



Mémoire MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté par : **BOUMADJER Amina**

BOUSSEKKINE Amira

MEGASMI Nadjah salam

Thème

Etude de l'activité antibactérienne des extraits de drèches *d'Opuntia fucus - indiça* sur différentes souches de *Staphylococcus*

Devant le jury :

Présidente : Dr. YAKHLEF .Wahiba	MCB	Université de Khenchela
Encadrant : Dr. KHEDDOUMA Asma	MCA	Université de Khenchela
Examinatrice : Dr. BOUTARFA Soumia	MCB	Université de Khenchela

Année 2022/2023

Remerciements

Nous remercions ALLAH de nous avoir donné le courage, la santé, et la patience pour finir ce mémoire.

Un grand merci à Dr. YAKHLEF Wahiba (MCB à l'université de Khenchela) pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider ce jury.

Nos profonds remerciements vont aussi à Dr. BOUTARFA Soumia (MCB à l'université de Khenchela) d'avoir acceptée d'examiner ce travail.

Nous tenons à remercier notre directrice de mémoire :Dr. KHEDDOUMA Asma, qui n'a pas hésité de nous apporter Main forte en nous guidant avec ses précieux conseils et remarques.

Elle nous a été d'une grande utilité et elle fait preuve d'une grande humilité, modestie et grâce à ses efforts ce modeste travail a fini par voir La lumière.

Nos profonds remerciements vont aussi à Dr. MELAL Hanan.

Nos sentiments de reconnaissance et nos remerciements vont également à toute l'équipe de laboratoire pédagogique de Microbiologie Appliquée qui ont toujours été disponibles pour nous donner un petit coup de main et beaucoup d'encouragement surtout M^{me} MIZAN Sara.

Enfin, nos remerciements s'adressent à tous les enseignants et à toutes les Personnes qui m'ont aidée à la réalisation de ce modeste mémoire.

Dédicace

*Du profond de mon cœur, je dédie ce travail à tous ceux qui me
sont chers*

*A ce qui ont donné un sens pour mon existence, qui mon soutenu
jours et nuits durant tout mon parcours, a ce qui ont fait de moi ce
que je suis aujourd'hui, A vous mes très chère et adorable parents :*

Abd ElKarim et Aziza

A mes adorables sœurs : Malak, Asma, Sirin

A mes très cher frère : Bilal

Et à toute ma famille

A tous les enseignants qui ont contribué à ma formation

Amina

Dédicaces

*Je dédie ce travail A mes très chers parents au meilleur père : Saad
et la meilleur mère : Beya Aucune dédicace ne saurait exprimer
mon respect, mon amour éternel et ma Considération pour les
sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien
être.*

À perle de ma vie, mon cher frère : Yaakoub

*A mes fleurs de ma vie, mes sœurs : Hanane mon bras droit et
Zineb la prunelle de mes yeux, Maya la douce au cœur*

A ma deuxième moitié Halim

A mes grande parents Ali et Ouanassa

A mes tantes et leurs époux surtout Wazina, sraya.....

*A mes chers cousins et cousines surtout Houda, Hanine,
Sara, Sami, t*

A mes amis de toujours, les sœurs de mon chemin

*Wissam, Amina, Khawla, Ikram, Samia ,wejdan, hoyam,
ghania...*

Tous les amis de ma promotion surtout :

Wissam ,Amira

A mon chat Sandi

Une dédicace spéciale à Dr. Kheddouma

Et qui m'a permis de grimper sur les épaules pour voir plus loin

Amira

Dédicace

Au terme de toutes ces années d'étude j'ai l'honneur de Didier ce modeste travail réalisé grâce à l'aide d'Allah en signe de respect et de remerciement.

A ce qui ont donné un sens pour mon existence, qui mon soutenu jour et nuit durant tout mon parcours, a ce qui ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui, à vous mes très chers et adorable parents « Sebti et Chaibi Akila », la lumière qui me guide dans les jours sombres, la source de mon inspiration. Sans vous mes efforts de réussite n'auront pas de sens car être votre fierté est ma plus grande ambition.

A ma deuxième mère « Yoma Belachi Rabia » qui m'a soutenu moralement par ses prières.

Une spéciale dédicace à mes très chères frères : Younes Charif Et Khalil El-Rahmane, l'épaule solide, qui sont toujours présentent pour moi dans les moments de quiétude et dans les moments difficiles.

Egalement je Didier ce travail a la petite Nourcine Meliani , ma sœur spirituelle je te souhaite que le bonheur et le succès dans ta vie ..Et à tous les membres de ma grande famille Megasmi Et Chaibi

A mes professeurs de l'université ABBES LAGHROUR

Ce travail est aussi dédié à mes collègues et a toutes mes amies

Nadjah Salam

Résumés

Résumé

La résistance antibactérienne est l'un des problèmes de santé les plus graves du XXI^e siècle. Pour surmonter ces problèmes, les plantes à action antimicrobienne jouent un rôle important dans le traitement et la prévention de diverses maladies microbiennes, Le figuier de barbarie, *Opuntia ficus- indica*, C'est une plante qui est abondamment disponible en Algérie utilisée en médecine traditionnelle depuis longtemps il contient des composants bioactifs qui ont des effets bénéfiques pour la santé.

Grâce à sa composition chimique, toutes les parties du figuier de barbarie sont utilisées dans plusieurs domaines : alimentation, cosmétique et médecine.

L'objectif de cette étude consiste à évaluer l'activité antibactérienne des extraits méthanolique et aqueux des drêches d'*Opuntia* provenant de deux régions Kais et Ain Djarboua Wilaya de Khenchela Algérie.

L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits *in vitro vis-à-vis* des souches bactériennes de *Staphylococcus* (isolées de la peau humaine) est effectuée par la méthode de diffusion sur disque.

Les résultats montrent que les deux extraits de drêche d'*Opuntia ficus indica* se sont révélés actifs sur toutes les souches bactériennes testées (*staphylococcus hominis*, *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus auricularis*) mais avec des zones d'inhibition différentes de 20 à 27mm pour l'extrait méthanolique et de 22,6 à 28,6 mm pour l'extrait aqueux.

Tous les échantillons testés dans notre étude ont réagi positivement ce qui confirme que les drêches d'*Opuntia ficus indica* est doté de propriétés antibactériennes.

Mots clés : Activité antimicrobienne, drêches d'*Opuntia*, *Staphylococcus*, extraits.

ملخص

تعتبر مقاومة مضادات البكتيريا من اخطر المشاكل الصحية في القرن الحادي و العشرين للتغلب على هذه المشاكل تلعب النباتات ذات التأثير المضاد للبكتريا دورا مهما في علاج الامراض الميكروبية المختلفة و الوقاية منها التين الشوكي هو نبات متوفر بكثرة في الجزائر استخدم في الطب التقليدي لفترة طويلة يحتوي على مكونات نشطة بيولوجيا لها تاثيرات مفيدة للصحة

بفضل تركيبته الكيميائية يتم استخدام جميع اجزاء التين الشوكي في عدة مجالات كالغذاء و مستحضرات التجميل و الادوية

تهدف هذه الدراسة الى تقدير النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلص الكحولي و المائي من قشور التين الشوكي من منطقتي قايس و عين جربوع ولاية خنشلة الجزائر

تم اجراء تقييم النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات في المختبر ضد سلالات بكتيريا المكورات العنقودية معزولة من بشرة الانسان بواسطة طريقة الانتشار القرصي

اظهرت النتائج ان مستخلصي قشور التين الشوكي اثبت فعليتهما على جميع السلالات البكتيريا المختبرة من المكورات العنقودية ولكن مع اقطار تثبيط مختلفة

20±27 مم لمستخلص الميثانول و **22,6±28,6** مم لمستخلص المائي

جميع العينات التي تم اختبارها في دراستنا اظهرت رد فعل ايجابي مما يؤكد ان قشور التين الشوكي لديه خصائص مضادة للجراثيم

الكلمات المفتاحية نشاط مضادات البكتريا قشور التين الشوكي المكورات العنقودية المستخلصات

Abstract

Antibacterial resistance is one of the most serious health problems in the twenty first century. To overcome such problems, plants with Antibacterial action play an important role for treatment and prevention of various microbial diseases the prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) is a plant very abundant on the Algerian territory used in traditional medicine for a long time contain bioactive components that have beneficial health effects

Due to its chemical composition, all parts of the prickly pear are used in several fields: food, cosmetics, medicine

The objective of this study is to assess the antibacterial activity of methanoic and aqueous extract from two regions Kais and Ain Djarboua Wilaya of Khenchela Algeria.

The evaluation of the antibacterial activity of the extracts in vitro with respect to three bacterial strains is carried out by the disk diffusion method. The results show that the two extracts of *Opuntia ficus indica* proved to be active on all the bacterial strains tested (*staphylococcus hominis*, *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus auricularis*) but with different zones of inhibition 20 ± 27 mm for the Methanoic extract and $22,6\pm 28,6$ mm for the aqueous extract

All samples tested in our study reacted positively confirming that the *Opuntia ficus indica* plant is endowed with antimicrobial properties

Keywords: Antimicrobial activity, *Staphylococcus*, *Opuntia* peel, extracts

Table des matières

Introduction	01
Chapitre I. Etude bibliographique	
Généralité sur la plante <i>Opuntia</i>	03
I.1. Historique et origine.....	03
I.2. Répartition de la plante.....	03
I.2.1. Répartition dans le monde.....	03
I.2.2. Répartition en l'Algérie.....	05
I.3. Conditions de plantation (les normes générales recommandées par <i>l'Opuntia</i>).....	07
I.3.1. Le climat.....	07
I.3.2. Période de plantation.....	07
I.3.3. Sélection d'espèces et de cultivars.....	07
I.3.4. Préparation du sol.....	08
I.3.5. La fertilisation.....	08
I.3.6. Entretien de la culture	08
I.3.7. Densité de plantation	08
I.3.8. La récolte.....	09
I.4. Composition de plante <i>d'Opuntia ficus indica</i>	09
I.4.1. Système racinaire	10
I.4.2. Système caulinaire	10
I.5. Composition chimique de la plante <i>l'Opuntia fucus indica</i>	14
I.5.1. Composition du figuier de barbarie en générale.....	14
I.5.2. Composition chimique de la raquette de <i>l'Opuntia</i>	15
I.5.3. Composition chimique de la fleur <i>d'Opuntia</i>	15
I.5.4. Composition du suc du fruit mûr.....	15

I.5.5. Le pourcentage Composition de la graine <i>d'Opuntia</i>	16
I .5.6. Les Fibres contenues par <i>l'Opuntia</i>	16
I.6. Systématique.....	17
I .7. Exigences écologiques	18
I .7. 1. Température	18
I .7.2. Nature des sols.....	18
I .7.3. Précipitation.....	18
I .7.4. Humidité.....	19
I .7.5. Drainage	19
Valorisations de la plante <i>d'Opuntia</i>	19
II.1. Valorisation médicinale	19
II.1. 1. Utilisation d' <i>Opuntia</i> comme antidiabétique	20
II.1.2. Utilisation d' <i>Opuntia</i> dans l'Hyperlipidémie.....	20
II.1.3. Utilisation d' <i>Opuntia</i> dans le traitement des Ulcères gastriques	21
II.2. Valorisation pharmaceutique	21
II.2.1 Propriétés antimicrobiennes.....	21
II.2.2. Propriétés anti-oxydantes.....	21
II.2.3. Propriétés antiviraux et antitoxines	22
II.2.4. Propriétés antifongiques.....	22
II.3. Valorisation cosmétique.....	22
II.4. Valorisation biotechnologique.....	23
II.5. Valorisation alimentaire.....	24
II.6. Alimentation des animaux.....	26
II.7. Autres utilisations.....	27

Chapitre II. Matériel et Méthodes

I. Matériel végétal.....	28
II. L'extraction.....	28
III. Détermination de rendement.....	29
IV. Isolement et identification des souches bactériennes.....	29
IV.1. Prélèvement.....	29
IV.2. L'ensemencement.....	30
IV.3.L'identification.....	30
IV.3.1. Identification microscopique.....	30
IV.3.2. Identification biochimique	30
V. L'activité antibactérienne.....	30

Chapitre III. Résultats et Discussion

III.1.Rendementdel'extraction.....	32
III.2.L'identification des isolats.....	33
III.3.L'activité antibactérienne.....	36
Conclusion	39
Références bibliographiques	41

Liste des figures

Figure 1. Répartition mondiale d' <i>Opuntia ficus indica</i>	05
Figure 2. Détail de l' <i>Opuntia ficus indica</i>	09
Figure 3. Les raquettes (cladodes /Nopalitos).....	11
Figure 4. Les fleurs d' <i>Opuntia</i> (A : jaune, B : orange).....	12
Figure 5. Différentes variétés des fruits d' <i>Opuntia ficus-indica</i>	12
Figure 6. Propriétés thérapeutiques d' <i>Opuntia ficus indica</i>	19
Figure 7. Raquettes coupées pour la consommation par le bétail.....	26
Schéma 01. Protocol de l'extraction.....	28
Photographie .01. Technique de Prélèvement.....	29
Photographie.02. Test de l'activité antibactérienne par méthode de diffusion.....	31

Liste des Tableaux

Tableau 1. Quelques variétés de la figue de barbarie cultivées dans le monde.....	04
Tableau 2. Réalisation des plantations d' <i>Opuntia</i> dans quelques wilaya.....	06
Tableau 3. Composition du figuier de barbarie en générale.....	14
Tableau 4. Composition chimique de la raquette de <i>l'Opuntia</i>	15
Tableau 5. Composition du suc du fruit mûr.....	16
Tableau 6. Le pourcentage Composition de la graine <i>d'Opuntia</i>	16
Tableau 7. Les Fibres contenues par <i>l'Opuntia</i>	16
Tableau 8. Classification de <i>Opuntia ficus-indica</i>	17
Tableau 9. Quelques exemples de la valorisation biotechnologique des cladode <i>D'Opuntia Ficus Indica</i>	23
Tableau 10. Quelques formes de l'utilisation alimentaire de figuier de barbarie.....	24
Tableau 11. Rendement d'extraits méthanolique et aqueux de <i>l'Opuntia ficus indica</i> .	32
Tableau 12. Résultats de l'identification macro et microscopiques des souches bactériennes isolées.....	33
Tableau 13. Résultats de l'identification des 7 souches bactériennes isolées par galeries API Staph.....	35
Tableau 14. Résultats de l'activité antibactérienne des extraits <i>d'Opuntia ficus indica</i>	37

Liste des abréviations

- ALT** : Alanine transaminase.
- AST** : Aspartate aminotransferase
- AW** : Activity of water (Activité de l'eau).
- CC14** : tétrachlorures de carbone.
- CPF** : Chlorpyrifos.
- CoNS** : staphylocoques à coagulas-négative.
- DMSO** : Diméthylsulfoxyde.
- H.C.D. S** : Haut-Commissariat A La Steppe.
- OFI** : *Opuntia fucus- indica*.
- OMS** : Organisation mondiale de la santé
- .

Introduction

Dès l'ère ancienne, l'Homme cherche des agents thérapeutiques dans des environnements naturels pour des soins de santé primaire. Spontanément il utilise des plantes médicinales comme remède. De nos jours, il est mentionné qu'il existe plus que 2000 groupes de plantes médicinales dans le monde chacun a sa composition chimique unique et sa valeur dans déverse secteurs cosmétique, pharmaceutique et médicale, dont elles proviennent dans la production de 25% de médicaments **(Benkaddouri, 2011)**.

