

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département D'Ecologie et environnement



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et environnement

Spécialité : Ecosystèmes steppiques et sahariens

Présenté par :

Moussa Nacera

Hob Samah

Thème

**L'étude de l'activité antibactérienne et antifongique de l'huile
d'argan (*Argania spinosa* L.Skeel)**

Soutenu publiquement le : 06 /07/2023

Jury:

Grade

Encadrant: NEGADI MOHAMED

Co-encadrant : BOUKHALOUA ASMA

Examineur 1: MOKHFI FATIMA

Examineur 2 : OMAR YAMINA

Année universitaire :2022/ 2023

Remerciement

Tout d'abord nous remercier **ALLAH**, le bon Dieu, qui nous avons donné la force nécessaire, la motivation, le défi, la santé, la patience et le courage qui nous a permis de mener à bien ce travail

Recevez ici nos sincères remerciements pour la confiance, les conseils que vous nous avez accordés tout le long de ce travail. Merci pour votre encadrement, votre disponibilité et votre gentillesse Mr **NEGADI .M** , vos conseils précieux qu'elle nous a prodigués tout le long de notre travail et pour le temps qu'elle nous a consacré.

Nous désirons exprimer notre profond remerciement et vive reconnaissance aussi à notre Co- promotrice Mme. **BOUKHALOUA, A** pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigoureuse scientifique. On vous remercie pour votre disponibilité, vos précieux conseils, la confiance que vous avez accordés et le suivi régulier de l'élaboration de ce travail.

Nous tenons à remercier mes dames Mme **OMAR YAMINA** et Mme **MOKHFI FATIMA** d'avoir accepté d'examiner notre mémoire.

Nous tenons à remercier également l'ingénieur de laboratoire de Technologie Alimentaire Mr **Benhalima**, et l'ingénieur de laboratoire d'Ecologie Animal Mr Maarouf, ainsi que l'ingénieur de laboratoire de Microbiologie Mlle Safa Z, ainsi qu'à Madame **ATIKA l'ingenieur** de laboratoire de recherche qui nous a accueillie au sein de son laboratoire sans oublier la doctorante Mademoiselle **Benmessaoud A** pour son aide et ses conseils.

Nous exprimons nos sincères remerciements vont également à tous les personnes qui ont contribué de près ou de loin pendant toutes les années d'études.

Enfin, tous ceux qui ne sont pas cités dans ces quelques lignes et qui ont contribué de près ou de loin par leur aide au bon déroulement de ce travail

Dédicace

Je décide le fruit de modeste travail comme un geste de gratitude à :

A ceux qui ont souffert sans me laisser souffrir qui n'ont jamais dit non à mes exigences et qui n'ont épargné aucun effort pour me rendre heureuse à mes chers parents.

A mes précieux frère et sœurs *Amine, Sohir, Imane, Wissal, Ghofrane*

J'exprime mes profonds remerciements particuliers à mon grand-père Mohamed et à ma grande mère aussi, que dieu vous garde pour nous.

Une spéciale dédicace à mon binôme Nacera

A mes très chères **amies** *Hasna, Samiha, Ahlem, Malika*, qui m'ont soutenu encouragé et aidé dans les moments les plus difficiles

A ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.

Sans oublier les professeurs que ce soit de primaire de secondaire ou de l'enseignement supérieur.

Samah

Dédicace

Je dédie ce modeste travail Tout d'abord à **ALLAH** qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long de mes études et m'a inspiré les bons pas

Je dédie ce modeste travail qui est le fruit de mes efforts A ceux que j'aime le plus au monde mes très chers parents, leurs sacrifices et leurs encouragements toute ma vie, je ne saurais jamais comment exprimer mes sentiments pour avoir veillé sur mon éducation, jamais je ne peux les remercier assez de m'avoir donné le meilleur

A mes chères frères, A ma cher sœur

Un grand merci plein d'amour et de tendresse, à mon bout de chou et mon ange «Hamuda » que Dieu le protège.

