et les tanins.

Borgi et al., (2007), ont noté que la présence ou l'absence de certaines molécules bioactives est lié aux conditions environnementales et les techniques d'extraction et d'analyse.

Dans notre travail nous avons réalisé le dosage de certains composés phénoliques tels que les polyphénols totaux, les tanins et les flavonoïdes dans les deux extraits bruts aqueux préparés (EBM et EBD). Nous avons enregistré des teneurs de l'ordre de $341,33 \pm 0,0055 \mu\text{g EAG/mg E}$ et $332,33 \pm 0,0027 \mu\text{g EAG/mg E}$ élevés en polyphénols totaux, de l'ordre $100 \pm 0,0021 \mu\text{g EC/mg E}$ et $146,5 \pm 0,0008 \mu\text{g EC/mg E}$ en tanins condensés et de l'ordre de $25,35 \pm 0,0046 \mu\text{g EC /mg E}$ et $26,45 \pm 0,0002 \mu\text{g EC /mg E}$ en flavonoïdes, respectivement.

Benslama et al., (2017) ont enregistré des teneurs plus élevées en polyphénols et en flavonoïdes dans l'extrait méthanolique préparés à partir des feuilles de *Ziziphus lotus*. Ils ont noté des teneurs d'ordre de 562,04 µg EAG/mg E et 66,34 µg EC/mg E, respectivement.

L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits aqueux des feuilles de *Ziziphus lotus* par les deux tests : test de piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrozyl), exprimé par CI50 (mg/ml) et test du pouvoir de réduction de fer (FRAP), représenté en EC50 (mg/ml).

Les deux extraits EBD et EBM ont présenté une activité antiradicalaire du piégeage du radical libre DPPH, avec des CI50 de l'ordre de 0,537mg/ml et 0,991mg/ml, respectivement. Cette activité reste faible par rapport à celle de l'acide ascorbique (CI50 = 0,101mg/ml).

Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés dans les travaux de **Letaief et al., (2021)**, qui ont enregistré une activité antiradicalaire, avec une CI50 de l'ordre de $0,064 \pm 0.00036$ mg/ml, pour l'extrait aqueux des feuilles de *Ziziphus lotus* provenant de la Tunisie (la région Oudhreh-Gabes).

Pour les résultats de test de FRAP, nous avons constaté que les deux extraits aqueux possèdent un pouvoir réducteur du fer. Les extraits EBD et EDM ont présentés des EC50 d'ordre de 0,625mg/ml et 0,912mg/ml, respectivement.

Pour le test de FRAP, **Marmouzi et al., (2019)**, ont confirmé le pouvoir réducteur de fer de l'extrait aqueux des feuilles de *Ziziphus lotus* provenant du Maroc de la région Sidi Sliman avec une valeur d'EC50 estimée à $160,10 \pm 2,30$ mg EAA/g E. De même, **Yakoubi et al., (2024)** ont enregistré un pouvoir réducteur avec EC50 d'ordre de $0,024 \pm 0,0080$ µg/ml.

L'évaluation d'activité antibactérienne des deux extraits a été réalisée par la méthode de diffusion des puits sur un milieu gélosé solide. Les résultats ont montré l'effet inhibiteurs des deux extraits étudiés, à deux concentrations différentes, vis-à-vis trois souches bactériennes : *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa*. Par contre, nous n'avons pas noté d'effet inhibiteur de deux extraits contre *Escherichia Coli* et *Klebsiella pneumoniae* (Bactérie Gram négatif).

Ces résultats confirment l'étude réalisée par **Hammi et al., (2022)**, où ont trouvés que l'extrait de dichlorométhane des feuilles est la plus active contre les souches de *Staphylococcus aureus*. De même, **Yakoubi et al., (2024)** ont confirmé que l'extrait aqueux des feuilles de *Z. lotus* à une activité inhibitrice contre les trois souches *S. aureus*, *P. aeruginosa* et *E. Coli*. Ainsi,

Benslama et al., (2017) ont noté que l'extrait méthanolique des feuilles présente une activité antibactérienne contre *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*, avec une zone d'inhibition allant de 09 à 13 mm.

Notre travail est porte sur la formulation d'un shampoing solide à base de la poudre des feuilles de *Z. lotus*, riche en saponines et qui, selon notre étude, possède une activité antioxydante et antibactérienne. Cette formulation contient aussi l'huile essentielle du romarin connue par son activité antioxydante (**Rašković, 2014**), et des huiles végétales telles que l'argan, la noix de coco et l'amande douce, qu'ils sont connus par des propriétés nourrissantes et hydratantes. Cela confirme que tous les ingrédients de ce shampoing solide sont bénéfiques pour les cheveux, et qui permettent de laver les cheveux naturellement.

Ensuite, nous avons préparé un savon naturel à base d'extrait des feuilles de la plante étudiée et qui possède une activité inhibitrice contre des bactéries.