A l'heure actuelle, l'organisation mondiale de la santé (O.M.S) rapporte que plus de trois quarts des populations africaines se soignent avec des remèdes naturels **(Benkaddouri 2011)** ; le continent africain est l'un des continents les plus riches en biodiversité au monde.

En effet, certaines espèces de cactus font l'objet de nombreuses études scientifiques depuis des décennies. Cela est particulièrement vrai pour le figuier de barbarie, qui appartient au genre *Opuntia* et possède une multitude de propriétés thérapeutiques qui dérivent de la présence de centaines, voire de milliers, de composés bioactifs naturels appelés métabolites secondaires. Ceux-ci s'accumulent alors dans divers organes et parfois aussi dans des cellules végétales spécialisées **(Elqaj et al., 2007)**

Le figuier de barbarie, connue sous le nom botanique *Opuntia ficus-indica*, est une plante originaire du Mexique. appartient à la famille des Cactacées pousse dans les régions arides et semi-arides **(Galati et al., 2003)** contient environ près de 300 espèces. Selon **(Bouzoubaâ et al., 2014)**, la figue de barbarie a été introduite en Algérie vers le 16^{ème} siècle et se localise dans les régions arides et semi-arides .Cultivé à l'origine pour réduire la sécheresse et lutter contre l'érosion, il est destiné à la consommation de ses fruits ou à l'alimentation animale.

Bien que les figues de barbaries soient abondantes en Algérie, elles sont sous-exploitées, sous-valorisées et leur consommation reste saisonnière. Leurs drèches jusqu'à présent sont considérés comme un déchet et donc rejetées. Pour cela, nous avons fixé comme objectif de ce travail, l'extraction des molécules bioactives, de différents extraits de drèches d'*Opuntia ficus indica* afin de déterminer et d'évaluer leur activité antibactérienne contre les souches de staphylocoque isolées et identifiées de la peau humaine.

Dans ce document, deux grandes parties ont été mises au point.

La première partie est consacrée à une recherche bibliographique sur la monographie de la plante : origine, description botanique, répartition géographique, taxonomie et exigences écologiques. Par la suite, une présentation de la valorisation médicale, pharmaceutique, cosmétique, alimentaire ... de figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*).

La deuxième partie décrit les études expérimentales menées pour atteindre notre objectif d'identifier les souches de staphylocoques à croissance cutanée et d'étudier l'activité antibactérienne des drèches d'*Opuntia ficus indica* contre certaines souches de staphylocoques.

A la fin, la conclusion générale donne un aperçu des résultats obtenus et ouvre la voie à de futures perspectives de recherches futures sur cette espèce.

Chapitre I

Etude

Bibliographique

Opuntia ficus-indica



I. Généralités sur la plante *Opuntia*

I.1. Historique et origine

Dans les archives historiques de l'Ancien Monde, les cactus sont souvent appelés figues de barbarie, où le nom commun est figue de barbarie, du mot grec "kaktos", signifiant : plante épineuse (Defelice, 2004) Connue en Europe après le premier voyage de Christophe Colomb (15 mars 1493) (Le Houérou, 1996).

L'Opuntia est une plante de la famille des cactacées originaire des régions arides et semi-arides du Mexique, utilisée au Mexique depuis l'époque préhispanique, apparentée au maïs et à l'agave.

Elle a une très large répartition géographique : Mexique, Sicile, Chili, Brésil, Turquie, Corée, Argentine et Afrique du Nord (Barbera *et al.*, 1992) Il a d'abord été introduit en Espagne puis en Afrique du Nord et du Sud au XVI^e siècle Il s'est rapidement propagé dans le bassin méditerranéen où il s'est naturalisé comme élément caractéristique de le paysage

(Le Houérou, 1996) Il est principalement développé en Méditerranée occidentale : Sud de l'Espagne, Portugal et Afrique du Nord (Tunisie, Algérie et Maroc) (Temagoult, 2017)

Le genre *Opuntia* compte 1 500 espèces de cactus et est cultivé dans de nombreux pays, dont le Mexique, les États-Unis, la Chine, l'Afrique et l'Italie, ainsi que dans les régions arides et semi-arides de plusieurs pays Climat aride (El Kossori *et al.*, 1998).

I.2. Répartition de la plante

I.2.1. Répartition dans le monde

Dans leur pays d'origine, les sont répandues sur la plus grande partie du sol américain

Il y a quatre régions occupées par des *Opuntia* (Lallouche, 2008).

- Zone centrale méridionale dont les principales espèces sont : *Opuntia ficus-indica*, *Opuntia amyoclaea*, *Opuntia mégacantha*, et *Opuntia tomentosa*.
- Zone élevée de plateau dont les principales espèces sont : *Opuntia leucotricha*, *Opuntia streptacantha*, *Opuntia robusta*, *Opuntia cantabrigiensis*.
- Zone du nord dont les principales espèces sont : *Opuntia cantabrigiensis*, *Opuntia phaeacantha*, *Opuntia lindheimeri*, et *Opuntia rastrera*.

- Zone côtière du golfe du Mexique dont les principales espèces sont : *Opuntia lindheimeri*, *Opuntia leptocaulis*, *Opuntia microdasys*, *Opuntia imbricata*

. **Tableau 1.** Quelques variétés de la figue de barbarie cultivées dans le monde (**Lallouche, 2008**)

Pays	Variété	Caractère	Références
Maroc	Aissa	pulpe jaune orangé, maturité précoce, plus sucrée et juteuse	(Arba, 2009)
	Moussa	pulpe jaune orangé à maturité tardive, plus sucrée et juteuse	
	El Bayda	pulpe verte clair	
	El Akria	pulpe rouge carmin.	
	Dellahia	pulpe verte, plus sucrée et juteuse, maturité tardive.	
	Essaouira	forme de petite poire à pulpe rouge pourpre, plus acide.	
Italie	Gialla		(Sáenz et al., 2013)
	Rossa	/	
	Bianca		
Argentine	criollas	Pulpe jaune et cladode sans épines.	
Éthiopie	Limo	Pulpe rose et cladode sans épines.	(Habibi, 2016)
	Morado	Pulpe blanche	

L'introduction de l'*Opuntia* en Asie a eu lieu à la fin du 17^{ème} siècle. Sa présence est signalée aux Philippines dès 1695, en Chine en 1700 et en Inde vers 1780 (**Guzman-Ramon et al., 2007**).

En Italie, Elle a été cultivée sur une superficie de 1 000 hectares en plus des programmes annuels de fertilisation et d'irrigation (Khelifa et Tayya, 2020).

En Espagne : Elle a été introduite par les conquistadores en Ethiopie : Présenté à la fin du 19^{ème} siècle, il est largement distribué dans les régions arides et semi-arides nordiques de l'Ethiopie.

En Sicile : L'*Opuntia* qui occupe de 100 000ha est destinée à la production.

En Afrique : Il a été introduit en Afrique du nord vers le 16^{ème} siècle, Sa plantation couvre environ 300 000 ha.

En Palestine : Programmes de recherche et de développement pour l'utilisation industrielle ainsi que la chose la plus importante, c'est la production d'aliments pour les bétails et les fruits pour la consommation humaine (Madani *et al.*, 2016).

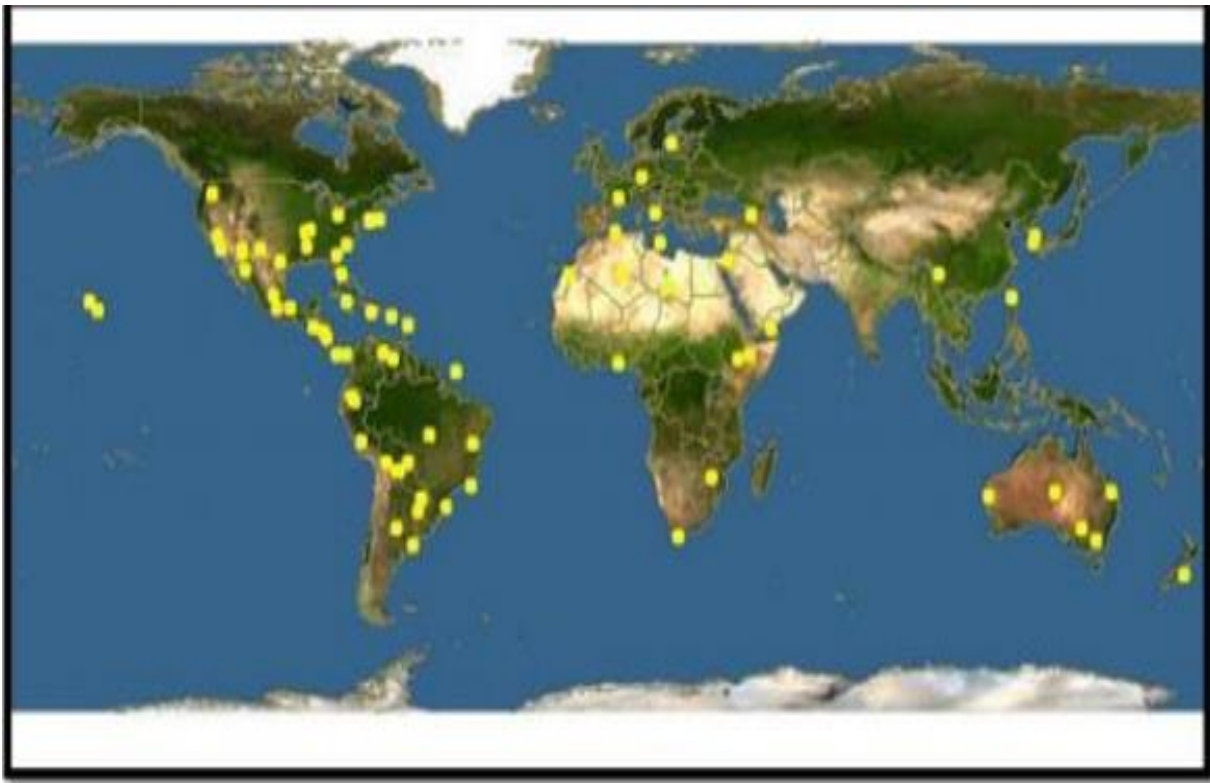


Figure 1. Répartition mondiale d'*Opuntia ficus -indica* (Barbera *et al.*, 1992)

I.2.2. Répartition en l'Algérie

La répartition géographique d'*Opuntia* en Algérie n'est pas bien connue ; elle est présente partout dans le pays sous des formes sauvages et domestiquées, des régions côtières aux zones arides et semi-arides (Bouayad, 2012), à l'exception des régions montagneuses et des régions sahariennes. C'est le meilleur exemple d'une danse barbare, car elle se déroule au sommet des montagnes et en terrain rocheux (BENATTIA, 2017)

L'introduction de cactus en Algérie a été comparable à celle du Maroc et de la Tunisie. Les zones consacrées à la culture d'*Opuntia* couvrent actuellement plus de 30.000 ha, avec 60% de ces terres situées dans la commune de Sidi-Fredj (45 kilomètres au nord de Souk Ahras) et les parcelles restantes à Ouled Mimoun, Taoura, Dréa et Ouilène (Nesnas et Tareb, 2021). *Opuntia ficus-indica* est utilisé comme clôture autour des maisons et des petites villes du nord. De plus, les fruits à usage humain sont produits sur des clôtures végétales, qui sont ensuite vendus sur les marchés locaux et, pendant les saisons sèches, utilisés comme source de nourriture. Nourriture des jeunes ruminants et des dromées, les cladodes d'*Opuntia* émergent dans le sud (Houasliet *et al.*, 2020).

Au cours des dernières décennies, plusieurs études sur les fragiles écologies steppiques et sahariennes ont été menées dans le but de stabiliser et de régénérer le couvert végétal. L'introduction de ces espèces dans les steppes algériennes à travers d'importants travaux réalisés en 1994 par le Haut-Commissariat à la Steppe (H.C.D.S.) a permis le renforcement de l'intérêt pour cette culture dans la région Est et son introduction très encourageante au niveau des wilayets en le centre et l'ouest (Lallouche, 2008).

Tableau 2. Réalisation des plantations d'*Opuntia* dans quelques wilaya (Lallouche, 2008).

Wilaya	Superficies réalisées (ha)	
	Années (1994/1996)	Année 2005
Djelfa	/	64
Laghouat	/	116
Médéa	/	7180
M'sila	60	10076,57
Bordj Bou arreridj	1023	1047
Bouira	/	36
Tébessa	4371	4560
Souk ahras	4371	3617

Khenchela	/	213
Oum el bouaki	/	59
Batna	/	83
Total	9825	27051,57

I.3. Conditions de plantation (les normes générales recommandées par *l'Opuntia*)

I.3.1. Le climat

Les cactus sont des xérophytes. Il est principalement cultivé dans les régions arides et semi-arides avec des précipitations annuelles de (200 à 250 mm), mais sa culture commerciale nécessite au moins 450 mm de précipitations annuelles. Sa remarquable variabilité génétique lui confère une forte adaptabilité écologique lui permettant de survivre dans différentes conditions climatiques. (Neffar, 2012).

La plante est sensible à la température de congélation, mais extrêmement tolérante à la température élevée (Miller, 1996).

I.3.2. Période de plantation

Les périodes de plantation varient selon les régions, selon disponibilité du matériel végétal

La plantation d'automne (février-mars) est recommandée au Maroc et en Jordanie, où il fournit un système racinaire bien établi en hiver et une forte croissance et Premiers résultats

Les nouvelles plantations sont établies à partir de grandes boutures de tiges constituées de 4 à 5 cladodes (Stintzing, F.C., 2005).

I.3.3. Sélection d'espèces et de cultivars

Si l'entreprise est pour la production de fruits destinés à la consommation directe. Dans ce cas, Le plus important est de comprendre l'évolution du marché et le type d'évaluation Un fruit que les consommateurs préfèrent et donc plus facile à mettre sur le marché. Mais Si le but de l'entreprise est l'utilisation d'aliments pour animaux, la production et la sélection de fruits. Toutes sortes prennent un siège arrière. Mais en général, il est recommandé de choisir Variété sans épines pour éviter d'épépiner avant d'épépiner Consommation par animal (Arba, 2000).

I.3.4. Préparation du sol

La préparation du sol avant la plantation est essentielle pour réussir la production de figues de Barbarie et ne peut pas être adéquatement réalisée après l'installation du verger.

O. ficus-indica a une large faculté d'adaptation pour différents sols (acides, calcaires ou pauvres en matière organique). Elle a une préférence pour les sols très perméables, sableux ou caillouteux et comme les autres cactus. *Opuntia ficus-indica* est sensible à la salinité du sol, avec (50 à 70 mm) de chlorure de sodium étant le seuil supérieur pour sa bonne croissance (Neffar, 2012). Le drainage d'un sol est un facteur plus limitant que le type de sol (Sáenz *et al.*, 2013). En effet, le figuier de Barbarie est très sensible au manque d'oxygène au niveau des racines à cet effet, il est recommandé d'éviter les sols argileux qui peuvent être saturés temporairement et mal drainés (Boutakiout, 2015)

I.3.5. La fertilisation

La concentration des éléments minéraux dans les branches de cactus dépend de espèces, les conditions environnementales et la gestion. Les cactus répondent souvent mieux à la fertilisation organique qu'à la fertilisation minérale. En mode traditionnel, les cultures de cactus qui ne reçoivent habituellement aucun apport d'éléments fertilisants avec les plantations luxuriantes des arrières cours des maisons, qui bénéficient des apports en fumier, en cendre, en ordures ménagères et en eaux usées des habitations, on remarque une nette différence (Boujghagh, 2015).