A toute ma famille et à tout ce qui me connais-je-vous aime

A mes amis de de master

Nacera

Table de matières

Remerciement	
DEDICACE	
Introduction.....	13
Chapitre 1 : Généralités sur L'Arganier	17
1. Les sapotacées.....	17
1. L'Arganier	17
2.1.Aspect	historique 17
2.2.....	Taxonomie 19
2.3.Répartition	géographique 19
2.4.Description	botanique 20
2.4.1. Système aérien.....	20
a) Le tronc	20
b) Le bois	21
c) Les feuilles.....	21
d) Les rameaux.....	22
e) Les fruits	22
f) Les fleurs.....	22
g) La graine.....	23
h) La pulpe.....	23
2.4.2. Système souterrain.....	24
2.5.Ecologie	de l'arganier 24
2.5.1. Facteurs climatiques.....	24

2.5.2.	Facteurs édaphiques	24
2.6.	Régénération de l'arganier	25
2.7.	Utilisation de l'Arganier	26
Chapitre 2 : les huiles végétales		27
2.1.	Définition de l'huile végétale	29
2.2.	Classification des huiles végétale	29
2.3.	Intérêts des huiles végétales	30
Chapitre 3 : Huile d'argan		31
Chapitre 3 : Huile d'argan		32
3.1.	Types d'huile d'argan	32
3.2.	Procédés d'extraction de l'huile d'argan	32
3.2.1.	Extraction artisanale de l'huile d'argan	32
3.2.2.	Extraction semi-artisanale / par presse (coopératives)	33
3.2.3.	Extraction industrielle	34
3.3.	Intérêt de l'huile d'argan	35
Chapitre 4 : Généralités sur les microorganismes		36
Chapitre 4 : Généralités sur les microorganismes		37
4.1.	Description des bactéries étudiées	37
4.1.1.	Bactéries à Gram positif	37
4.1.2.	Bactéries à Gram négatif	37
4.2.	Description des champignons étudiés	38
4.2.1.	La souche fongique <i>Candida albicans</i>	38

4.2.2. Les souches fongiques <i>Fusarium</i>	38
Les espèces de <i>Fusarium</i> sont omniprésentes et peuvent être trouvées dans le sol, dans l'air et sur les plantes .le <i>Fusarium</i> est surtout connu étant associé aux récoltes de céréales et a la poussière de grains (seigle, orge, maïs, avoine, blé et sarrasin).	
Matériel et méthodes	39
1. Présentation de La zone d'étude	40
2. Méthode d'échantillonnage.....	40
2.1. Récolte	40
2.2 Préparation de l'échantillon	40
2. Procédé d'extraction (extraction par solvant)	41
4. Rendements en huile par rapport à l'amande et la coque	41
5. Teste des activités biologiques	42
5.1. Activités antimicrobienne	42
5.1.1. Les souches testées	42
5.1.2. Activité antibactérienne de l'huile végétale de l'arganier	42
5.1.2.1. Préparation de milieu de culture (Mueller-Hinton).....	42
5.1.2.2. Préparation de l'inoculum bactérien	43
5.1.2.3. L'ensemencement	43
5.1.2.4 La dilution de l'huile avec DMSO et méthode de puits	44
5.1.2.5. Incubation	45
5.1.3. Activité antifongique de l'huile végétale de l'arganier	46
5.1.3.1. Préparation de la suspension fongique et milieu de culture	46
5.1.3.2. Dépôt des disques.....	46
5.1.3.3. Incubation	47
5.1.3.4. Evaluation de l'activité antifongique de l'huile végétal de l'arganier par la méthode de diffusion ou des aromatoigrammes	47
5.1.3.5. Expressions des résultats	47
5.2. Méthodes d'évaluations de l'activité antioxydante.....	48

5.2.1. Méthode de DPPH	48
a)Principe.....	48
1. Détermination du rendement de l'huile d'argan (amandes, coque)	50
2. Caractéristique organoleptique de l'huile d'argan	51
3. Activité antimicrobienne de l'huile végétale de l'arganier.....	52
3.1 Activité antibactérienne.....	52
1.8Activité	antifongique
.....	54
4. Activité de piégeage des radical DPPH	56
Conclusion	59
Références bibliographiques	61
Annexes	67
Résumé	72