Conclusion

Les produits cosmétiques à base des produits naturels présentent plusieurs avantages, tant pour la santé de la peau que pour l'environnement. Les ingrédients naturels sont généralement plus doux, ce qui réduit le risque d'irritations, d'allergies ou de réactions indésirables. Ils contiennent souvent des vitamines, des antioxydants, des minéraux et d'autres composants bénéfiques qui nourrissent et protègent la peau de manière efficace.

Dans ce contexte, notre travail est basé sur l'utilisation de la poudre des feuilles de *Z. lotus* dans la formulation d'un shampoing solide et un savon à base des produits naturels. Des extraits bruts aqueux préparés par macération et décoction à partir des feuilles de *Z. lotus* ont fait l'objet des tests phytochimiques, dosages des composés phénoliques et évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne.

A partir des résultats obtenus, nous avons tiré les conclusions suivantes :

- ◆ L'extrait aqueux des feuilles de *Ziziphus lotus* préparé par décoction a présenté un rendement élevé de l'ordre de 18,15%.
- ◆ Les feuilles de *Z. lotus* est très riche en métabolites secondaires. Les tests phytochimiques ont révélé la présence de saponines, alcaloïdes, tanins, flavonoïdes, d'anthraquinone, quinones libres, coumarines, composés réducteurs et l'absence des terpenoïdes.
- ◆ Les feuilles de *Z. lotus* sont très riches en saponines, avec un indice de mousse de l'ordre de 1000, et en composés phénoliques, avec des teneurs en polyphénols d'ordre de $341,33 \pm 0,0055 \mu\text{g EAG/mg E}$ et $332,33 \pm 0,0027 \mu\text{g EAG/mg E}$ et en tanins de l'ordre $100 \pm 0,0021 \mu\text{g EC/mg E}$ et $146,5 \pm 0,0008 \mu\text{g EC/mg E}$.
- ◆ L'extrait brut aqueux préparé par décoction a présenté une meilleure activité antioxydante avec un CI_{50} de l'ordre de 0,54 mg/ml, pour le test du piégeage du radical libre DPPH et un EC_{50} d'ordre de 0,625 mg/ml, pour le test du pouvoir réducteur de Fer.
- ◆ Les deux extraits ont montré une activité inhibitrice contre *Staphylococcus aureus* et *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Ces conclusions confirment que notre plante mérite d'être le composant de base des produits cosmétiques tels que le shampoing solide et le savon, ce qui jouera un grand rôle dans la résolution de nombreux problèmes liés aux cheveux et à la peau.

Ces résultats, bien que préliminaires, devraient être complétés par des recherches ultérieures qui s'intéressent à :

- ◆ Approfondir l'analyse phytochimique en utilisant des techniques chromatographiques (chromatographie sur couche mince, HPLC...) et spectrophotométriques (RMN, Infrarouge, UV-Visible,...).
- ◆ Purifier les molécules bioactifs (les saponines, les tanins, les polyphénols,...).
- ◆ Etudier l'activité antioxydante par des méthodes complémentaires : ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2,2'-azinobis-3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) et méthode d'ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity).
- ◆ Evaluer l'activité antimicrobienne à l'aide de différents tests (tests de dilution CMI/CMB, tests de diffusion de disque, tests antifongiques).
- ◆ Explorer d'autres activités biologiques (anti-inflammatoire, antiseptiques...).
- ◆ Développer de nouveaux produits cosmétiques à base de différentes parties de *Ziziphus lotus* (crème hydratante, masque capillaire...).
- ◆ Réaliser des tests in vivo pour évaluer l'efficacité des formulations cosmétiques.

*Références
bibliographiques*

-A-

- **Abdeddaim, M., Lombarkia, O., Bacha, A., Fahloul, D., Abdeddaim, D., Farhat, R., & Lekbir, A. (2014).** Biochemical characterization and nutritional properties of *Zizyphus lotus* L. fruits in Aures region, northeastern of Algeria. *Food Science and Technology*, 15, 75-81.
- **Abdoul-Azize, S. (2016).** Potential benefits of jujube (*Zizyphus Lotus L.*) bioactive. Hindawi Publishing Corporation, 13.
- **Adzu, B., Amos, S., Amizan, M. B., & Gamaniel, K. (2003).** Evaluation of the antidiarrhoeal effects of *Zizyphus spina-christi* stem bark in rats. *Acta Tropica*, 87(2), 245-250.
- **Alaoui, F. E. (2016).** Activité anti-inflammatoire de l'huile des graines de *Zizyphus lotus* (L.) [Thèse de pharmacognosie].
- **Alioui, H. (2020).** Dopage métallique de l'hydroxyapatite: Synthèse, caractérisation et application à l'élimination des bactéries pathogènes [Doctoral dissertation, Université Saad Dahlab de Blida].
- **Amari, I., & Gourissi, H. (2017).** Étude de l'activité antioxydant et antibactérienne in vitro des extraits méthanolique et aqueux des feuilles du *Zizyphus lotus* [Mémoire de master, Université Frères Mentouri Constantine].
- **Anand, K. K., Singh, B., Grand, D., Chandan, B. K., & Gupta, V. N. (1989).** Effect of *Zizyphus sativa* leaves on blood glucose levels in normal and alloxan-diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 27(1-2), 121-127.
- **Arbonnier, M. (2004).** Trees, shrubs and lianas of West African dry zones. CIRAD.
- **Arbonnier, M. (2019).** Arbres, arbustes et lianes d'Afrique de l'Ouest: Nouvelle édition. Quae.
- **Asard, H. (2008).** Ascorbate. In *Redox biochemistry* (pp. 22-26). Wiley Interscience.
- **Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., ... & Omar, A. K. M. (2013).** Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*, 117(4), 426-436.