I.3.6. Entretien de la culture

Des travaux superficiels du sol, d'autre part des apports de fumier, d'engrais et d'eau en cas de sécheresse prononcée, augmentent la vigueur ainsi que le rendement de la plante (Arba, 2000).

I.3.7. Densité de plantation

Dans les pays où l'irrigation goutte à goutte est couramment pratiquée l'espacement 1.5m entre les plants sur la ligne et 4m entre les lignes.

Les distances de plantation les plus pratiquées pour la culture du cactus varient de 0.4 m à 6m voire 8m entre les lignes et 0.40 à 4m sur la ligne. La forte densité (1600 à 2000 plants/ha) n'est recommandée que pour les zones qui sont relativement bien arrosées (Assifer, 2019).

I.3.8. La récolte

La récolte des fruits d'*Opuntia* est souvent pratiquée de façon manuelle. Elle est effectuée généralement un peu après le virage de la couleur de la peau sans se baser sur aucun signe

de la maturité qui peut définir le stade optimum de la récolte pour les fruits destinées à la consommation à l'état frais ou à la conservation. (Assifer, 2019)

Les figues de Barbarie sont particulièrement difficiles à récolter à cause de la présence d'épines et de glucides qui peuvent percer la peau et rentrer dans les yeux et les voies respiratoires. Les fruits sont donc récoltés le matin quand l'humidité est suffisamment élevée pour empêcher les glucides de se déloger et de flotter dans l'air. Des vêtements de protection (gants et lunettes de sécurité) devraient être fournis aux ouvriers (Miller, 1996).

I.4. Composition de plante d'*Opuntia ficus- indica*

L'Opuntia spp. Communément appelée figuier de Barbarie ou cactus Nopal, est une plante angiosperme dicotylédone tropicale et subtropicale, intégrée à la famille des Cactaceae. Elle est caractérisée par des feuilles réduites en épines et une grande capacité d'adaptation aux conditions les plus hostiles (Arba, 2009).

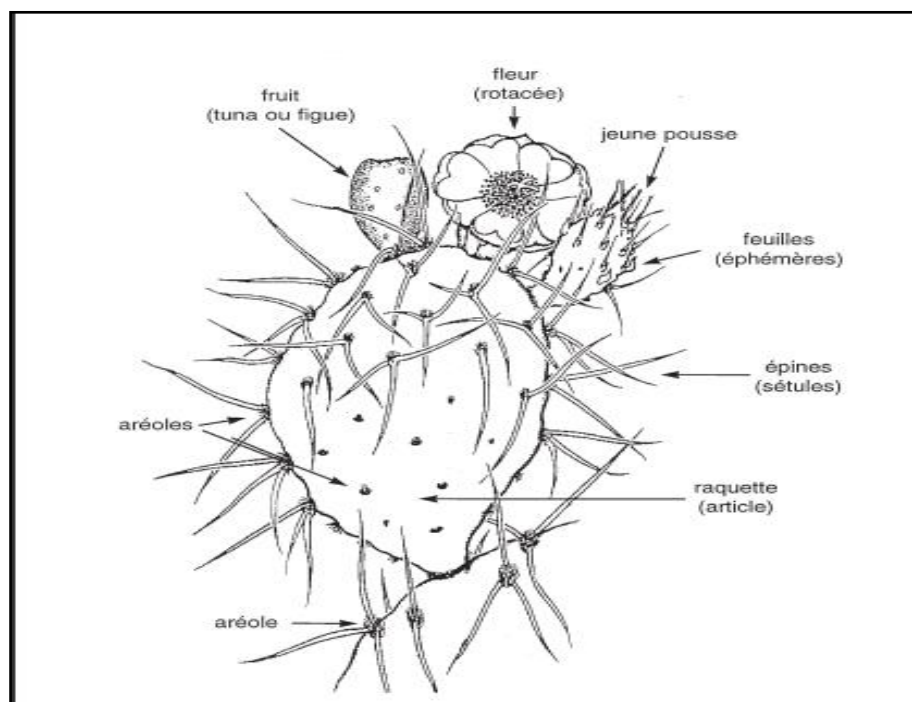


Figure 2. Détail de *l'opuntia fucus- indica* (Schweizer et al., 1997)

1.4.1. Système racinaire

Le figuier de barbarie est une plante arborescente qui peut atteindre de 3 à 5 mètres de haut (Schweizer et al., 1997) ; L'appareil racinaire est superficiel, se développe quand les aréoles

sont en contact avec le sol. Elles sont généralement fasciculées. La racine principale est courte, mais les racines latérales ont une très grande extension qui sont des caractéristiques exomorphiques permettant à la plante de survivre à des périodes prolongées de sécheresse pour l'absorption d'eau (Arba, 2009)

Les racines peuvent contribuer à la tolérance de la sécheresse de différentes manières via :

- La restriction de la surface racinaire et la diminution de leur perméabilité à l'eau.
- La rapide absorption des petites quantités d'eau fournies par les légères pluies des « racines de pluie » se développent en l'espace de quelques heures après une averse et disparaissent dès que le sol sèche, ou bien il y a une réduction de la surface racinaire de laquelle l'eau s'échappe.(Guzman-Ramon *et al.*, 2007)

I.4.2. Système caulinaire

I.4.2.1. Les raquettes (cladodes /Nopalitos) :

Son organisation en cladodes, couramment appelés « raquettes/ Nopalitos», est particulière. Les cladodes sont des tiges modifiées de forme aplatie, de 30 à 40 cm de long, qui remplacent les feuilles dans leur fonction photosynthétique et dont la surface est parsemée d'alvéoles (Girard, 2019).

Les cladodes ce sont des tiges modifiées en organes aplaties de forme elliptiques ou ovoïdales, carnées et de couleur verte, appelées raquettes, unies les uns les autres elles tendent à former des branches. Après la quatrième année de croissance les raquettes de base forment un véritable tronc, et à la place des feuilles ces raquettes assurent la fonction chlorophyllienne d'où elles sont recouvertes d'une cuticule : épiderme épais recouvert de cires, structurées de manière à limiter les pertes d'eau par transpiration. Les stomates sont enfoncés en profondeur , en cas de températures élevées et de forte insolation, ils peuvent rester fermés une grande partie de la journée (Soudani *et al.*, 2019).



Figure 3. Les raquettes (cladodes /Nopalitos)

Les cladodes d'*Opuntia ficus -indica* (nopal) sont comestibles (**Santos-Zea et al., 2011**). Elles possèdent une grande capacité d'emmagasiner l'eau surtout au niveau des tissus (**Griffith, 2004**) ;Les raquettes sont utilisés dans le domaine alimentaire (comme fourrage pour les bétails et comme légumes frais ou transformée pour la consommation humaine), et pharmaceutique (Wafa & En, 2021)

I.4.2.2. Les feuilles

Elles sont rudimentaires, de formes coniques, éphémères. A l'aisselle des feuilles se trouvent les aréoles qui sont des bourgeons axillaires modifiés, typiques des cactacées. En accompagnement des aréoles se trouvent les glochides qui sont des fines épines de quelques millimètres, de couleur brunâtre, qui sont fortement implanté sur les raquettes. Elles sont toujours présentes y compris les variétés inermes (**Soudani et al., 2019**)

I.4.2.3. Les fleurs

Généralement c'est une fleur solitaire axillaire. Elles prennent naissance en avril et se succèdent jusqu' au mois de juin elles sortent du sommet d'un calice également armé de soies et d'épines, elles sont hermaphrodites (**Soudani et al., 2019**).

Les fleurs sont à ovaire infère, avec de grandes corolles latérales jaunes, orange ou rouges (**Schweizer et al., 1997**), La couleur des fleurs est très variée, mais seul le bleu est absent et deviennent rougeâtres à l'approche de la sénescence de la plant (**Habibi et al., 2005**) .

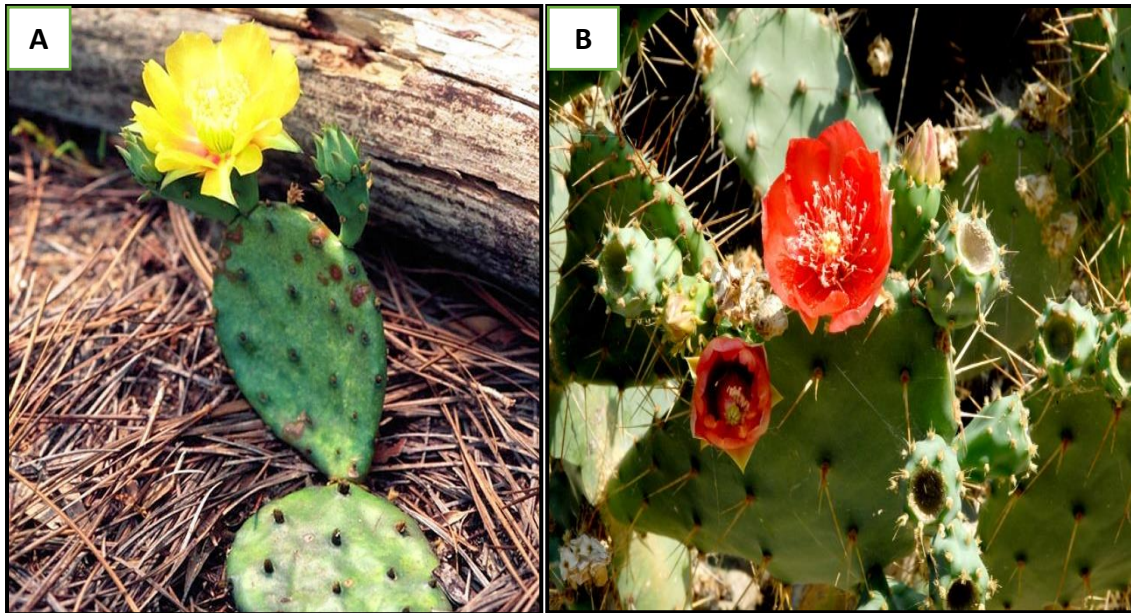


Figure 4. Les fleurs d'*Opuntia* (A : jaune, B : orange)

Les fleurs émergentes disposent d'un bol brun vert et contiennent de nombreux pétales épais, recouverts d'une lumière vers le bas. Ce sont des Hermaphrodites et les fils de la stigmatisation dominant habituellement la courte récession (Schweizer *et al.*, 1997) .

I.4.2.4. Le fruit

Le fruit d'*Opuntia ficus-indica* est une simple baie charnue, formée par un ovaire infère enfoncé dans les tissus de tige du réceptacle (Cota-Sánchez, 2016). Elle mesure de 5 à 10 cm de long, possède une peau épaisse et irrégulière et se transforme du vert au jaune, orange, rose ou rouge selon les variétés (Nicole et François, 2013). La peau vient du réceptacle et a la même morphologie que le cladode (Bekouche, 2022)



Figure 5. Différentes variétés des fruits d'*Opuntia ficus-indica* (Chougui *et al.*, 2015).

Son poids varie de 67 à 216 g, la durée de conservation courte et peut être changée de 2 à 3 et jusqu'à 4 semaines (Cota-Sánchez, 2016). Elle est recouverte dans ses parties renflées de fines épines, souvent invisibles, qui se logent facilement dans la peau lorsqu'on les manipule. La chair jaune orangé, verte ou rouge assez foncé est juteuse, acidulée, passablement sucrée et parfumée et renferme de nombreux pépins croquants et comestibles (Bekouche, 2022).

Ils sont une bonne source de minéraux, fournissant des acides aminés essentiels et des vitamines, et présentant une forte activité antioxydant, grâce à leur teneur élevée en caroténoïdes et en composés phénoliques (Barba *et al.*, 2022).

La peau se développe à une vitesse rapide, pendant la première phase de croissance des dimensions et du poids du fruit, la couleur de la peau commence à changer à 70 jours après la floraison, elle est profondément colorée (jaune, rouge ou blanc selon les cultivars) 85 à 100 jours après la floraison la peau est fine mais pleine d'épines.

La croissance maximum de la pulpe, se produit pendant la deuxième et la troisième phase de croissance des dimensions et du poids du fruit. Ce qui correspondent respectivement ; à la phase de croissance intermédiaire lente et la phase de croissance rapide, Quatre-vingt-dix pour 100 de la pulpe sont constitués par les cellules parenchymateuses, provenant de l'épiderme dorsal de la couverture funiculaire le 10 % restants étant le tissu funiculaire, La pulpe a une saveur acidulée, profondément colorée jour, après la floraison, la couleur peut être verdâtre, jaune ou orange rouge.

Le nombre de graines dans le fruit varie également d'une espèce à l'autre, tout comme varient leur couleur et leur taille (Allouche, 2008) .

I.4.2.5. Les grains

Les graines Varient en forme et en taille : discoïde, arrondie ou gonflé des deux côtés]. Les variétés italiennes *Opuntia ficus-indica* ont Moyenne de 273 graines par fruit, dont 146 sont naturelles et 127stériles (Mamen, 2021).

Récemment, l'huile de graines de cactus a été présentée comme un nouvel ingrédient capable de trouver rapidement sa place dans le domaine des cosmétiques de grande valeur, principalement en raison de sa composition chimique idéale pour les applications cosmétique (Gharby *et al.*, 2020).

I.5.Composition chimique de la plante *l'Opuntia fucus - indica*

I.5.1. Composition du figuier de barbarie en générale

La figue de barbarie est un fruit succulent, peu acide et riche en sucres ; ce qui le rend délicieux et doux (Feugang *et al.*, 2006)

La composition moyenne de la figue de barbarie est résumée dans le tableau suivant :

Tableau 3. Composition du figuier de barbarie en générale (Piga, 2004)

Paramètres	Valeur	Paramètres	Valeur
Pulpe (%)	43-57	Mg (mg/100g)	16.1 - 98.4
Gaines (%)	2-10	Na (mg/100g)	0.6-1.1
Epluchuree (%)	33 - 55	K (mg /100g)	90-217
pH%	5.3-7.1	P (mg/100g)	15-32.8
Acidité (% AC. Citrique)	0.05-0.18	Proline (mg/L)	0.05-0.1768
Eau (%)	84-90	Glutamine (mg/L)	574.6
Protéines (%)	0.2 – 1.6	Taurine (mg/L)	572.1
Lipides (%)	0.09-0.7	Serine (mg/L)	217.5
Fibres (%)	0.02-3.1	Alanine (mg/L)	96.6
Sucres totaux (%)	10-17	acide Glutamique (mg/L)	83.0
Vitamine C	11-41	Methionine (mg/L)	76.9

Ca	12.8-59	glycine (mg/L)	53.3
----	---------	----------------	------

I.5.2. Composition chimique de la raquette de l'*Opuntia*

Des chercheurs ont signalé dans la composition du Nopal la présence d'un tannin, des traces de berbérine, et d'un autre alcaloïde indéterminé. La substance mucilagineuse qui fait la richesse de l'*Opuntia*, c'est la pectine (1 kg de tiges fraîches fournit 7,5 grammes de pectate calcomagnésien). Ses cendres sont riches en fer (Schweizer *et al.*, 1997).