Liste des figures

Figure 1 : Pied d'Arganier à Tindouf	17
Figure 2 : Situation cartographique de l'arganier de Tindouf (Kechairi et Abdoun, 2016)	20
Figure 5: Rameau d'Arganier et fruits a maturité	22
Figure 6. Fleur d'arganier.....	23
Figure 7: Noyau et Graine	23
Figure 8 : Le procédé traditionnel d'extraction de l'huile d'argan	33
Figure 9: Machines utilisées pour l'extraction par presse mécanique de l'huile d'argan A: Dé pulpeuse; B: Torréfacteur à gaz; C: Presseuse de pâte	34
Figure 10 : Procédé semi industriel de la fabrication de l'huile d'argan	34
Figure 11 : Situation géographique de la Wilaya de Tindouf et localisation de la zone d'étude 2014).....	40
Figure 12 : Soxhlet.....	41
Figure 13: Rota vapeur.....	39
Figure 14 : Plaque chauffante	43
Figure 15.Poudre de MH.....	41
Figure 16 :Coulage de boites	43
Figure 17 : L'ensemencement	44
Figure 18 : Préparation des concentrations.....	44
Figure 19. :Schéma illustrant la méthode des puits.....	45
Figure 20: Incubation.....	46
Figure 21 :Poudre de PDA	46
Figure 22 :Préparation de milieu avec l'huile	47
Figure 23: Souche de Fusarium.....	47
Figure 24: Représentation graphique des différents rendements de l'espèce d' <i>Argania spinosa</i>	50

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Classification botanique de l'arganier.....	16
Tableau 2 : Les souches bactériennes et les champignons.....	42
Tableau 3 : Rendements des différents compartiments de l' <i>argania spinosa</i>	50
Tableau 4 : caractéristiques organoleptique de l'huile d'argane	51
Tableau 5 : activité antimicrobienne es huiles végétales de l'arganier	52
Tableau 6 : Activité antifongique du <i>Fusarium solani</i> des huiles végétales de amondons et la coque externe de Argan.....	55

Liste des abréviations

A:	Absorbance
AAO:	Activité Antioxydante
AFNOR:	Association Française de Normalisation
AGE:	Acides gras essentiels
AGI:	Acides gras insaturés
AGS:	Acides gras saturés
ATCC :	American Type culture collection
C°:	Degré celsius
CLHP :	chromatographie liquide haute performance
DPPH:	1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl
FID	Détecteur à ionisation de flamme
g :	gramme
Hv :	huile végétale
HVA:	Huile végétale d'amondon
HVC:	Huile végétale de la coque
m:	mètre
ml:	millilitre
mm :	millimètre
PDA :	Potato Dextrose Agar
Rd :	Rendement
µm :	Micromètre
% :	Pourcentage
MH :	Muller Hinton
DMSO :	Diméthylsulfooxyde

Introduction

Introduction

L'arganier est le seul représentant au Maroc et en Algérie de la famille tropicale des Sapotacées, est caractéristique de la zone Saharo-steppique. . L'arganier est un arbre très résistant à la sécheresse et à la chaleur et qui pousse d'une façon sauvage et en abondance dans les zones arides et semi-arides. C'est un arbre qui est au cœur de la vie sociale et économique. Il représente une ressource précieuse pour l'économie et l'environnement, car il constitue l'un des derniers remparts contre l'avancée du désert. L'arganier est typiquement multi-usage, il représente le pivot de systèmes agro forestiers qui ont réussi jusqu'à maintenant à subvenir aux besoins des habitants de ces zones fortement marquées par les aléas climatiques (**Chaussod et al., 2005**).

L'arganier ou *Argania spinosa* est une essence forestière rustique, xéro-thermophile et endémique à l'extrême Sud-ouest de l'Algérie (wilaya de Tindouf). Dans cette région biogéographique saharienne, il est le seul arbre fruitier-forestier à statut rare avec un endémisme très marqué (à l'échelle planétaire il se localise seulement en Algérie et au Maroc à l'état naturel). A cette qualité exceptionnelle, s'ajoute ses particularités d'usages uniques et diversifiés dont entre autre la production de fruits, d'huile et de matière ligneuse entrant dans les activités de certaines coutumes locales(**Kechebar 2016**).