-B-

Références bibliographiques

- **Baba Aissa, F. (1999).** Encyclopédie des plantes utilisées. Flore d'Algérie et du Maghreb Substance végétale. Librairie Moderne.
- **Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K. (2016).** Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6 (2), 71-79.
- **Belyagoubi-Benhammou, N., Belyagoubi, L., Gismondi, A., Di Marco, G., Canini, A., & Atik-Bekkra, F. (2019).** GC/MS analysis, and antioxidant and antimicrobial activities of alkaloids extracted by polar and apolar solvents from the stems of *Anabasis articulata*. *Medicinal Chemistry Research*, 28 (6), 754-767.
- **Bencheikh, N. (2023).** Ethnobotanical, phytochemical, toxicological, and pharmacological properties of *Ziziphus lotus* (L.). *Pharmaceuticals*, 16(4), [numéro d'article].
- **Benmahieddine, A., Belyagoubi-Benhammou, N., Belyagoubi, L., El Zerey-Belaskri, A., Gismondi, A., Di Marco, G., Canini, A., Bechlaghem, N., Atik Bekkara, F., & Djebli, N. (2021).** Influence of plant and environment parameters on phytochemical composition and biological properties of *Pistacia atlantica* Desf. *Biochemical Systematics and Ecology*, 95, 104236.
- **Benslama, A., Harrar, A., Gul, F., & Demirtas, I. (2017).** Phenolic compounds, antioxidant and antibacterial activities of **Zizyphus lotus** L. leaves extracts. *Natural Products Journal*, 7(4), 316–322.
- **Berger, M. M. (2006).** Manipulations nutritionnelles du stress oxydant: État des connaissances. *Nutrition Clinique et Métabolisme*, 20, 48-53.
- **Bergogne-Bérézin, E., & Dellamonica, P. (1999).** Antibiothérapie en pratique clinique (2ème éd.). Masson.
- **Bonnet, J. (2001).** Larousse des arbres: Dictionnaire des arbres et des arbustes. Larousse.
- **Borgi, W., Bouraoui, A., & Chouchane, N. (2007).** Antiulcerogenic activity of *Ziziphus lotus* (L.) extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, 112(2), 228-231.
- **Borgi, W., Recio, M. C., Ríos, J. L., & Chouchane, N. (2008).** Anti-inflammatory and analgesic activities of flavonoid and saponin fractions from *Ziziphus lotus* (L.) Lam. *South African Journal of Botany*, 74(2), 320-324.

Références bibliographiques

- **Bouزيد, A., Chadli, R., & Bouزيد, K. (2017).** Étude ethnobotanique de la plante médicinale *Arbutus unedo* L. dans la région de Sidi Bel Abbés en Algérie occidentale. *Phytothérapie*, 15, 373-378.
- **Bucekova, M., Jardekova, L., Juricova, V., Bugarova, V., Di Marco, G., ... & Majtan, J. (2019).** Antibacterial activity of different blossom honeys: New findings. *Molecules*, 24(8), 1573.
- **Buonocore, G., Perrone, S., & Tataranno, M. L. (2010).** Oxygen toxicity: Chemistry and biology of reactive oxygen species. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, 15(4), 186-190.

-C-

- **Chouaibi, M., Mahfoudhi, N., Rezig, L., Donsi, F., Ferrari, G., & Hamdi, S. (2012).** Nutritional composition of *Ziziphus lotus* L. seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(6), 1171-1177.
- **Clinical and Laboratory Standards Institute. (2004).** Method for antifungal disk diffusion susceptibility testing of yeasts. CLSI document M44-A. Wayne, PA: Author.
- **Clinical and Laboratory Standards Institute. (2012).** Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests (7th ed.). CLSI document M02-A11. Wayne, PA: Author.
- **CLSI. (2015).** Performance standards for antimicrobial disk susceptibility tests (12th ed.). CLSI document M02-A12. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute.
- **Coico, R. (2005).** Gram staining. In *Current protocols in microbiology*. John Wiley & Sons.