Tableau 4. Composition chimique de la raquette de l'*Opuntia* (Schweizer *et al.*, 1997)

Les composantes	Le pourcentage
eau	92%
glucides	4.3%
Cellulose	1.2%
Protéine	0.6%
Matière gras	0.15%
cendres	1.5%

I.5.3 Composition chimique de la fleur d'*Opuntia*

La fleur Il contient à peu près les mêmes principes que la tige auxquels on peut ajouter des dérivés flavoniques. Sa teneur en cendres avoisine 9 %, Elles comportent 30% de silice et 14% de chaux. (Schweizer *et al.*, 1997).

1.5.4. Composition du suc du fruit mûr

Le fruit mûr riche en sucre en fait une excellente source potentielle d'alcool. En effet, 150 kg de figues fournissent 100 litres de suc qui produisent 7 litres d'alcool à 85°. La pulpe de la tuna renferme un pigment rouge mal connu qui colore l'urine en rouge (Schweizer *et al.*, 1997).

Tableau 5. Composition du suc du fruit mûr (Schweizer *et al.*, 1997)

Les composantes	Le pourcentage	Les composantes	Le pourcentage
Eau	86-92%	Matière grasse	0,3%
Cellulose	1,3%	Acides	0,1%
Protéines	6,7%	/	/

I.5.5. Le pourcentage Composition de la graine d'*Opuntia*

Tableau 6. Le pourcentage Composition de la graine d'*Opuntia* (Schweizer *et al.*, 1997)

Les composant	Le pourcentage
Eau	86-92%
Sucre	11,2%
Cellulose	1,3%
Protéines	6,7%
Matière grasse	0,3%
Acides	0,1%
Cendres	0,7

I.5.6. Les Fibres contenues par l'*Opuntia*

Le tableau suivant permet les Fibres contenues par l'*Opuntia* :

Tableau 7. Les Fibres contenues par l'*Opuntia*(Schweizer *et al.*, 1997).

Solubles	Non-solubles
mucilages	cellulose

pectine	lignine
gommes	hémicellulose

I.6. Systématique

La famille des Cactacées comporte approchant de 1600 espèces avec le centre de la diversité maximale au Mexique qui renferme 669 espèces (**Reyes-Agüero et al., 2006**).

Le genre *Opuntia* est le plus répandu de cette famille. il est subdivisé en quatre sous-genres : *Platyopuntia*, *Cylindropuntia*, *Tephrocactus* et *Brasiliopuntia*. Le sous genre *Platyopuntia* englobe 150 à 300 espèces, parmi lesquelles figure *Opuntia ficus-indica* (**Dubeux et al., 2006**).

Selon la classification de Carl von Linné la position systématique de figuier de barbarie est présente dans le tableau dissous.

Tableau 8. Classification de *Opuntia ficus-indica* (Wallace & Gibson, 2002).

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Embranchement	<i>Phanérogames</i>
Sous-embranchement	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Caryophyllidae</i>
Ordre	<i>Opuntiales</i>
Famille	<i>Cactaceae</i>
Sous-famille	<i>Opuntioideae</i>
Tribu	<i>Opuntieae</i>
Genre	<i>Opuntia</i>
Sous-genre	<i>Platyopuntia</i>

Espèce	<i>Opuntia ficus indica</i> (L.)
--------	----------------------------------

I.7. Exigences écologiques

Le figuier de barbarie est considéré comme une culture capable de s'adapter au changement climatique en raison de sa tolérance à la sécheresse et de sa tolérance aux conditions désertiques les plus dures (**Kharrassi, 2015**). Il prospère principalement dans les régions sèches et semi-arides, dans des conditions environnementales extrêmes et dans des endroits où la concurrence végétale est faible (**Rebman et Pinkava, 2001**). Ses caractéristiques morphologiques, physiologiques et biochimiques exceptionnelles lui permettent de survivre dans des conditions climatiques variées et d'être exposée à divers facteurs biologiques (**Stintzing et Carle, 2004**).

I.7.1 Température

Le figuier barbare est extrêmement tolérant aux températures élevées mais sensible aux températures de congélation (**Nobel, 2002**). Sa plage de températures hivernales tolérables va de -10 °C à -5 °C, ce qui limite principalement sa plage (**Kharrassi, 2015**). Cette plante a des besoins en chaleur importants, et pendant la phase de croissance du fruit, ces besoins se situent entre 15 et 25 °C. La plage de températures annuelles moyennes de 15 à 18 °C est idéale pour lui. Il peut supporter une chaleur intense supérieure à 50 °C (**Boutakiout, 2015**).

I.7.2 Nature des sols

Le figuier barbare n'a pas d'exigences sur la composition chimique du sol, mais il a une préférence pour les sols légers, sablonneux-limoneux et caillouteux (**Neffar, 2012**), qui sont typiquement dépourvus de matière organique, ont un pH modérément acide, et avoir un faible pourcentage d'argiles (< 20%) pour éviter la pourriture des racines. Il peut même supporter des sols légèrement salins ou gypseux sans causer de dommages, à condition qu'ils soient correctement drainés (**Kharrassi, 2015**). On peut le trouver même dans les sols calcaires, et pour que le sol produise des fruits de haute qualité, il doit avoir des niveaux élevés de potassium et de calcium (**Benarfa et al., 2020**).

I.7.3 Précipitation

Les besoins en précipitations varient selon le type de sol. En effet, la quantité minimale de précipitations nécessaire pour les sols sablonneux et profonds est d'environ 300 à 400 millimètres par an, alors que la quantité moyenne nécessaire pour les sols argilo-calcaires est de 200 millimètres par an. Cependant, le cactus peut être cultivé tant que l'eau supplémentaire provenant de l'évaporation permet au sol d'accumuler 300 à 400 millimètres. **(Reggane, 2021).**

I.7.4. Humidité

Le figuier de barbarie est éliminé des zones où l'humidité relative moyenne est inférieure à 40% depuis plus de 30 jours, ce qui se traduit par un manque sévère de saturation atmosphérique (humidité relative faible) **(Reggane, 2021).**

I.7.5. Drainage

L'une des exigences écologiques les plus critiques. Il est déconseillé d'utiliser des sols arides peu drainants car ils ont un effet néfaste sur le figuier barbare, extrêmement sensible au manque d'oxygène au niveau des racines **(Reggane, 2021).**

II. Valorisations de la plante d'*Opuntia*

Toutes les composantes du cactus (fleurs, raquettes, fruits) présentent de multiples intérêts (Alimentation, Décoration, médicinal, cosmétologique et autre utilisations).

II.1. Valorisation médicinale

Le figuier de barbarie est traditionnellement utilisé, dans plusieurs pays, comme médicament naturel pour le traitement de nombreuses maladies. Il semble être une excellente source de substances photochimiques d'importance thérapeutique **(Adjeroud et al., 2015).**

La Figure ci-dessous résume les propriétés thérapeutiques les plus pertinentes attribuées aux différents organes d'*Opuntia ficus-indica*.

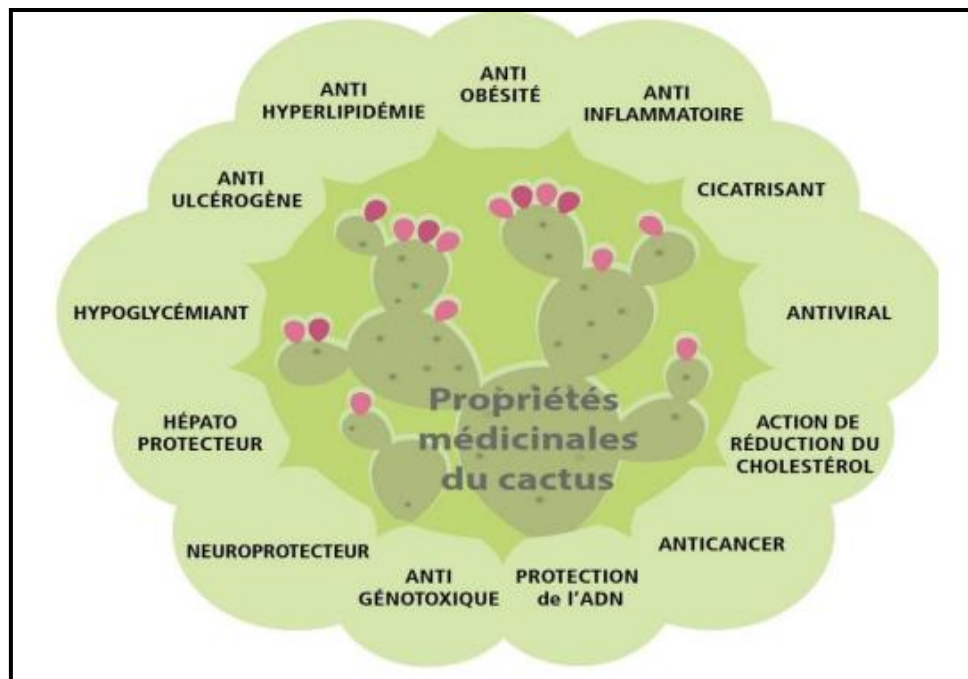


Figure 6. Propriétés thérapeutiques *d'Opuntia ficus indica*

La recherche médicale moderne redécouvre ses propriétés. Elle étudie les molécules actives la composant et lui permettent de lutter efficacement contre quelques-unes des affections les plus graves de notre temps, comme la réduction de taux de sucre et de cholestérol dans le sang. Utilisée aussi comme régulateur diurétique, et remède au dysfonctionnement de la prostate. Cette plante est utilisée traitement des douleurs gastro-intestinales, l'angoisse, l'artériosclérose, la spasmophilie, le stress, les brûlures et les coups de soleil.

Les scientifiques ont récemment observé les effets anticancéreux de la bétanine isolé de *Opuntia ficus-indica* sur la lignée de cellules K562 de la leucémie myéloïde chronique et sur des mélanomes (cancer de la peau) chez la souris. Le figuier de Barbarie est aussi utilisé dans de nombreuses régions comme ses propriétés amaigrissantes ; L'huile essentielle des graines des fruits du cactus sont riches en acides gras polyinsaturés, en stérols et en vitamines, elle est utilisée comme antiride naturel et pour la fabrication des crèmes dermiques antirides (Boudilmi, 2019).

II.1. 1. Utilisation d'*Opuntia* comme antidiabétique

Des études scientifiques démontrent qu'absorbé avant le repas, l'*Opuntia* est un antidiabétique efficace dans des cas d'hyperlipidémie (ou de diabète sucré) (Schweizer *et al.*, 1997).

La Propriétés de l'activité antidiabétique *l'opuntia* OFI peut réduire la glycémie et les taux sériques d'AST et d'ALT et de triglycérides OFI empêche l'effet diabétogène des types 1 et 2, ce qui est dû probablement à la présence de composés antioxydant (**Jo et al., 2021**).

L'opuntia ou le figuier de barbarie par sa forte teneur en fibres régularise et freine l'assimilation des molécules de sucre tant au niveau de l'estomac que de l'intestin ce qui induit une diminution du taux de sucre dans le sang (**Schweizer et al., 1997**).

II.1.2. Utilisation d'*Opuntia* dans l'Hyperlipidémie

De par sa teneur élevée en fibres et en gommes, *l'Opuntia* est réputé pour son action bénéfique d'interception des graisses dans l'estomac et dans l'intestin, abaissant ainsi les niveaux de cholestérol et de lipides dans le sang à leurs proportions normales *l'opuntia* évite ainsi l'accumulation exagérée des graisses dans le sang des personnes sujettes à risques en améliorant les microcirculations artérielles et veineuses. Il contribue à la prévention des problèmes cardiaques en régulant la tension. Dans *l'Opuntia* La pectine agit dans l'absorption des lipides et réduit le taux de cholestérol (**Fernandez et al., 1992**).

II.1.3. Utilisation d'*Opuntia* dans le traitement des Ulcères gastriques

L'association des fibres végétales de *l'opuntia* et de l'effet protecteur de son mucilage parvient à brider la production excessive d'acidité et préserve la muqueuse gastro-intestinale. Cet effet tampon tempère la naissance des colites, ces douloureuses inflammations du colon éprouvées par les intestins fragiles, il agit comme un amortisseur du pH de l'estomac et de l'intestin. Il atténue l'agressivité des aliments crus, trop acides ou trop épicés, de l'aspirine et d'autres substances chimiques. Absorbé sous forme d'extrait ou de jus frais, sans adjonction d'eau ou de sucre, le figuier de barbarie est le meilleur ami de l'estomac et de l'intestin (**Schweizer et al., 1997**).

II.2. Valorisation pharmaceutique

La plupart des parties d'*Opuntia ficus-indica* ont été utilisées comme médicaments. Selon différentes études, *l'opuntia* possède différentes activités pharmacologiques (**Tilahun et Welegerima, 2018**).

II.2.1 Propriétés antimicrobiennes

Le pouvoir antibactérien de la pelure de la figue de barbarie est dû à la présence de nombreux composés puissants tels que les stérols, les flavonoïdes, les tanins, les composés phénoliques et les alcaloïdes ; Les alcaloïdes ont démontré une activité antibactérienne contre les trois espèces

bactériennes : *Serratia marcescens*, *Escherichia coli* et *Streptococcus thermophilus*. Ces composés actifs dans ces plantes pourraient trouver place dans le traitement de diverses infections bactériennes chez la volaille où ils peuvent être utilisés comme alternative aux les médicaments antibactériens conventionnels (**El-Beltagi et al., 2019**).

II.2.2. Propriétés anti-oxydantes

La figue de Barbarie sont dues à sa teneur en polyphénols, flavonoïdes, pigments , la taurine et l'acide ascorbique (**Chertout, 2020**). cette plante a aussi un effet comme remède l'angoisse et le stress ; Ces propriétés anti-oxydantes réduisent le risque de cancer, des maladies cardiovasculaires et des maladies neuro-dégénératives comme l'Alzheimer (**Feugang et al., 2006**) .

L'effet anticancéreux de l'extrait éthanolique est dû à la présence de polyphénols qui jouent un rôle important dans l'activité antioxydant (**El-Beltagi et al., 2019**) .

II.2.3. Propriétés antiviraux et antitoxines

Un effet antiviral a été observé l'administration d'un extrait de cladodes (*Opuntia streptacantha*) aux rats, chevaux et à L'homme inhibe la réplication des DNA et RNA de certains virus comme le Herpes virus Type 2, le virus de la grippe. Récemment, il a été également mis en évidence une activité antitoxique des constituants des cladodes sur les mycotoxines type zéaraleone. Alor a observé un effet protecteur des jus de cactus vis-à-vis des tétrachlorures de carbone (CCl₄) responsable de la toxicité hépatique chez le rat.

L'effet antitoxique de l'extrait de cladodes d'*Opuntia ficus- indica* induits par chlorpyrifos (CPF) insecticide organophosphoré et hépatotoxique, ce qui confirme la présence de substances bioactives réduisant ou inhibant les effets de cet insecticide (**Hadj sadok, 2010**).

II.2.4. Propriétés antifongiques

En aquaculture d'eau douce, les champignons appartenant aux *Saprolegniaceae* sont responsables d'épidémies et de perte de spécimens de poissons. Les effets antifongiques d'*Opuntia stricta* (en substitut de la verte malachite à effets toxiques, cancérigènes et mutagènes), vis-à-vis de *Saprolegnia spp*, et établies par des méthodes in vitro et in vivo, ont été démontrées, probablement par sa teneur en phénols : flavonoïdes, bétalaïnes et tanins. Les extraits d'*Opuntia* pourraient donc être utilisés pour le traitement des infections fongiques courantes chez les poissons (**Khemis et al., 2016**) .