La richesse principale de l'arganier est son fruit qui est composé d'une pulpe charnue destinée essentiellement à l'alimentation du bétail, et d'un noyau très dur renfermant la grain oléagineuse.(**Negaz.2018**)

Il joue un rôle écologique très important pour la lutte contre la désertification dans l'écosystème des zones arides et semi arides par la fertilité et la restauration des sols d'apports,il abrite une strate herbacée, contribue à la stabilisation des cours d'eau dans les bordures des Oueds et assure un habitat pour la faune sauvage. Il constitue un arbre oléagineux, à multi-usages dont chaque partie ou production de l'arbre (bois, feuilles, fruits, huile) est utilisable et constitue aussi une source de revenu sou de nourriture pour l'usager(**Nouaim,1995**).

L'huile d'argan, riche d'un passé millénaire ,est obtenue à partir du fruit de l'arganier. Un incontournable produit naturel ,dont ses valeurs nutritionnelles ,esthétiques ,diététiques et pharmaceutiques ont fait de lui l'objet de plusieurs recherches (**Agouzzal,2019**).

Préoccupé par cette problématique, l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO) a déclaré l'arganier marocaine Réserve de la Biosphère en 1998 (El Monfalouti, 2013).

Dans ce contexte, notre travail a pour objectif d'évaluer l'activité antimicrobienne de huile végétale extraite des graines d'arganiers (amendons et coques) vis-à-vis de quelques souches microbiennes de référence tel que *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*. Et certain d'autres souches fongiques.

Cette étude comporte deux parties

- La première partie « Etude Bibliographique » détaillant en premier lieu l'arganier, le contexte économique de la filière, les différents procédés d'extraction de l'huile d'argan,
- La deuxième partie « matériels et méthodes » détaille les méthodologies utilisées pour évaluer l'efficacité du principe actif sur la croissance de certaines souches bactériennes et d'autres souches fongiques.
- La troisième partie « Résultats » présente les résultats obtenus.
- La quatrième partie est une « Discussion » vis-à-vis des résultats scientifiques obtenus par les autres chercheurs.
- La dernière partie « Conclusion et Perspectives » résume les points forts de l'étude et aborde les perspectives qui s'y rapportent.

Synthèse

bibliographique

Chapitre 1 : généralités sur L'Arganier

Chapitre 1 : Généralités sur L'Arganier

1. Les sapotacées

Il y a environ 600 espèces de 40 à 50 genres dans cette famille, qui est intertropicale et rarement pénétrant dans les régions tempérées (Nouaïm, 1995). Les arbres de cette famille sont tropicaux avec des feuilles très persistantes, des fleurs généralement hermaphrodites, une corolle gamopétale en tube, des étamines en nombre double de pétales, un fruit en forme de drupe, la graine peut être albuminée ou non et des poils unicellulaire bifide. Environ 600 espèces font partie de cette famille, dont plusieurs produisent des fruits comestibles. Certains offrent du beurre de karité. De plus, des huiles comme l'huile d'argan (Nouaïm *et al.*, 1991)

1. L'Arganier

L'arganier (*Argania spinosa* L.Skeel), qui est l'arbre du genre monotype, est la seule représentante septentrionale à se développer dans une région méditerranéenne (Algérie et Maroc), au lieu d'une zone intertropicale, d'où son endémisme marqué à cette région (Tabet *et al.*, 2013).



Figure 1 : Pied d'Arganier à Tindouf (Photo :Djied, 2011).

2.1. Aspect historique

L'arbre est connu et utilisé par les humains depuis longtemps, car les phéniciens auraient utilisé l'huile qu'il produit dans leurs comptoirs situés le long de la côte atlantique au Xème siècle. En 1219, le médecin égyptien Ibn Al Baythar explique comment extraire de l'huile de l'arbre dans son "Traité des simples" (traduit par Le dercen en 1877).

En 1515, Jean Léon l'Africain mentionne l'huile dans son ouvrage intitulé "Description de l'Afrique" et la décrit comme étant de mauvaise odeur et utilisée pour la nourriture & l'éclairage.

En 1737, Linné décrit une variété de *Sideroxylon spinosum* L. du genre *Rhammus* (Sapotacée) à partir de rameaux séchés et sans fleur dans son livre "Hortusclifortianus".

Hösst évoque en 1791 l'utilisation de l'huile dans les usines, en particulier à Marseille, pour la production de savon.

En 1801, Schousboe, qui était consul danois au Maroc en 1791, publie ses observations sur la flore marocaine, notamment sur l'arganier. De nombreux écrivains reprendront sa description de l'arbre.