-D-

- **Dupont, F., & Guignard, J. L. (2012).** Botanique, les familles de plantes. Elsevier.

-F-

- **Favier, A. (2003).** Le stress oxydant: Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'Actualité Chimique*, 269-270, 108-115.
- **Favier, A. (2006).** Stress oxydant et pathologies humaines. *Annales Pharmaceutiques Françaises*, 64(6), 390-396.

- **Fernandez, X., Chemat, F., & Thi Kieu, T. D. (2015).** Les huiles essentielles: Vertus et applications. Vuibert.
- **Fridovich, I. (1995).** Superoxide radical and superoxide dismutases. *Annual Review of Biochemistry*, 64, 97-112.

-G-

- **Garnero, J. (1996).** Huiles essentielles. *Techniques de l'Ingénieur*, K345, 1-20.
- **Ghazghazi, H., Aouadhi, C., Riahi, L., Maaroufi, A., & Hasnaoui, B. (2014).** Fatty acids composition of Tunisian *Ziziphus lotus* L. (Desf.) fruits and variation in biological activities between leaf and fruit extracts. *Natural Product Research*, 28(14), 1106-1110.
- **Ghedira, K. (2013).** *Ziziphus lotus* (L.) Desf (Rhamnaceae): Jujubier sauvage. *Phytothérapie*, 11, 149-153.
- **Ghedira, K., Chemli, R., Caron, C., Nuzillard, J.-M., Zeches, M., & Le Men-Olivier, L. (1995).** Four cyclopeptide alkaloids from *Zizyphus lotus*. *Phytochemistry*, 38(3), 767-772.
- **Gladwin, M. T., Raat, N. J. H., Shiva, S., Dezfulian, C., Hogg, N., ... & Patel, R. P. (2006).** Nitrite as a vascular endocrine nitric oxide reservoir that contributes to hypoxic signaling, cytoprotection, and vasodilation. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 291(5), H2026-H2035.
- **Gueye, P. M. (2007).** Thèse de doctorat de l'Université Louis Pasteur.

-H-

- **Halliwell, B. (1999).** How to characterize a biological antioxidant. *Free Radical Research Communications*, 9(1), 1-32.
- **Hammi, K. M., Jdey, A., Abdely, C., Majdoub, H., & Ksouri, R. (2015).** Optimization of ultrasound-assisted extraction of antioxidant compounds from Tunisian *Ziziphus lotus* fruits using response surface methodology. *Food Chemistry*, 184, 80-89.
- **Hammi, K. M., Essid, R., Khadraoui, N., et al. (2022).** Activités antimicrobiennes, antioxydantes et antileishmaniales des feuilles de *Ziziphus lotus*. *Archives of Microbiol* **204**, 119.

Références bibliographiques

- **Heatley, N. G. (1944).** A method for the assay of penicillin. *Biochemical Journal*, 38, 61-65.
- **Hurst, R., Bao, Y., Jemth, P., Mannervik, B., & Williamson, G. (1997).** Phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase activity of rat class The glutathione transferase T2-2. *Biochemical Society Transactions*, 25, S559.

-K-

- **Kitouni, M. (2007).** Isolement de bactéries actinomycétales productrices d'antibiotiques à partir d'écosystèmes extrêmes identification moléculaire des souches actives et caractérisation préliminaire des substances élaborées [Doctoral dissertation, Université Mentouri-Constantine].
- **Krist, S. (2020).** *Vegetable fats and oils*. Springer Nature.

-L-

- **Laadjali, M., & Tchantchane, I. (2022).** Évaluation des activités antioxydant et antimicrobienne des métabolites secondaires de *Ziziphus lotus* L [Mémoire de master, Université Saad Dahleb - Blida].
- **Lafforgue, C., & Thiroux, J. (2008).** *Produits dermocosmétiques: Modes d'emploi*. Walters Kluwer.
- **Lamia, Z., Leila, A., Wafa, E., & Hayet, G. (2019).** Phytochemical composition and antioxidant activity of *Ziziphus lotus* L. leaves from two Tunisian localities. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 12(S), 138-141.
- **Letaief, T., Garzoli, S., Masci, V. L., Tiezzi, A., & Ovidi, E. (2021).** Chemical composition and biological activities of Tunisian *Ziziphus lotus* extracts: Evaluation of drying effect, solvent extraction, and extracted plant parts. *Plants*, 10, 2651.