II.3. Valorisation cosmétique

C'est la catégorie la plus exigeante pour les figuiers de barbarie. Les riches vitamines, spécialement E et oligo-éléments, des raquettes et du fruit lui-même et de ses graines rendent la côte de ce merveilleux fruit exotique très élevée (Cherif, 2016).

Dès les décennies, les figues de barbarie sont employées par les femmes berbères et indiennes des Amériques pour leurs bienfaits cosmétiques. L'huile de ses grains a été appliquée par les femmes berbères afin de soigner et protéger leurs peaux des vents chauds du désert (Benattia, 2017) .aussi pour restaurer ses élasticités et sa fermeté. Les Indiens préparent du savon et des huiles à base de mucilage de Nopal et de jus de figue de barbarie pour apaiser leurs mains qui ont été endommagées par le dur travail auquel elles sont soumises (Schweizer, 1999). Ils conservent leurs visages abîmés par le soleil de la même manière. La préparation des fards à paupières et des rouges à lèvres a été rendue possible par l'hybridation de quelques variétés. Plusieurs produits cosmétiques contiennent des extraits de plantes dans leur formulation. Dans la préparation des crèmes et des pommades, il remplace avantageusement les grains de baleine. Même ainsi, des crèmes faites à partir de l'huile des grains de figues barbares peuvent être trouvées à proximité. L'attrait principal de ceux-ci est leur effet anti-équitation (Bhira, 2012)

Raquette mucilage est maintenant utilisée dans la production des champoings, crème à raser, volumineuse de cheveux, crèmes anti-âge, et le lait hydratant et autre produits cosmétiques (Arba, 2009).

II.4. Valorisation biotechnologique

Opuntia a de nombreuses utilisations biotechnologiques, notamment l'isomérisation enzymatique, la transformation génétique et les techniques de culture tissulaire *in vitro*. (Angulo-Bejarano *et al.*, 2014).

Étant donné l'abondance de sucres, de polysaccharides et de polyphénols dans les cladodes d'*Opuntia ficus-indica*, de nombreuses applications industrielles, agricoles et médicales sont envisageables. Le tableau suivant présente des exemples d'utilisation d'extraits de cladode.

Tableau 9. Quelques exemples de la valorisation biotechnologique des cladode d *Opuntia Ficus- Indica*

Utilisation des cladodes	Type d'extraction	Références
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Production d'éthanol par trois levures 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hydrolysats de cladodes <i>d'Opuntia ficus-indica</i> (Par la méthode d'hydrolyse acide) 	(Pérez-Cadena <i>et al.</i> , 2018)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coagulant flocculant : traitement des eaux usées ▪ Biosorbant Support pour le biofiltre ▪ Biopolymère : conditionnement des boues ▪ Offre un système enzymatique utile pour la transformation de colorants textiles toxiques 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poudre et Mucilage des cladodes <i>d'Opuntia ficus-indica</i> 	(Rebah et Siddeeg, 2017)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Protection contre la corrosion dans les aciers industriels 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extrait organique de cladodes 	(Ruiz <i>et al.</i> , 2018)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Opuntia ficus-indica</i>, agit comme bioflocculant 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extrait de cladodes 	(Bouaouine <i>et al.</i> , 2019)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effet positif sur la fermentation du lait et la croissance des bactéries lactiques et probiotiques 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mucilage et jus de cladodes 	(Hadj sadok, 2010)



II.5. Valorisation alimentaire

La figue de barbarie est nommée dans certains pays fruit du diable. D'autres, qui n'accordent pas d'importance à ses épines, la surnomment le fruit du paradis tant elle a des bienfaits miraculeux sur la santé humaine, animale et l'environnement (Cherif, 2016).

Depuis des décennies, les différentes parties du figuier de Barbarie ont été consommées traditionnellement. Le fruit, la fleur et même les cladodes tendres (nopalitos) étaient consommés au Mexique (Schweizer, 1999).

Tableau 10. Quelques formes de l'utilisation alimentaire de figuier de barbarie

Forme	Description	Photographies
Fleurs séchées de figuier de barbari	La fleur de figue de barbarie est très riche en vitamine C, en calcium, en fer, en magnésium et en zinc. Séchées, elles sont préparées en tisane pour leurs propriétés diurétiques, vermifuges et astringentes(Cherif, 2016).	
Huile de pépins	-Obtenu par pression à froid des graines de figue de barbarie. Les graines du fruit donnent une huile comestible qui présente un haut degré d'insaturation, avec un taux important d'acide linoléique et un faible taux d'acide linoléique (Mulas et Mulas, 2004).	
Farine de cladode	Une production de farine de cladode est possible et peut être incorporée aux pâtes, biscuits, soupes ou desserts, augmentant ainsi la teneur en fibres (Msaddak et al., 2017).	
Confiture	la confiture est une préparation consistant en fruits La préparation de confitures combine les traitements par la chaleur avec une diminution de l'aw (Saenz, 2000).	
Vinaigre	Extrait de la pulpe de figue de barbarie. -Il a un arôme riche, savoureux et fruité avec une légère acidité et son goût très raffiné. -A plusieurs qualités nutritives(Cherif, 2016).	
Poudre de cladode	- Reconnue comme un complément alimentaire dont le but est de compléter le régime alimentaire normal et équilibré. -Constitue une source concentrée de nutriments -Riche en fibres ainsi qu'en acides aminés et en vitamines.(Temagoult, 2017).	

Colorant alimentaire	<p>Les colorants naturels provenant de sources végétales reçoivent un intérêt croissant de la part des fabricants d'aliments et des consommateurs pour le remplacement des colorants synthétiques</p> <p>les deux colorants extraits à partir de la figue de barbarie sont le carmin et la bétalaine (Feugang et al., 2006).</p>	
Jus	<p>Le jus de la tuna est obtenue du fruit sans ajout d'eau ni de sucre, donne une délicieuse boisson qu'il faut boire fraîche, le plus rapidement possible après sa production (Schweizer, 1999).</p>	

II.6. Alimentation des animaux

La culture d'*Opuntia* suscite également un grand intérêt dans la production de fourrage, qui constitue sa deuxième grande utilisation, notamment en milieux aride et semi-aride où sa présence est strictement nécessaire en certaines périodes de l'année, puisqu'elle est le seul stock alimentaire disponible pour le bétail (**Habibi, 2016**).

D'une façon générale, les tissus des *Opuntia* ont une faible teneur en protéines et en phosphore, ils sont moyennement riches en énergie et très riches en eau (85 -90%) et en vitamine A. Ils sont recommandés comme complément de fourrage, surtout en été, ils facilitent la digestion et améliorent la production de viande (**Stintzing et Carle, 2005**) utilisés traditionnellement pendant les périodes creuses et de sécheresse comme fourrage d'appoint, les cladodes offrent un supplément de fourrage pour les animaux (les vaches, les moutons et les chèvres) permet également d'améliorer la saveur du lait et la couleur du beurre dans de nombreux pays Brésil, Chili, Californie, Maroc, Mexique, Afrique du Sud, Texas,, Tunisie et dans une moindre mesure en Algérie Les cladodes couvrent de façon importante les besoins en fibres et en eau des animaux mais nécessitent une complémentation en sels minéraux et matière azoté (**Piga, 2004**).

En outre, le cycle de floraison abondante, qui peut s'étendre de 3 à 6 mois selon la région et la variété, rend le figuier de Barbarie une source mellifère importante qui attire les abeilles en masses par les grandes fleurs jaunes, par le pollen abondant et le nectar (**Neffar, 2012**).



Figure 7. Raquettes coupées pour la consommation par le bétail (Neffar, 2012).

II.7. Autres utilisations

Les sociétés humaines profitent du bien et des services essentiels des écosystèmes naturels fournis par les figuiers de Barbarie comme le contrôle des sols et de l'érosion hydraulique et éolienne, son utilisation contre la propagation des incendies du fait de sa résistance au feu ; la régulation du climat via la séquestration du carbone, la conservation de la biodiversité des habitats pour la faune sauvage, en plus de leur beauté esthétique comme plante toujours verte (Ain sebaa et Malki ,2021).

Les *Opuntia*, en association avec d'autres espèces ligneuses ont été utilisés avec succès dans un programme de fixation des dunes de sable (Neffar et Beddiar, 2011).

L'Opuntia ficus- indica var inermis est utilisée en Tunisie, en Algérie et au Maroc, pour ralentir et diriger le mouvement des sables, augmenter le couvert végétal et éviter la destruction des terrasses construites pour réduire l'effet de ruissellement (Mengesha *et al.*, 2016).

L'Opuntia représente également un intérêt, en tant que culture bioénergétique et une biomasse dédiée aux biocarburants, en raison de leurs fractions massives plus élevées de constituants hydrosolubles, de glucides structuraux, de cellulose, d'hémicellulose et de lignine, en plus la masse d'eau élevée de cette espèce (85-94%) peut s'avérer avantageuses pour la déconstruction de la biomasse (Yang ,2015).

Chapitre II

Matériel Et Méthode

Notre étude a été réalisée au laboratoire pédagogique de la faculté SNV de l'université Abbes Laghrour -Khenchela, durant le mois de mars.

I. Matériel végétal

L'échantillonnage a été réalisé dans les communes rurales de Kais et Ain Djerboua Wilaya de Khenchela Algérie.

La collecte du fruit de la plantes d'*Opuntia ficus indica L.* est effectué en printemps et effectuée de façon soigneuse afin de ne pas détériorer les éléments organiques et minéraux présentes. Après on a pelé les fruits et séché les drêches dans un endroit sec et à l'air libre. Les échantillons de 375 g sont ensuite broyés à l'aide d'un Moulinex, tamisés et conservés dans des flacons en verre hermétiquement clos jusqu'à leur utilisation.

II. L'extraction

C'est la phase de l'utilisation de la poudre obtenu à partir de cycle de séchage, broyage et tamisage de drêche de figuier de barbarie dont elle consiste à extraire le maximum des molécules polyphénoliques comporté dans cette poudre ; Les extraits de la plante testés sont : l'extrait aqueux et l'extrait méthanolique. (schéma 01).

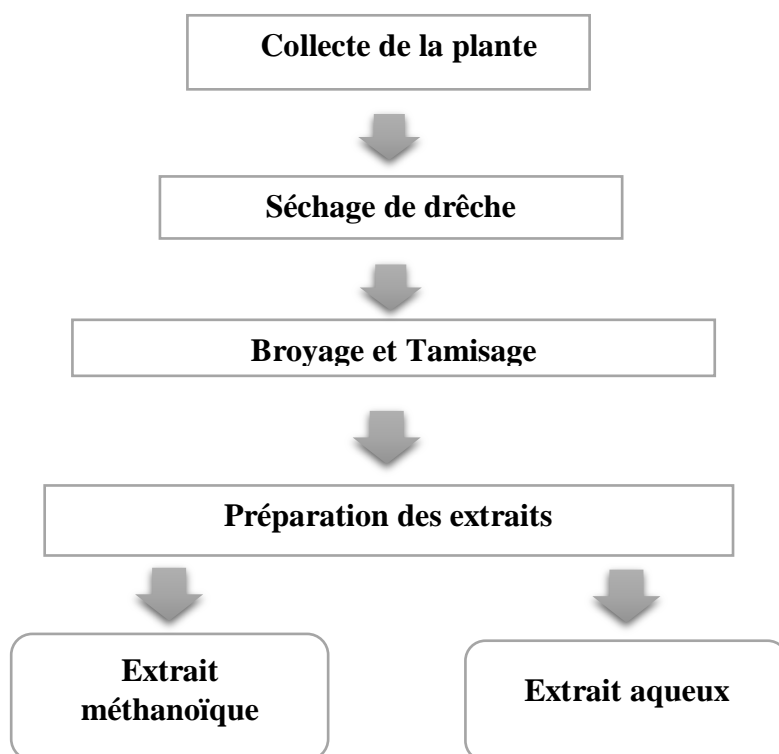


Schéma 01. Protocol de l'extraction

Les extraits méthanoliques et aqueux sont préparés par macération de 40 g de la poudre dans 200ml de méthanol et/ou de l'eau chaude pendant 24 heures. Une filtration sur papier wattman est ensuite effectuée et les filtrats sont évaporés séparément à l'aide d'un rotavapor à 80°C jusqu'à l'obtention des pâtes qui seront séchées à 40°C et les extraits sont conservés à 4°C jusqu'à l'utilisation (**Matkowski et Piotrowska, 2006**).

III. Détermination de rendement

Le rendement de l'extraction est déterminé par l'équation suivante :

$$R \% = \frac{PEB}{PMV} \times 100$$

➤ Dont :

- R : rendement
- PEB : poids de l'extrait brut (g)
- PMV : poids de matière végétale (g)

IV. Isolement et identification des souches bactériennes

IV.1. Prélèvement

Le prélèvement est effectué 2h avant l'isolement à partir des mains (le dos et la paume) et de visage de 5 personnes (**Photographie 01**) ; les zones de prélèvement sont bien nettoyées et séchées avant et le prélèvement est effectué par écouvillonnage en utilisant des écouvillons préalablement humidifiés par l'eau physiologique stériles.



Photographie 01. Technique de Prélèvement

IV.2. L'ensemencement

Le déchargement des écouvillons correspond à chaque prélèvement se fait par ensemencement en stries serrées sur des boîtes de milieux Chapman : milieu sélectif pour l'isolement des staphylocoques. Les boîtes sont incubées à 37° C pendant 24 heures.

IV.3. L'identification

Huit (8) souches bactériennes d'aspects différents ont été choisis pour l'identification.

IV.3.1. Identification microscopique

Elle consiste à la détermination de la forme, la mobilité et le type de Gram par les deux tests : examen à l'état frais et coloration de Gram.

IV.3.2. Identification biochimique

Elle consiste à l'identification des espèces bactérienne par l'utilisation de galerie API Staph .

V. L'activité antibactérienne

Le principe de la méthode repose sur la diffusion du composé à effet antibactérien en milieu solide dans une boîte de pétri, après un certain temps de contact entre le produit et le micro-organisme cible. L'activité antibactérienne sur la cible est appréciée par la mesure de la zone d'inhibition, et en fonction du diamètre. La souche sera qualifiée de sensible, très sensible, extrêmement sensible ou résistante (**Bouyahya *et al.*, 2017**).

Les extraits ont été dissous dans différents volumes de DMSO pour préparer deux concentrations différentes de chaque extrait **0.5g/ml et 1g/ml**. Les souches microbiennes identifiées ont été repiquées dans 9ml d'eau physiologique stérile à partir d'une culture pure de 18-24h. D'autre part, des disques de papier Whatman N°4 de 6mm de diamètre, ont été stérilisés à 120°C pendant 20min par autoclavage, pour les imbiber avec les différents extraits.

L'ensemencement est réalisé par écouvillonnage sur boîtes Pétri contenant un milieu Mueller Hinton, un écouvillon est trempé dans la suspension bactérienne, puis l'essorer en pressant fermement sur la paroi interne du tube. L'écouvillon est frotté sur la totalité de la surface gélosée, de haut en bas en stries serrées. L'opération est répétée deux fois en tournant la boîte de 60° à chaque fois, sans oublier de faire pivoter l'écouvillon sur lui-même.

Les disques imprégnés de 20 μ l d'extraits sont déposés délicatement sur la surface de la gélose inoculée à l'aide d'une pince stérile, avec des disques wattman imprégnés de DMSO (témoin négatif). Les boîtes de Pétri sont incubées pendant 18 à 24 heures à 37°C (**Photographie. 02**).



(Photographie. 02). Test de l'activité antibactérienne par méthode de diffusion

L'analyse des résultats de l'activité est effectuée en utilisant un pied à coulisse. Un extrait est considéré efficace lorsque la zone d'inhibition mesurée autour du disque a un diamètre supérieur à 6 mm et qu'aucune croissance bactérienne n'est détectée à l'intérieur de cette zone (**Amiour *et al.*, 2014**).

Chapitre III

Résultats et Discussions

I. Rendement de l'extraction

Les deux extraits aqueux et méthanolique présentent une texture visqueuse et épaisse, ainsi qu'une couleur marron clair. Le tableau 11 montre les résultats du rendement pour chaque extrait.

Tableau 11. Rendement d'extraits méthanolique et aqueux de *l'Opuntia ficus-indica*

	Rendement (%)
Extrait méthanolique	10
Extrait aqueux	13,97

D'après les résultats présentés dans le tableau 11, le rendement de l'extrait aqueux est plus élevé que celui de l'extrait méthanolique. Les résultats de (Boumezer *et al.*, 2022) est à l'opposé de nos résultats dont ils ont montré que le rendement d'extrait méthanolique est de **24,75%** tandis que celui de l'extrait aqueux est de **16 %**.

(Bari *et al.*, 2012) qui ont utilisé le même protocole d'extraction sur les grains *d'Opuntia Monacantha* ont montré le même rendement de l'extrait méthanolique (11,16%). Par contre, les résultats de (Mameri et Sadaoui, 2019) montre un faible rendement de l'extrait méthanolique (**5,12 %**), Cette différence peut être expliquée principalement par la variation du matériel végétal utilisé, dont la provenance, l'âge et la période d'échantillonnage modifie la composition en polyphénols. La technique d'extraction employée est un autre facteur qui peut affecter vraisemblablement le rendement d'extraction (Khattouf et Khelifi, 2018).

Le rendement de l'extrait aqueux *d'Opuntia ficus-indica* est très élevé (**13.97%**); l'eau augmente la polarité du solvant et extrait plus de molécules bioactives. (Aboud et Amara, 2019).

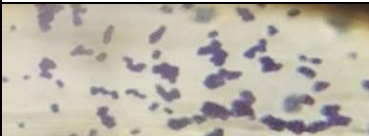
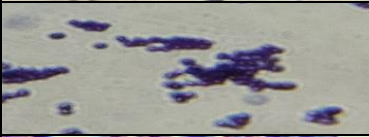
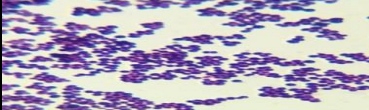


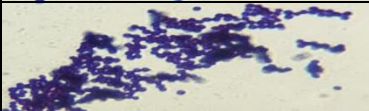
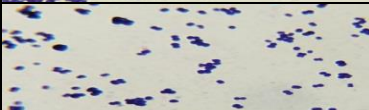
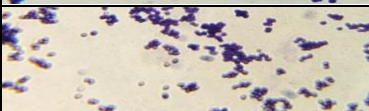
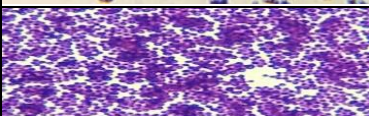
Ces résultats sont élevés par rapport aux résultats de (Bessedik et Benikhlef, 2017) qui ont trouvé le rendement faible de l'extrait aqueux (**6,20 ± 1,47%**). Il est difficile de comparer ce résultats avec ceux de la bibliographie car, le rendement n'est que relatif et semble être lié aux propriétés génétiques ainsi qu'à l'origine géographique, aux

conditions et à la durée de stockage, de la récolte et aussi aux méthodes d'extraction appliquées (Goudjil *et al.*, 2018) .

II. L'identification des isolats

Au cours de notre étude, nous avons examiné 15 prélèvements qui sont prélevés à partir 3 parties déferentes de la peau de 5 personnes. Après l'incubation, 09 isolats montrent les caractéristiques du genre *Staphylococcus* (tableau 12) dont 7 isolats sont identifiés par galerie API Staph.

Tableau 12. Résultats de l'identification macro et microscopiques des souches bactériennes isolées

Souches	Aspect macroscopique	Coloration de Gram			
		Gram	Forme	Agencement	Aspect microscopique
VV2 R	Ronde, bombé Rose	Positif	Cocci	Grappe de raisin	
VV3 R	Ronde, bombé Rose	Positif	Cocci	Grappe de raisin	
VP3 R	Ronde, bombé Rose	Positif	Cocci	Isole, diplocoque	
VV4 J	Ronde, bombé Jaune	Positif	Cocci	Grappe de raisin	
VV4 R	Ronde, bombé Rose	Positif	Cocci	Grappe de raisin	
VP4 J	Ronde, bombé Jaune	Positif	Cocci	Grappe de raisin	
VP4 R	Ronde, bombé Rose	Positif	Cocci	En amas	
VV5 J	Ronde, bombé Jaune	Positif	Cocci	En amas	
VV5 R	Ronde, bombé Rose	Positif	Cocci	En amas	

Les organismes staphylocoques à coagulase négative peuvent constituer la flore normale de la peau humaine (Natsis, 2018), mais ces bactéries peuvent également être des agents pathogènes dans les infections de la peau et des tissus mous.

L'identification biochimique par galeries API montre la présence de trois souches de *Staphylococcus* : *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus auricularis* (tableau 13).

Staphylococcus hominis est l'un des principaux staphylocoques habitant la peau de l'homme et le nom *hominis* est dérivé de l'homme ; du nom de l'hôte sur la peau duquel cette espèce se trouve couramment. Sur la plupart des personnes qui ont été examinées, il produit de grandes populations dans les aisselles et inguinal périnéale (Kloos *et al.*, 1992). *S. hominis* est le deuxième colonisateur le plus fréquemment isolé de la peau humaine et se trouve souvent sur les sites humides, sébacés ou des pieds, avec une affinité particulière pour coloniser les aisselles et les régions pubiennes (Severn *et al.*, 2022).

La proportion de *S. hominis* dans la communauté *Staphylococcus* est souvent plus haute sur la peau glabre des bras et des jambes que sur d'autres régions du corps. Des souches de *S. hominis* colonisent la peau d'une personne pendant des périodes de temps relativement courtes, généralement plusieurs semaines à plusieurs mois, comparativement à de nombreuses souches (Kloos *et al.*, 1992).

Nous avons également identifié la présence de *Staphylococcus warneri* dans les échantillons prélevés de visages. (Dimitriadi *et al.*, 2014) découvert que *Staphylococcus warneri*, à l'instar d'autres staphylocoques à coagulase-négative (CoNS), est un commensal de la peau, des muqueuses, des fosses nasales et de la bouche de l'homme, présent chez 50% de la population. Cette espèce représente généralement moins de 1% de la population cutanée totale de staphylocoques.

Cependant, (Dan *et al.*, 1984) et (Announ *et al.*, 2004) montrent que *Staphylococcus warneri* est un staphylocoque coagulase négative commensal de la peau de l'homme, fermentant de façon caractéristique en présence de sucrose, tréhalose, maltose et fructose mais pas en présence de xylose et elle peut potentiellement provoquer des infections graves, généralement chez les personnes immunodéprimées.

Tableau 13. Résultats de l'identification des 7 souches bactériennes isolées par galeries API Staph.

Souches	O	GLU	FRU	MNE	MAL	LAC	TRE	MAN	XLT	MEL	NIT	PAL	VP	RAF	XYL	SAC	MDG	NAG	ADH	URE	
VV3 R	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	<i>Staphylococcus hominis</i>
VP3 R	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	<i>Staphylococcus warneri</i>
VV4 J	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	<i>Staphylococcus auricularis</i>
VP4 R	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-	<i>Staphylococcus warneri</i>
VP4 J	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	<i>Staphylococcus auricularis</i>
VV5 R	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	<i>Staphylococcus hominis</i>
VV5 J	-	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	<i>Staphylococcus warneri</i>

Dans cette étude ; on a également isolé *S. auricularis* à partir de la peau des mains. Les cellules étaient des cocci Gram-positif, non mobiles et apparaissaient principalement en tétrades et en paires. (Attar *et al.*, 2022) ont également constaté que le *Staphylococcus auricularis* est un colonisateur populaire du conduit auditif. Il n'est pas souvent nocif et n'a été que très rarement associé à des maladies de la peau et des tissus mous. Parce qu'il réside souvent sur la peau humaine, il peut être capable de provoquer des maladies infectieuses opportunistes ou une septicémie, bien que cela soit assez rare.

Bien que les staphylocoques sans activité coagulase puissent faire partie de la flore cutanée, ces bactéries peuvent provoquer une infection de la peau et des tissus mous (Kloos et Schleifer, 1975).

D'autre part, (Lew *et al.*, 2004) ont mentionné que *Staphylococcus auricularis* fait partie de la flore cutanée normale des oreilles.

III. L'activité antibactérienne

La plante contiennent de nombreux composés doués d'une action antimicrobienne, ces constituants comprennent les composés phénoliques, les flavonoïdes, les huiles essentielles et les triterpénoïdes (Rojas *et al.*, 1992), le pouvoir antimicrobien des extraits de plantes est tributaire de leurs compositions chimiques. D'après (Basli *et al.*, 2012), l'effet antibactérien des polyphénols est l'une des activités biologiques les plus étudiées.

Ce travail a pour objectif de mettre en évidence la présence ou l'absence d'un potentiel antimicrobien dans les extraits de drêche d'*Opuntia ficus-indica* sur des souches de *Staphylococcus* isolées de la peau humaine.

La mesure de l'activité antibactérienne des extraits raffinés d'*Opuntia ficus-indica* L. est évaluée en fonction du diamètre de la zone d'inhibition autour des disques contenant l'extrait à base de méthanol ou de l'eau, avec différentes concentrations, *vis-à-vis* sept isolats de Staphylocoques.

Le **tableau 14** montre les moyennes de diamètres des zones d'inhibition pour chaque souche. Les deux extraits d'*Opuntia ficus-indica* se sont révélés actifs sur toutes les souches bactériennes testées mais avec des fréquences différentes

Tableau 14. Résultats de l'activité antibactérienne des extraits *d'Opuntia ficus- indica*

Souches bactériennes	Diamètres des zones d'inhibition (mm)			
	Extrait méthanolique		Extrait aqueux	
	[0,5g/ml]	[1g/ml]	[0,5g/ml]	[1g/ml]
<i>Staphylococcus hominis</i>	22	25,3	23,3	25,6
<i>Staphylococcus warneri</i>	21,3	23,6	24	23,3
<i>Staphylococcus auricularis</i>	23	24,3	25	25
<i>Staphylococcus warneri</i>	20	24,3	22,6	24,6
<i>Staphylococcus auricularis</i>	23,3	27,6	25,6	27
<i>Staphylococcus hominis</i>	25	23,0	25,3	28,6
<i>Staphylococcus warneri</i>	25	25,6	24,3	26,3

Selon la bibliographie disponible, il n'existe pas de travaux antérieurs sur l'activité antimicrobienne des extraits méthanolique et aqueux de drêche d'*Opuntia* pour cela, les résultats de cette étude ont été comparés à ceux obtenus pour d'autres partie de la plante *Opuntia*.

L'activité la plus importante a été montrée *vis-à-vis Staphylococcus hominis* (28,6 mm) avec une concentration de 1g/ml de l'extrait aqueux. Tandis que l'activité la plus faible est remarquée sur *Staphylococcus warneri* (20mm) avec une concentration de 0,5g/ml de l'extrait méthanolique.

(Welegerima & Zemene, 2017) affirme que les extraits méthanolique de cladodes et de fruits *d'Opuntia ficus -indica*, possèdent une grande activité antibactérienne contre les bactéries à Gram positif en raison de la présence de divers constituants bioactifs dans ces extraits. D'autre part, (Koubaa *et al.*, 2015) ont étudié l'activité antibactérienne de l'extrait de solvants de la pelure de fruits *d'Opuntia stricta* et montrent que l'activité la plus importante a été détectée contre *Staphylococcus aureus*.

Nos résultats sont très proches aux résultats de (Nawas, 2018) qui a utilisé l'extraits aqueux et méthanolique *d'Opuntia ficus -indica* (cactus) comme inhibiteurs de la croissance de quatre isolats bactériens cliniques multi-résistants et il a montré que ces extraits *d'Opuntia ficus- indica* ont enregistré une inhibition totale de la croissance de toutes les souches bactériennes.

En outre, les travaux de (Ammar *et al.*, 2015) et (Badr *et al.*, 2020) montrent des activités antibactériennes des extraits de méthanol des fleurs *d'O. ficus- indica*, sur *Staphylococcus aureus* avec des diamètres d'inhibition entre 12 et 14,5 mm.

D'après (Nawas, 2018) ; les résultats obtenus avec les extraits aqueux *d'Opuntia ficus -indica* ont montré que le rendement en extrait aqueux est significatif ; ce qui est expliqué par la capacité de dissolution élevée de l'eau, c'est-à-dire que cette eau présente un indice de polarité, une constante diélectrique et une énergie de cohésion élevée, par rapport aux autres solvants, ce qui lui assure une forte liaison avec les composés polaires du soluté, provoquant leur dissolution.

Ainsi, l'analyse des constituants des cladodes *d'Opuntia ficus- indica* a montré des quantités importantes de cristaux d'oxalate de calcium qui avaient un rôle important dans la rétention d'eau des tissus succulents et aidait à réguler la pression osmotique dans les cellules. Ceci explique probablement l'effet antibactérien observé de l'extrait aqueux *d'Opuntia ficus -indica* contre toutes les souches bactériennes testées.

Cependant, La sensibilité de la souche *Staphylococcus* peut s'expliquer par la probabilité de la sensibilité des bactéries Gram (+) aux changements environnementaux externes, tels que la température, le pH, et les extraits naturels due à l'absence de la membrane externe (Balentine *et al.*, 2006).

Conclusion

La connaissance et l'utilisation des plantes médicinales constituent un véritable patrimoine pour l'être humain. Actuellement, cette connaissance connaît une augmentation importante en raison des effets secondaires des médicaments et des antibiotiques, ce qui suscite des inquiétudes chez les utilisateurs. Cela entraîne une tendance croissante vers des traitements plus doux et naturels.

En Algérie, tout comme dans de nombreux pays en voie de développement, on observe largement un retour à la phytothérapie, que ce soit par une utilisation individuelle ou en combinaison avec d'autres méthodes.

Le figuier de barbarie, également connu sous le nom d'*Opuntia ficus-indica*, est une plante xérophyte appartenant à la famille des *Cactacées*. Actuellement, il fait l'objet de nombreuses recherches scientifiques à travers le monde. En effet, sa richesse en substances actives présentes dans ses organes offre de nombreuses perspectives intéressantes dans divers domaines tels que l'alimentation, la cosmétique, la pharmacologie et surtout la médecine.

Notre étude s'est concentrée sur l'*Opuntia ficus-indica*, une plante utilisée en phytothérapie, afin d'évaluer son efficacité contre les activités antibactériennes. À cet égard, 15 échantillons ont été isolés. Après 24 heures d'incubation, 9 isolats se sont révélés être du genre *Staphylococcus*, parmi lesquels 7 isolats ont été identifiés par des tests biochimiques, tels que la galerie API Staph. Ces tests ont permis d'identifier les souches suivantes : *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus hominis* et *Staphylococcus auricularis*.