-M-

- **Maciuk, A., Lavaud, C., Thépenier, P., Jacquier, M. J., Ghédira, K., & Zèches-Hanrot, M. (2004).** Four new dammarane saponins from *Ziziphus lotus*. *Journal of Natural Products*, 67(10), 1639-1643.
- **Magaldi, S., Mata-Essayag, S., Hartung de Capriles, C., Perez, C., Colella, M. T., Olaizola, C., & Ontiveros, Y. (2004).** Well diffusion for antifungal susceptibility testing. *International Journal of Infectious Diseases*, 8 (1), 39-45.
- **Majhenic, L., Kerget, M. S., & Knez, Z. (2007).** Antioxidant and antimicrobial activity of guarana seed extracts. *Food Chemistry*, 104(3), 1258-1268.
- **Mansouri, A., Embarek, G., Kokkalou, E., & Kefalas, P. (2005).** Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food Chemistry*, 89(3), 411-420.
- **Marcellin, M. (1983).** Les huiles essentielles dans les produits cosmétiques [Thèse de pharmacie, Université de Montpellier].
- **Marmouzi, I., Kharbach, M., El Jemli, M., Bouyahya, A., ... & Faouzi, M. E. A. (2019).** Antidiabetic, dermatoprotective, antioxidant and chemical functionalities in *Ziziphus lotus* leaves and fruits. *Industrial Crops and Products*, 132, 134-139.
- **Martini, M.-C. (2008).** *Cosmétologie: BTS esthétique-cosmétique*. Elsevier Masson.
- **Mates, J. M., Pérez-Gómez, C., & de Castro, I. N. (2018).** Antioxidant enzymes and human diseases. *Clinical Biochemistry*, 59, 27-36.
- **Mayolée, E. (s.d.).** *Les industries du savon et des détergents*. Presses Universitaires.
- **Mehezzi Habellah, R., Karoune, S., Kechebar, M. S. A., & Bounab, H. (2016).** Étude des composés phénoliques et des activités antioxydantes de l'*Acacia ehrenbergiana* de la région de Tindouf. *Journal Algérien des Régions Arides (JARA)*, 13, 27-34.
- **Mohammedi, Z. (2013).** Étude phytochimique et activités biologiques de quelques plantes médicinales de la région nord et sud-ouest de l'Algérie [Thèse de doctorat, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen].
- **Monsieur, Y. E. (2007).** Influence de la protéine découplante mitochondriale UCP2 sur la signalisation et le métabolisme des macrophages [Thèse de doctorat, Université Paris 5].

Références bibliographiques

- **Montagnier, L., Olivier, R., & Pasquier, C. (1998).** Oxidative stress in cancer, AIDS and neurodegenerative diseases. Marcel Dekker.
- **Mouloued, A., Moussa, A., & Nacer, A. (2021).** Étude in vivo de l'effet des extraits du jujubier spontané (*Ziziphus lotus*) sur le développement du champignon mycotoxinogène *Fusarium* spp [Mémoire de master, Université Ibn Khaldoun - Tiaret].
- **Moyen, M., & Van Puyvelde, L. (2009).** Le savon. Élocution.

-N-

- **Nauciel, C., & Vildé, J. L. (2005).** Bactériologie médicale (2ème éd.). Masson.
- **Ndlovu, G., Fouche, G., Cordier, W., Steenkamp, V., & Tselanyane, M. (2013).** Evaluation of South African plants for cosmetic interest. South African Journal of Botany, 86, 149.

-O-

- **Oyaizu, M. (1986).** Études sur les produits de réactions de brunissement: Activités antioxydantes des produits de réactions de brunissement préparés à partir de glucosamine. Japan Journal of Nutrition, 44, 307-315.

-P-

- **Palace, V. P., Khaper, N., Qin, Q., & Singal, P. K. (1999).** Antioxidant potentials of vitamin A and carotenoids and their relevance to heart disease. Free Radical Biology and Medicine, 26(5-6), 746-761.
- **Pankey, G. A., & Sabath, L. D. (2004).** Clinical relevance of bacteriostatic versus bactericidal mechanisms of action in the treatment of Gram-positive bacterial infections. Clinical Infectious Diseases, 38(6), 864-870.
- **Paul-Victor, F. (1947).** Dictionnaire des plantes médicinales et vénéneuses de France. Omnibus.
- **Pérez-Matute, P., Zulet, M. A., & Martínez, J. A. (2009).** Reactive species and diabetes: Counteracting oxidative stress to improve health. Current Opinion in Pharmacology, 9(6), 771-779.