Nos résultats ont révélé la présence de *S. hominis* dans tous les sites de prélèvement. Cette espèce représente le deuxième colonisateur le plus fréquent de la peau humaine et se trouve principalement dans les zones humides, sébacées, ainsi que les pieds, les aisselles et les régions pubiennes. En revanche, l'espèce *S. warneri* a été principalement identifiée au niveau du visage. Elle représente moins de 1% de la population totale de *staphylocoques* sur la peau. Bien que ce commensal cutané puisse causer des infections graves, cela se produit généralement chez les personnes immunodéprimées. Quant à *S. auricularis*, il a été isolé uniquement à partir de la peau des mains. Il fait partie de la flore cutanée normale et provoque rarement des maladies infectieuses opportunistes ou des cas de septicémie.

Dans un deuxième temps, nous avons concentré d'étudier les effets antibactériens des drêches de l'espèce *Opuntia ficus-indica*, provenant de deux régions de la wilaya de Khenchela, sur les

souches de *Staphylococcus* identifiées. À cette fin, nous avons réalisé l'extraction des molécules bioactives à partir de différents extraits, à la fois aqueux et organiques (utilisant le méthanol), des drêches d'*Opuntia ficus-indica*. L'extrait aqueux s'est avéré être le plus performant, avec un rendement de 13,97%.

L'activité antibactérienne des extraits a été évaluée sur les souches de *Staphylococcus* identifiées en utilisant la méthode de diffusion sur milieu gélosé. Les résultats ont montré que les deux extraits, à la fois méthanolique et aqueux, présentaient une excellente activité antibactérienne contre les trois souches. L'extrait aqueux a montré la meilleure valeur d'inhibition, avec une zone de 28,6 mm, contre *Staphylococcus hominis* à une concentration de 1 g/ml. Cependant, l'activité la plus faible a été observée avec une concentration de 0,5 g/ml de l'extrait méthanolique vis-à-vis de *Staphylococcus warneri*, avec une zone d'inhibition de 20 mm.

Selon les résultats obtenus, il est clair que l'inhibition de la croissance bactérienne varie en fonction de l'espèce bactérienne, de la concentration du produit testé, de la composition chimique, des composants phénoliques et de la sensibilité des bactéries Gram (+).

Cette étude confirme la valeur médicale et cosmétique des drêches d'*Opuntia ficus-indica*. Par conséquent, il existe des opportunités d'utilisation dans les domaines médicaux et en particulier dermatologiques. Si cette recherche établit des résultats probants, de nouvelles perspectives et avenues de recherche seront ouvertes. Il sera possible d'approfondir nos connaissances scientifiques et d'explorer les possibilités de valorisation du matériel végétal de notre région. Des études complémentaires peuvent également être envisagées pour approfondir nos connaissances.

Il est recommandé de :

- Élargir le spectre de la recherche en étudiant un large éventail de souches microbiennes et en identifiant les composants actifs responsables de l'activité antibactérienne. Il serait également intéressant d'étudier les plantes d'autres régions
- Élargir la production de produits dermatologiques à base de drêches d'*Opuntia ficus-indica*. Il serait important d'évaluer également l'activité antioxydante des drêches de cette plante.

- Réaliser études complémentaires pourraient être envisagées pour approfondir nos connaissances et explorer davantage les possibilités de valorisation de cette plante.

Référence bibliographie

(A)

- Aboud, L., Amara, W. (2019). Évaluation de quelques activités biologiques d'extraits de cladodes d'*Opuntia ficus indica* jeunes et matures issus de deux régions ,mémoire de magister Université Mohamed Elsadique Ben Yahya Jijl.
- Adjeroud, N., Dahmoune, F., Merzouk, B., Leclerc, J.-P., et Madani, K. (2015). Improvement of electrocoagulation–electroflotation treatment of effluent by addition of *Opuntia ficus indica* pad juice. *Separation and Purification Technology*, 144, 168–176.
- Ain sebaa, N., Malki, W. (2021). Activité antimicrobienne des extraits du figuier de Barbarie « *Opuntia ficus indica* », mémoire de magister .Université Aboubekr Belkaïd – Tlemcen.
- Allouche. (2008). Hybridation de L'*Opuntia ficus indica* Mill .f. inermis par quatre espece d'*Opuntia* (*O. robusta* var. *robusta*; *O. engelmannii* var. *languiformis*; *O. ficus indica* Mill .f. *amyctea*; *O. streptacantha* Lem.) dans les zones arides et semi arides, mémoire de magister Université Saad dahleb de blida.
- Amiour, S. D., Alloui-Lombarkia, O., Bouhdjila, F., Ayachi, A., et Hambaba, L. (2014). Étude de l'implication des composés phénoliques des extraits de trois variétés de datte dans son activité antibactérienne. *Phytothérapie*, 12(2), 135–142.
- Ammar, I., Bardaa, S., Mzid, M., Sahnoun, Z., Rebaii, T., Attia, H., et Ennouri, M. (2015). Antioxydant, antibacterial and in vivo dermal wound healing effects of *Opuntia* flower extracts. *International Journal of Biological Macromolecules*, 81, 483–490.
- Angulo-Bejarano, P. I., Martínez-Cruz, O., et Paredes-Lopez, O. (2014). Phytochemical Content, Nutraceutical Potential and Biotechnological Applications of an Ancient Mexican Plant: Nopal (*Opuntia ficus-indica*). *Current Nutrition & Food Science*, 10(3), 196–217.
- Announ, N., Mattei, J. P., Jaoua, S., Fenollar, F., Sati, H., Chagnaud, C., Roudier, J., et Guis, S. (2004). Spondylodiscite multifocale à *Staphylococcus warneri*. *Revue Du Rhumatisme*, 71(5), 408–411.
- Aouissi, A. (2010). *Microbiologie et physico-chimie de l'eau des puits et des sources de la région de Guelma (Nord-Est de l'Algérie)*, mémoire de magister. Université du 08 Mai 1945 de Guelma.

Références bibliographiques

- Arba, M. (2009). Le cactus *Opuntia*, une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc. *Sym. Inter. Agriculture Durable En Région Méditerranéenne (ADUMED)*, 215-222.
- Arba, M., Aich, E. L., Sarti, A., Belbahri, B., Boubkraoui, L. L., Ait Hammou, A., ... et Sbaa, A. H. (2000). Valorisation du figuier de barbarie en élevage. *Bull Mens Inf Liaison PNNTA*, 68, 1-4.
- Assifer, A. (2019). *Figuier de Barbarie (Opuntia ficus-indica): Projet d'entrepreneuriat, extraction d'huile de pépins*. Université des Frères Mentouri Constantine mémoire de magister
- Attar, R., Alatawi, E. A., Aba Alkhayl, F. F., Alharbi, K. N., Allemailem, K. S., et Almatroudi, A. (2022). Immunoinformatics and Biophysics Approaches to Design a Novel Multi-Epitopes Vaccine Design against *Staphylococcus auricularis*. *Vaccines*, 10(5), 637.

(B)

- Badr, W., Rabeh, M., Eltantawy, M., et El Hawary, S. (2020). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Volatile Constituents of Cladodes, Fruits peel and Fruits pulp from *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. (Prickly Pear) growing in Egypt. *Egyptian Journal of Chemistry*.
- Balentine, C. W., Crandall, P. G., Bryan, C. A., Duong, D. Q., et Pohlman, F. W. (2006). The pre- and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and color during storage of ground beef. *Meat Science*, 73(3), 413–421.
- Barba, F. J., Garcia, C., Fessard, A., Munekata, P. E. S., Lorenzo, J. M., Aboudia, A., Ouadia, A., et Remize, F. (2022). *Opuntia ficus indica* edible parts: A food and nutritional security perspective. *Food Reviews International*, 38(5), 930–952.
- Barbera, G., Carimi, F., Inglese, P., et Panno, M. (1992). Physical, morphological and chemical changes during fruit development and ripening in three cultivars of prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller . *Journal of Horticultural Science*, 67(3), 307–312.
- Bari, M. N., Zubair, M., Rizwan, K., Rasool, N., Bukhari, I. H., Akram, S., Bokhari, T. H., Shahid, M., Hameed, M., et Ahmad, V. (2012). Biological activities of *Opuntia Monacantha* cladodes. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 34(4).
- Basli, A., Chibane, M., Madani, K., et Oukil, N. (2012). Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie: *Origanum glandulosum* Desf. *Phytotherapie*, 10(1), 2–9.
- Bekouche, R. M. (2022). *Essai d'élaboration d'un yaourt fonctionnel à base de lait de chèvre, de raquette de l'Opuntia ficus indica et de fruit de l'Opuntia stricta var.* mémoire de master *Dillenii*. Université Mohamed Boudiaf-M'sila.
- Benattia, F K (2017). Analyse et application des Extraits de Pépins de Figues de Barbarie. Thèse de doctorat : Chimie Bio-Organique et Thérapeutique. Algérie, Tlemcen. Université Aboubekr Belkaid. 5-20
- Benattia, K. (2017). *Analyse et application des extraits de pépins de Figues de Bararie*. Thèse de doctorat en Chimie .Université Aboubekr Belkaid- Tlemcen (184).

Références bibliographiques

- Benarfa, R., Akrouf, O., et Chorfi, B. (2020). *Appréciation de l'effet PGPR des rhizobactéries de figuier de Barbarie (Opuntia ficus-indica)*. Thèse de doctorat. Université laarbi tebessi tebessa.
- Benkaddouri, A. (2011). *Etude des huiles essentielles de l'Opuntia ficus-indica Région de Mascara*, mémoire de master Université d'Oran1-Ahmed Ben Bella.
- Bessedik, M., Benikhlef, mohamed taheer. (2017). *Etude de l'activité anti oxydante et antimicrobienne des extraits phénoliques d ' Opuntia ficus indica de Tunisie ,mémoire de master*. Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou.
- Bhira, O. (2012). Potentialités thérapeutiques d'*Opuntia Ficus indica* au Maroc et en Tunisie. Thèse de doctorat : Pharmacie. Université Mohammed 5, Rabat, Maroc. 29
- Bouayad, N.(2012) Ecologie, systématique et phénologie de l'*Opuntia*, possibilité d'utilisation dans le développement et la préservation de la biodiversité. Thèse de doctorat. Université usthb.
- Boudilmi, et Mehouas. (2019). *Huile essentielle de figue de barbarie (Opuntia ficus-indica),mémoire de master* Université Mohamed Boudiaf - M'sila
- Boujghagh, M. (2015). *Guide de bonnes pratiques de plantation et de conduite technique du cactus en culture pluviale dans les zones arides*.
- Boumezer, K., Zaimen, C., et Talbi, R. (2022). *activité antioxydante et du potentiel nutraceutique des fleurs des figes de barbarie de la région de Jijel. mémoire de master*. Université Mohamed Elsadique Ben yahya JiJl.
- Boutakiout, A. (2015). *Etude physico-chimique, biochimique et stabilité d'un nouveau produit : jus de cladode du figuier de Barbarie marocain (Opuntia ficus-indica et Opuntia megacantha)*. Thèse de doctorat. Université Angers.
- Bouyahya, A., Abrini, J., Bakri, Y., et Dakka, N. (2017). Screening phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante et antibactérienne des extraits d'*Origanum compactum*. *Phytotherapie*, 15(6), 379–383.

(C)

- Cherif, E. (2016). figue de barbarie un cactus source de richesses. *L'essentiel De L'agroalimentaire Et L'agriculture*, 100,68.
- Chertout, B. (2020). *Valorisation d ' un produit du régime Méditerranéen : Opuntia ficus-indica utilisations nutritionnelles et thérapeutiques*, mémoire de master. Université Frères Mentouri Constantine.
- Chougui, N., Djerroud, N., Naraoui, F., Hadjal, S., Aliane, K., Zeroual, B., et Larbat, R. (2015). Physicochemical properties and storage stability of margarine containing *Opuntia ficus-indica* peel extract as antioxidant. *Food Chemistry*, 173, 382–390.
- Cota-Sánchez, J. H. (2016). Nutritional composition of the prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) fruit. In *Nutritional composition of fruit cultivars* (691–712).

(D)

- Dan, M., Marien, G. J. R., Goldsand, G. (1984). Endocarditis caused by *Staphylococcus warneri* on a normal aortic valve following vasectomy. *Canadian Medical Association Journal*, 131(3), 211–213.
- Defelice, M. S. (2004). Prickly pear cactus, *Opuntia spp.*—a spine-tingling tale. *Weed Technology*, 18(3), 869-877.
- Delarras, C. (2007). Microbiologie pratique pour le laboratoire d'analyses ou de contrôle sanitaire: Aliments, produits cosmétiques, eaux, produits pharmaceutiques. *Éditions Médicales Internationales, Lavoisier*.
- Dimitriadi, D., Charitidou, C., Charvalos, E. (2014). Urinary tract infection due to beta-lactams-resistant *Staphylococcus warneri*: A case report. *International Arabic Journal of Antimicrobial Agents*, 4(4), 1–4.
- Dubeux, J. C. B., dos Santos, M. V. F., de Andrade Lira, M., dos Santos, D. C., Farias, I., Lima, L. E., et Ferreira, R. L. C. (2006). Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller under different N and P fertilization and plant population in north-east Brazil. *Journal of Arid Environments*, 67(3), 357–372.

(E)

- El-Beltagi, H., Mohamed, H., Elmelegy, A., et Safwat, G. (2019). Phytochemical screening, antimicrobial, antioxidant, anticancer activities and nutritional values of cactus (*Opuntia ficus indica*) pulp and peel Development of the Diagnostic tools for Potato Viruses in Saudi Arabia View project MsC Thesis View project. In *Fresenius Environmental Bulletin* (28).
- Elqaj, M., Ahami, A., et Belghyti, D. (2007). La phytothérapie comme alternative à la résistance des parasites intestinaux aux antiparasitaires. *Journée Scientifique" Ressources Naturelles et Antibiotiques". Maroc.*
- El Kossori, R. L., Villaume, C., El Boustani, E., Sauvaire, Y., et Méjean, L. (1998). Composition of pulp, skin and seeds of prickly pears fruit (*Opuntia ficus indica* sp.). *Plant Foods for Human Nutrition*, 52, 263-270.

(F)

- Fernandez, M. L., Lin, E. C. K., Trejo, A., et Namara, D. J. (1992). Prickly pear (*Opuntia* sp.) pectin reverses low density lipoprotein receptor suppression induced by a hypercholesterolemic diet in guinea pigs. *The Journal of Nutrition*, 122(12), 2330–2340.
- Feugang, J. M., Konarski, P., Zou, D., Stintzing, F. C., et Zou, C. (2006). Nutritional and medicinal use of Cactus pear (*Opuntia* spp.) cladodes and fruits. *Frontiers in Bioscience*, 11, 2574–2589.

(G)

- Galati, E. M., Mondello, M. R., Monforte, M. T., Galluzzo, M., Miceli, N., et Tripodo, M. M. (2003). Effect of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. cladodes in the wound-healing process. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 5, 1–16.
- Gharby, S., Ravi, H., Guillaume, D., Vian, M. A., Chemat, F., et Charrouf, Z. (2020). 2-methyloxolane as alternative solvent for lipid extraction and its effect on the cactus (*Opuntia ficus-indica* L.) seed oil fractions. *OCL Oilseeds and Fats Crops and Lipids*, 27.
- Girard, C. (2019). *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., le figuier de barbarie ou nopal, une plante aux multiples usages. 27, 24–27.

Références bibliographiques

Goudjil, S., Naceri, K., Noura, S. (2018). *Caractérisation physicochimique et effet antibactérien de la cladode d'Opuntia ficus indica inermis (L) Mill. de la région de contribu Ttioianret, en vue d'explorer son potentiel thérapeutique. Université Ibn Khaldoun –Tiarete.*

Griffith, M. P. (2004). The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae): new molecular evidence. *American Journal of Botany*, 91(11), 1915–1921.

Guzman-Ramon, E., Alvarez, R. G., Pat-Fern, J. M., ez, Pohlan, H. A. J., Alvarez-Rivero, J. C., Geissen, V., Mirafuentes, F., et Ramos, R. (2007). Agronomic, economic and ecological aspects of the papaya (*Carica papaya*) production in Tabasco, Mexico. *African Journal of Plant Science*, 4(4), 99–106.

(H)

Habibi, Y., Mahrouz, M., Vignon, M. R. (2005). Arabinan-rich polysaccharides isolated and characterized from the endosperm of the seed of *Opuntia ficus-indica* prickly pear fruits. *Carbohydrate Polymers*, 60(3), 319–329.

Habibi, Y. (2004). *Contribution to the morphological, ultrastructural and chemical study of the prickly pear. The cell wall polysaccharides : characterization and chemical modification.* Theses de doctorat. Université Joseph Fourier

Hadj sadok, T. (2010). *Composition chimique des jeunes cladodes d'Opuntia ficus indica et possibilités de valorisation alimentaire.* Thèse de doctorat Ecole Nationale Supérieur Agronomique

Houasli, C., Idrissi, O., Nsarellah, N. (2020). Chickpea genetic improvement in Morocco: State of the art, progress and prospects. *Moroccan Journal of Agricultural Sciences*, 1(1).

(J)

Jo, H., Kim, H. S., Kim, D. J., et Sim, S. B. (2021). Association between extract from fruit of *Opuntia ficus-indica* and streptozotocin- induced diabetic rats. 4–9.

(K)

Kharrassi, Y. El. (2015). *Mise en évidence de la diversité des populations de cactus (Opuntia spp .) au Maroc et de la modulation du métabolisme lipidique par des extraits naturels et de*

*phytostérols issues de cactus ou d'huile d'Argan dans les cellules microgliale,*Theses de

Références bibliographiques

doctorat Université de Bourgogne.

- Keller, A. L., Girard, C., et Chaumont, J. P. (2009). *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, le figuier de barbarie ou nopal, une plante aux multiples usages. *La Phytothérapie européenne*, (51), 24-27.
- Khattouf, N., Khelifi, W. (2018). *Etude de l'activité antimicrobienne des jeunes cladodes de figuier de barbarie « d'Opuntia -Ficus - Indica »*. Thèses de doctorat . Université Ibn Khaldoun Tiart .
- Khemis, I. Ben, Aridh, N. B., Hamza, N., M'Hetli, M., et Sadok, S. (2016). Antifungal efficacy of the cactaceae *Opuntia stricta* (Haworth) prickly pear ethanolic extract in controlling pikeperch *Sander lucioperca* (Linnaeus) egg saprolegniasis. *J Fish Dis*, 39, 377–383.
- Khelifa, S - Tayya, H. (2020). *Présentation et distribution de l'opuntia suivant des études faites au niveau de l'Est Algérien*. Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique ,mémoire de master.Université Abbés Laghrour de Khenchela Faculté des sciences de la nature et de la vie.
- Kloos, W. E., Berkhoff, H. A., Muller, E., Bannerman, T. L., et Ballard, D. N. (1992). Relationship between cutaneous persistence in natural populations of coagulase-negative staphylococci and their ability to produce catheter infections, biofilm, and polysaccharide adhesin, 66.
- Kloos, W. E., et Schleifer, K. H. (1975). Isolation and characterization of staphylococci from human skin II. Descriptions of four new species: *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus capitis*, *Staphylococcus hominis*, and *Staphylococcus simulans*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 25(1), 62–79.
- Koubaa, M., Ktata, A., Bouaziz, F., Driss, D., Ghorbel, R. E., et Chaabouni, S. E. (2015). Solvent extract from *Opuntia stricta* fruit peels: Chemical composition and Biological activities. *Free Radicals and Antioxidants*, 5(2), 52–59.

(L)

Lallouche, B. (2008). *HYBRIDATION DE L'Opuntia ficus indica Mill .f. inermis PAR QUATRE ESPECES D'Opuntia (O. robusta var. robusta; O. engelmannii var. languiformis; O. ficus indica Mill .f. amyntea; O. streptacantha Lem.) Dans Les Zones Arides Et Semi- Arides*. Mémoire de master Université Saad Dahleb De Blida Faculté des Sciences Agronomiques et Vétérinaires.

Le Houérou, H. N. (1996). The role of cacti (*Opuntia* spp.) in erosion control, land reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. *Journal of Arid Environments*, 33(2), 135–159.

Lew, S. Q., Saez, J., Whyte, R., et Stephenson, Y. (2004). Peritoneal dialysis-associated peritonitis caused by *Staphylococcus auricularis*. *Peritoneal Dialysis International*, 24(2), 195–196.

(M)

Madani, K., Remini, H., Dahmoune, F., Dairi, S., Aoun, O., Belbahi, A., ... et Haddache, L. (2016). Le figuier de Barbarie: une plante d'intérêt industriel. *Premier séminaire sur la valorisation du figuier de barbarie. Une plante pour le climat et le développement durable, novembre*.

Mamen, N. (2021). *Présentation et distribution de l'opuntia suivant des études faites au niveau de l'Est Algérien*, mémoire de master Université Abbés Laghrour de Khenchela.

Mameri, A., Sadaoui, R. (2019). *Quantification des composés phénoliques et activités biologiques de l'extrait méthanolique De zingiber officinale et opuntia ficus indica*.mémoire de master Université Oum el Bouaghi.

Matkowski, A. et Piotrowska, M. (2006) Antioxidant and free radical scavenging activities of some medicinal plants from the Lamiaceae. *Fitoterapia*, 77 (5), 346-353.

Mengesha, B., Mekbib, F., et Abraha, E. (2016). In vitro screening of cactus [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill] genotypes for drought tolerance. *American Journal of Plant Sciences*, 7(13), 1741.

Miller, R. H., et Morse, J. G. (1996) Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.

Msaddak, L., Abdelhedi, O., Kridene, A., Rateb, M., Belbahri, L., Ammar, E., Zouari, N. (2017). *Opuntia ficus-indica* cladodes as a functional ingredient: bioactive compounds profile and

Références bibliographiques

their effect on antioxidant quality of bread. *Lipids in health and disease*, 16(1), 1-8.

Mulas, M., Mulas, G. (2004). Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. *Short and Medium-Term Priority Environmental Action Programme (SMAP)*. Université des études de SASSAR, 112.

(N)

Natsis, C. (2018). Coagulase-negative staphylococcus skin and soft tissue infections. *American Journal of Clinical Dermatology*, 19, 671–677.

Nawas, T. (2018). Antibacterial activity of *Curcuma longa*, *Opuntia ficus-indica* and *Linum usitatissimum*. *MOJ Toxicology*, 4(3).

Neffar, S. (2012). Etude de l'effet de l'âge des plantations de figuier de Barbarie (*Opuntia ficus indica* L. Miller) sur la variation des ressources naturelles (sol et végétation) des steppes algériennes de l'Est. Cas de Souk- ahras et Tébessa. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar. Annaba, 236.

Neffar, S., Fraga-Beddiar, A., Redjel, N., & Boukheloua, J. (2011). Effets de l'âge des plantations de figuier de Barbarie (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) sur les propriétés du sol et la végétation à Tébessa (zone semi-aride de l'est algérien). *ecologia mediterranea*, 37(1), 5-15.

Nernas, L et Tareb, D. (2021) Inventaire et caractéristiques des invertébrés présents sur le figuier de barbarie *Opuntia ficus indica* dans la région Ouadias, Tizi ouzou. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri.

Nicole, T., François, G. (2013). *Des fruits et des graines comestibles du monde entier*. Lavoisier.

Nobel, P.S. (2002). *Cacti: Biology and Uses*. California, États-Unis : University of California Press. 163-265

(P)

Pérez-Cadena, R., Solares, T. E., Medina-Moreno, S. A., Martínez, A., Lizardi-Jiménez, M. A., et Téllez-Jurado, A. (2018). Production of ethanol by three yeasts in defined media and hydrolyzed cladodes of *Opuntia ficus-indica* var. *Atlixco*. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 8(1), 26–34.

Références bibliographiques

Piga, A. (2004). Cactus pear: A fruit of nutraceutical and functional importance. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, (6), 9–22

(R)

Rebah, F. Ben, et Siddeeg, S. M. (2017). Cactus an eco-friendly material for wastewater treatment: A review. *Journal of Materials and Environmental Sciences*, 8(5), 1770–1782.

Rebman, J. P., et Pinkava, D. J. (2001). *Opuntia* cacti of North America: an overview. *Florida Entomologist*, 474–483.

Reggane, L. (2021). Étude bibliographique sur la valorisation biotechnologique des cladodes du figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*). Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri.

Reyes-Agüero, J. A., Aguirre R., J. R., et Valiente-Banuet, A. (2006). Reproductive biology of *Opuntia*: A review. *Journal of Arid Environments*, 64(4), 549–585.

Rojas, A., Hernandez, L., Pereda-Miranda, R., et Mata, R. (1992). Screening for antimicrobial activity of crude drug extracts and pure natural products from Mexican medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, 35(3), 275–283.

Ruiz, A. M., Almazán, L.-E. C., Hernández, H. H., et Hernández, J. M. (2018). *Opuntia ficus-indica* (Nopal Extract) as Green Inhibitor for Corrosion Protection in Industrial Steels. In *Corrosion Inhibitors, Principles and Recent Applications*. IntechOpen.

(S)

Saenz, C. (2000). Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. *Journal of Arid Environments*, 46(3), 209–225.

Sáenz Hernández, C. L., Berger, H., Rodríguez-Félix, A., Galletti, L., Corrales García, J., Sepúlveda, E., ... et Rosell, C. (2013). Agro-industrial utilization of cactus pear.

Santos-Zea, L., Gutiérrez-Urbe, J. A., et Serna-Saldívar, S. O. (2011). Comparative analyses of total phenols, antioxidant activity, and flavonol glycoside profile of cladode flours from different varieties of *Opuntia* spp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(13), 7054–7061.

Schweizer, M. (1999). *Docteur Nopal: médecin du bon Dieu*. APB, Aloe plantes et beauté.

Schweizer, M., Badts, M. C. De, Daszkiewicz, M. P., Mercier, M. É., Jacques, M. P., Maykut, M.

Références bibliographiques

E., Moisset, M. J., Tual, M. H., et Tual, M. M. (1997). *Le médecin du bon*.

Severn, M. M., Williams, M. R., Shahbandi, A., Bunch, Z. L., Lyon, L. M., Nguyen, A., Zaramela, L. S., Todd, D. A., Zengler, K., et Cech, N. B. (2022). The ubiquitous human skin commensal *Staphylococcus hominis* protects against opportunistic pathogens. *Mbio*, 13(3), 22-30

Soudani, K., Daridi, H., Kaddour, H. (2019). *Le potentiel alimentaire de l'Opuntia ficus indica: caractérisation physico-chimique et digestibilité in vivo*. 28.

Stintzing, F. C., et Carle, R. (2004). Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Trends in Food Science & Technology*, 15(1), 19–38.

Stintzing, F. C., Carle, R. (2005). Cactus stems (*Opuntia spp.*): A review on their chemistry, technology, and uses. *Molecular Nutrition and Food Research*, 49(2), 175–194.

(T)

Tahar, H. (2010). *Composition chimique des jeunes cladodes d'Opuntia ficus indica et possibilités de valorisation alimentaire*. Ecole Nationale Supérieure Agronomique blida.

Temagoult, A. (2017). Caractérisation et Transformation de la Figue de Barbarie (*Opuntia Ficus Indica L.*), Elaboration d'une Confiture et d'une Gelée Extra. *Université Hadj Lakhdar-Batna 1 Institut des Sciences Vétérinaires et Sciences Agronomiques Département de Technologie Alimentaire*.

Tilahun, Y., Welegerima, G. (2018). Pharmacological potential of cactus pear (*Opuntia ficus Indica*): A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(3), 1360–1363.

Tonelli, N., Gallouin, F. (2013). *Des fruits et des graines comestibles du monde entier*. Lavoisier.

Tonneau, J. P., et Valette, E. (2016). Petite agriculture et politiques publiques: revues d'expériences. Contribution au projet TCP/TUN/3502.

(w)

Wallace R.S. et Gibson A.C. 2002. Cacti evolution and systematics. In: Cacti, Biology and Uses. (Nobel, P.S. Ed.).University of California Press, Berkeley, California, United States of America. 1-21.

Welegerima, G., Zemene, A. (2017). Antibacterial activity of *Opuntia ficus-indica* skin fruit

extracts. *Biotechnology International*, 10(3), 74–83.

(Y)

Yang, L., Lu, M., Carl, S., Mayer, J. A., Cushman, J. C., Tian, E., et Lin, H. (2015). Biomass characterization of Agave and *Opuntia* as potential biofuel feedstocks. *Biomass and Bioenergy*, 76, 43-53.

Diplôme : Master académique en microbiologie appliquée**Thème : Etude de l'activité antibactérienne des extraits de drêches d'*Opuntia* sur différentes souches de *Staphylococcus*****Résumé**

La résistance antibactérienne est l'un des problèmes de santé les plus graves du XXI^e siècle. Pour surmonter ces problèmes, les plantes à action antimicrobienne jouent un rôle important dans le traitement et la prévention de diverses maladies microbiennes, Le figuier de barbarie, *Opuntia ficus indica*, C'est une plante qui est abondamment disponible en Algérie utilisée en médecine traditionnelle depuis longtemps il contient des composants bioactifs qui ont des effets bénéfiques pour la santé.

Grâce à sa composition chimique, toutes les parties du figuier de barbarie sont utilisées dans plusieurs domaines : alimentation, cosmétique et médecine.

L'objectif de cette étude consiste à évaluer l'activité antibactérienne des extraits méthanolique et aqueux des drêches d'*Opuntia* provenant de deux régions Kais et Ain Djarboua Wilaya de Khenchela Algérie.

L'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits in vitro vis-à-vis des souches bactériennes de *Staphylococcus* (isolées de la peau humaine) est effectuée par la méthode de diffusion sur disque.

Les résultats montrent que les deux extraits de drêche d'*Opuntia ficus indica* se sont révélés actifs sur toutes les souches bactériennes testées (*staphylococcus hominis*, *Staphylococcus warneri*, *Staphylococcus auricularis*) mais avec des zones d'inhibition différentes de 20 à 27mm pour l'extrait méthanolique et de 22,6 à 28,6 mm pour l'extrait aqueux.

Tous les échantillons testés dans notre étude ont réagi positivement ce qui confirme que les drêches d'*Opuntia ficus indica* est doté de propriétés antibactériennes.

Mots clés : Activité antimicrobienne, drêches d'*Opuntia*, *Staphylococcus*, extraits.

Promotrice :Dr. KHEDDOUMA A.

(MCA)

Univ. Abbés Laghrour-khenchela

Devant Le Jury**Présidente :** Dr .YEKHLEF W.

(MCB) Univ. Abbés Laghrour-khenchela

Examinatrice : Dr . BOUTARFA S.

(MCB) Univ. Abbés Laghrour-khenchela