Références bibliographiques

- **Peyrot, F. (2004).** Réactions des espèces réactives de l'azote dérivées du monoxyde d'azote avec la mélatonine et quelques indoles apparentés. Implications biologiques [Thèse de doctorat, Université Paris XI].
- **Pfaller, M. A., Sheehan, D. J., & Rex, J. H. (2004).** Determination of fungicidal activities against yeasts and molds: Lessons learned from bactericidal testing and the need for standardization. *Clinical Microbiology Reviews*, 17 (2), 268-280.
- **Pospisil, P., Prasad, A., & Rac, M. (2019).** Mechanism of the formation of electronically excited species by oxidative metabolic processes: Role of reactive oxygen species. *Biomolecules*, 9(6), 258.
- **Pottier, J., Cousty, C., Heitzman, R. J., & Reynolds, I. P. (1981).** Differences in the biotransformation of a 17 β -hydroxylated steroid, trenbolone acetate, in rat and cow. *Xenobiotica*, 11(7), 489-500.
- **Premont, R. T., Reynolds, J. D., Zhang, R., & Stamler, J. S. (2020).** Role of nitric oxide carried by hemoglobin in cardiovascular physiology: Developments on a three-gas respiratory cycle. *Circulation Research*, 126(1), 129-158.

-Q-

- **Quattrocchi, U. (2012).** CRC world dictionary of medicinal and poisonous plants: Common names, scientific names, eponyms, synonyms, and etymology (5 vol.). CRC Press.
- **Quezel, P., & Santa, S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et régions désertiques méridionales (Tome 2). Centre national de la recherche.

-R-

- **Rahal, K. (2008).** Standardisation de l'antibiogramme en médecine humaine à l'échelle nationale selon les recommandations de l'OMS (5th ed.). Algérie: Ministère de la Santé, de la Population et de la Réforme Hospitalière.
- **Rakotorimana, S. R. (2010).** Contribution à l'amélioration de la comestibilité de l'huile d'arachide artisanale par raffinage [Mémoire d'ingénieur en génie chimique, Université d'Antananarivo].
- **Ramiaramanana, L. J. (2016).** Amélioration des produits cosmétiques à base de bois de Santal [Mémoire de licence, Université d'Antananarivo].

Références bibliographiques

- **Rašković, A., Milanović, I., Pavlović, N., Čebović, T., Vukmirović, S., & Mikov, M. (2014).** Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis L.*) essential oil and its hepatoprotective potential. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 14, 225.
- **Rodriguez Villanueva, J., & Rodríguez Villanueva, L. (2017).** Pharmacologie expérimentale et clinique de *Ziziphus jujuba* Mills. *Phytotherapy Research*, 31(3), 347-365.
- **Rsaissi, N., & Bouhache, M. (2002).** La lutte chimique contre le jujubier. Programme National de Transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA).

-S-

- **Samir, H. (2009).** Mise en évidence des huiles essentielles contenues dans les plantes *Pituranthos scoparius* et *Rhantherium adpressum* de la région de Ghardaïa [Mémoire de magister, Université non précisée].
- **Sanchez-Moreno, C. (2002).** Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *International Journal of Food Science and Technology*, 8(2), 121-137.
- **Shadel, G. S., & Horvath, T. L. (2015).** Mitochondrial ROS signaling in organismal homeostasis. *Cell*, 163(3), 560-569.
- **Sohal, R. S., Mockett, R. J., & Orr, W. C. (2002).** Mechanisms of aging: An appraisal of the oxidative stress hypothesis. *Free Radical Biology and Medicine*, 33(5), 575-586.

-T-

- **Teixeira, H. D., Schumacher, R. I., & Meneghini, R. (1998).** Lower intracellular hydrogen peroxide levels in cells overexpressing CuZn-superoxide dismutase. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(14), 7872-7875.
- **Tejero, J., Shiva, S., & Gladwin, M. T. (2019).** Sources of vascular nitric oxide and reactive oxygen species and their regulation. *Physiological Reviews*, 99(1), 311-379.
- **Thannickal, V., & Fanburg, B. (2000).** Reactive oxygen species in cell signaling. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, 279(6), L1005-L1028.

- **Tousoulis, D., Kampoli, A.-M., Tentolouris Nikolaos Papageorgiou, C., & Stefanadis, C. (2012).** The role of nitric oxide on endothelial function. *Current Vascular Pharmacology*, 10(1), 4-18.

-V-

- **Vaitilingom, G. (2009).** Extraction, conditionnement et utilisation des huiles végétales pures carburant. *Enjeux et perspectives des biocarburants pour l'Afrique*, 27-29.
- **Valgas, C., De Souza, S. M., Smânia, E. F. A., & Smânia Jr., A. (2007).** Screening methods to determine antibacterial activity of natural products. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38 (2), 369-380.
- **Vannette. (2018).** Note de terrain botanique par l'image. *Notesdeterrain.over-blog.com*.
- **Vansant, G. (2004).** Radicaux libres et antioxydants: Principes de base. Institut Danone.
- **Vaou, N., Stavropoulou, E., Voidarou, C., Tsigalou, C., & Bezirtzoglou, E. (2021).** Towards advances in medicinal plant antimicrobial activity: A review study on challenges and future perspectives. *Microorganisms*, 9(10), 2041.
- **Vitali, L. A., Beghelli, D., & BiapaNya, P. C. (2016).** Diverse biological effects of the essential oil from Iranian *Trachyspermum ammi*. *Arabian Journal of Chemistry*, 9 (6), 775-786.
- **Yakoubi, N. E., Ansari, Z. N. E., Ennami, M., Benkaddour, R., Kbiach, M. L. E., ... & Bouzdoudi, B. E. (2024).** Assessment of phytochemical, antioxidant and antibacterial properties of *Ziziphus lotus* leaves extracts. *Multidisciplinary Science Journal*, 7(2), 2025050.

-Z-

- Zorov, D. B., Juhaszova, M., & Sollott, S. J. (2014).** Mitochondrial reactive oxygen species (ROS) and ROS-induced ROS.

Annexe : BMC



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد – تلمسان-

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département Sciences de la Nature et de la Vie

Business Model Canvas: BMC

Etudiants :

- ❖ BENAOUA IBTISSEM
- ❖ BENAISSA HICHAM ABDERRAHMANE

Encadrent : AZZI Rachid

Année universitaire : 2024/2025

1- Proposition de valeur

L'Algérie possède une richesse naturelle inexploitée de la plante *Ziziphus lotus*, dont les feuilles sont connues pour leurs propriétés médicinales et cosmétiques. C'est pourquoi nous avons décidé de lancer une entreprise de fabrication de shampoings et savons naturels à base de ces feuilles, transformées localement selon des méthodes artisanales et respectueuses de l'environnement.

Notre projet vise à valoriser les ressources locales en créant des produits de soins capillaires et corporels 100 % naturels, sans produits chimiques agressifs ni additifs synthétiques. En utilisant des extraits de *Ziziphus lotus*, riches en antioxydants et agents apaisants, nos shampoings et savons offrent des bienfaits nourrissants et purifiants tout en préservant la santé de la peau et des cheveux. De plus, en misant sur une production écologique et durable, nous réduisons l'impact environnemental tout en soutenant l'économie locale.

Ce sont des produits biologiques, doux et adaptés à tous les types de peaux et cheveux, combinant tradition ancestrale et innovation naturelle.

2- Segments de clients

Les segments de clients intéressés par l'achat de shampoings et savons naturels à base de *Ziziphus lotus* comprennent : les consommateurs algériens soucieux de leur bien-être et de l'environnement, en particulier les femmes et les hommes préférant les produits naturels pour leurs soins capillaires et corporels. Nous visons également les jeunes adultes adeptes du bio, les personnes souffrant d'irritations cutanées ou de problèmes de cuir chevelu (pellicules, sécheresse) recherchant des alternatives sans produits chimiques. Enfin, nous ciblons les distributeurs de produits naturels (magasins bio, pharmacies, coopératives artisanales) ainsi que les touristes en quête de souvenirs locaux et écoresponsables.

3- Relation avec les clients

- Communication sur nos produits et ses processus de fabrication.
- Ecoute des commentaires et les suggestions des clients.
- Offres promotionnelles.
- Échantillons gratuits : l'offre des échantillons gratuits de nouveaux produits à nos clients fidèles. Cela leur permettra de découvrir de nouvelles saveurs et de renforcer leur attachement à notre marque.

- Expérience communautaire : organisation d'événements pour créer un lien émotionnel avec la marque.

4-Canaux de distribution

Notre entreprise utilise une combinaison de canaux de distribution pour rendre nos produits accessibles à différents segments de clients :

1. Canaux directs (vente sans intermédiaire) :

- Site e-commerce : Plateforme de vente en ligne avec livraison à domicile à travers toute l'Algérie.
- Vente à la commande : Réservations par WhatsApp/Instagram avec livraison ou retrait sur rendez-vous.

2. Canaux indirects (via partenaires) :

- Magasins bio & pharmacies : Distribution sélective dans les enseignes spécialisées en produits naturels.
- Coopératives artisanales : Partenariats avec des coopératives locales pour toucher les consommateurs engagés.
- Hôtels & spas écologiques: Approvisionnement des établissements touristiques proposant des produits locaux.

5-Partenaires clés

- Les fournisseurs locaux des matières premières
- Les agriculteurs
- Les transporteurs pour la livraison de nos produits.
- Magasins bios et distributeurs
- Influenceurs et blogueurs spécialisés dans le naturel et le bio

6-Activités clés

Notre modèle repose sur plusieurs activités essentielles pour garantir la qualité et la pérennité de notre entreprise :

- Approvisionnement durable : Récolte et sélection rigoureuse des feuilles de *Ziziphus lotus* auprès d'agriculteurs et coopératives locales, en veillant à des pratiques respectueuses de l'environnement.
- Transformation artisanale : Fabrication soignée de nos shampoings et savons selon des méthodes traditionnelles et naturelles, sans produits chimiques agressifs.
- Recherche & développement: Collaboration avec des laboratoires spécialisés pour améliorer nos formulations et développer de nouveaux produits à base de plantes locales.
- Contrôle qualité : Tests dermatologiques et vérification systématique de la pureté des ingrédients pour assurer des produits sûrs et efficaces.
- Marketing & sensibilisation : Campagnes éducatives sur les réseaux sociaux, ateliers pratiques et partenariats avec des influenceurs pour promouvoir les bienfaits des cosmétiques naturels.
- Logistique éco-responsable : Gestion des stocks, emballages biodégradables et livraison via des circuits courts pour minimiser notre empreinte carbone.

7- Ressources clés

Les ressources clés dans notre entreprise de fabrication de savon et shampoing solide naturel peuvent inclure :

- Matières premières.
- Local.
- Les équipements.
- Personnel qualifié.

○

8. Charges et coûts

8.1 Le cout des équipements de processus de fabrication

- Broyeur électrique :41 900 Da
- Appareil d'extraction des huiles :175 000 Da
- Machine d'emballage : 506 750 Da
- Mixeur : 16 500 Da
- Balance : 3000 Da
- les verreries : 70 000 Da

- Les moules : 30 000 Da

La Somme est : **843 150 Da**

8.2 Coût de la main-d'oeuvre

Le Salaire mensuel des employés est pour :

- 02 Laborantines : 70 000 Da
- 01 Livreur: 30 000 Da
- 01 nettoyeur : 30 000 Da

La somme est : **130 000 DA /mois**

Donc le salaire annuel des employés est : **1 560 000 DA /AN**

8.3 Coûts en immobilisations

- **Local : 400 000 DA**

8.4 Coûts des matières premières

- La plante « sidr »: **210 000 DA /an**
- Matière première de cosmétique : **1 530 000 DA/an**
- Matières d’emballage : **300 000 DA/an**
- Huiles essentielles : **180 000DA/an**
- Huile végétale : **900 000 DA/an**

La somme : **3 120 000Da/an**

Dépenses	Coût (DA)
Equipements	843150
Salaire des employés	1 560 000
Loyer de l’atelier	400 000
Coût énergétiques (gaz, électricité)	140 000
Matières premières	3 120 000
Somme	6 003 150

8- Revenus

Notre entreprise produit :

- Pour le savon

500 pièces de savon finis par mois avec un prix de **550 DA / unité**

Donc 6000 pièces de savon finis par an avec un chiffre d'affaires de **3 300 000DA**

- Pour le shampoing solide

500 pièces de shampoing solide finis par mois avec un prix de **800 DA / unité**

Donc 6000 pièces de shampoing solide finis par an avec un chiffre d'affaires de **4 800 000DA**

On conclut que le chiffre d'affaires est :

$4\ 800\ 000 + 3\ 300\ 000 = 8\ 100\ 000\text{Da/an}$

Business Model Canevas : BMC

Partenaires clés

- Les agriculteurs
- Fournisseurs des matières premières
- Laboratoires pour tests et certifications.
- Magasins bios et distributeurs.
- Entreprises de livraison.
- Influenceurs et blogueurs spécialisés dans le naturel et le bio

Activités clés

- Faire des études sur la plante.
- Rechercher des formulations naturelles.
- Acheter les matières premières nécessaires.
- Fabriquer les produits.
- Mettre dans un emballage.

Proposition de valeur

- formulation d'un shampoing solide naturel et un savon naturel à base de « Sidr »
- Résout les problèmes capillaires et corporelles
- Fournir des produits naturels et bio (sans sulfate , sans parabène , sans silicone)
- Fournir des formulations hypoallergéniques

Relation clients

- Service et réponses aux questions via les réseaux sociaux
- Programme de fidélisation (des concours, des cartes de fidélité)
- Faire des vidéos sur les réseaux

Segment client

- Personnes souffrant des problèmes capillaires et cutanés.
- les magasins bios
- les cosmétiques.
- les pharmacies.
- Les Hôtels et les douches.

Ressources clés

- Outils de production (machines, matériels)
- Matières premières des produits cosmétiques
- Ateliers pour le travail
- Equipe experts en biochimie

Canaux de distribution

- Points de vente
- Market places
- Réseaux sociaux

Coûts

- .Les couts des équipements : **843 150 Da**
- Salaires annuelles des employés : **1 560 000 Da/an**
- Matière première : **3 120 000 Da/an**
- Loyer de l'atelier : **400 000 Da/an**
- Cout énergétiques (gaz, électricité) :**140 000 Da/an**
- Chiffre d'affaires : **8 100 000 Da/ an**
- Chiffre d'affaires pour le savon :**3 300 000 Da/an**
- Chiffre d'affaires pour le shampoing : **4 800 000 Da/an**

Revenus (Revenue)

- 6000 pièces/an pour le savon ----- **550 Da/ pièce**
- 6000 pièce/an pour le shampoing solide -----**800 Da/pièce**
- Bénéfice net : **2 096 850 Da/ an**