En 1878, Hooker explique comment obtenir de l'huile.

En 1888, Cotton extrait un principe actif du tourteau du fruit de l'arbre, l'identifie comme un mélange de saponines et l'appelle Arganine.

En 1906, Gentil définit l'étendue géographique de "L'arbre du Souss". Braun - Blanquet et le Maire mentionnent le "secteur" de l'Arganier dans leur étude "Les études sur la végétation et la flore marocaine" en 1924. La même année, Emberger révèle l'existence d'Arganiers situés entre Tedders et Rommani dans la vallée de l'Oued Grou. En 1925, après avoir découvert un autre petit îlot d'Arganiers sur la partie nord du massif montagneux des Beni Snassen, situé au nord d'Oujda, il a confirmé l'expansion antérieure de l'espèce (**Radi, 2003**)

En 1926, suite à ses missions dans le Souss, Maire a écrit un premier article sur la végétation du Sud Ouest marocain, mentionnant deux variétés d'arganeraies : l'*Euphorbiae chinus* qui pousse sur le littoral atlantique et l'*Hesperolaburnum platycarpum* qui pousse dans les montagnes d'Adar-ou-Amrane. Cet article a ébauché la première classification de l'arganeraie des plaines et des montagnes (**Radi, 2003**).

En 1929, Battino a commencé à s'intéresser à l'huile de l'arganier et à d'autres produits de l'arganier, y compris la larganine, qui a été isolée par Cotton et qui a démontré une action hémolytique à la fois in vivo et in vitro (**Wagret, 1962**).

En 1938, Emberger a publié "Les chèvres et l'arganier", tandis qu'en 1965, Monnier, un ingénieur des Eaux et Forêts, a démontré que les deux principales menaces qui pèsent sur l'arganier sont l'exploitation abusive et le défrichement.

Cet arbre a été ajouté à la liste d'héritage mondial de l'UNESCO en 1999

2.2. Taxonomie

L'arganier (*Argania spinosa* (L.)Skeels) est la seule espèce du genre *Argania*. En français, il est appelé l'arbre « Argan », dont l'origine peut être trouvée dans le mot arabe « irgen », qui signifie en berbère « tachelhait », le noyau en bois dur du fruit de l'arbre, d'où les berbères tirent une huile appelée « huile d'argan ». Il y a deux variétés d'arganier, l'une appelée pleureur et l'autre dressée (**Rouhi, 1991**), ce qui suggère l'existence de deux variétés biologiques au sein de l'espèce.

Nom scientifique : *Argania spinosa* (L.) Skeels

Noms vernaculaires : Arganier, argane, bois de fer. (**Benkheira, 2009**)

Tableau 1: Classification botanique de l'arganier **Radi (2003), M'hirit et al. (1998)**

Nom	<i>Argania spinosa</i> L. (Skeels)
Règne	Végétal
Embranchement	Phanérogames
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Gamopétales
Ordre	Ebénales
Famille	Sapotacées
Genre	<i>Argania</i>
Espèce	<i>Spinosa</i>

2.3. Répartition géographique

En Algérie, on peut trouver l'arganier dans des endroits au Sud et sur les falaises septentrionales au Nord. Il se trouve dans la région de Tindouf (**Lotmani et al., 2002**), où il est considéré comme la deuxième espèce forestière en importance après l'*Acacia radianna* (**Chevalier,1943**). D'après **Slimani (1996)** et **Benaradj (2000)** l'arganier est rencontré dans

les lits d'Oueds qui coulent à l'Ouest de Hamada du Drâa de Tindouf ;c'est-à-dire le long de l'Oued El-ma et ses affluents et Oued El-ghahouane, Oued Bouyadhine et Oued El-khebiau alentour du point 28°N et 8°W (**Kouadri, 2003**). Cependant, il existe d'autres populations (Merkala, Targant) qui ont une richesse spécifique conforme à l'étendue de l'arganeraie, ce qui fait que la superficie totale de l'espèce est de 90.644 ha (**Kechairi et Abdoun, 2016**).

De plus, certains arbres ont été introduits avec succès dans le nord-ouest du pays, en particulier dans la wilaya de Mostaganem (**Lakhdari et Kechairi, 2011**)et la wilaya de Mascara (**Milagh, 2007**).

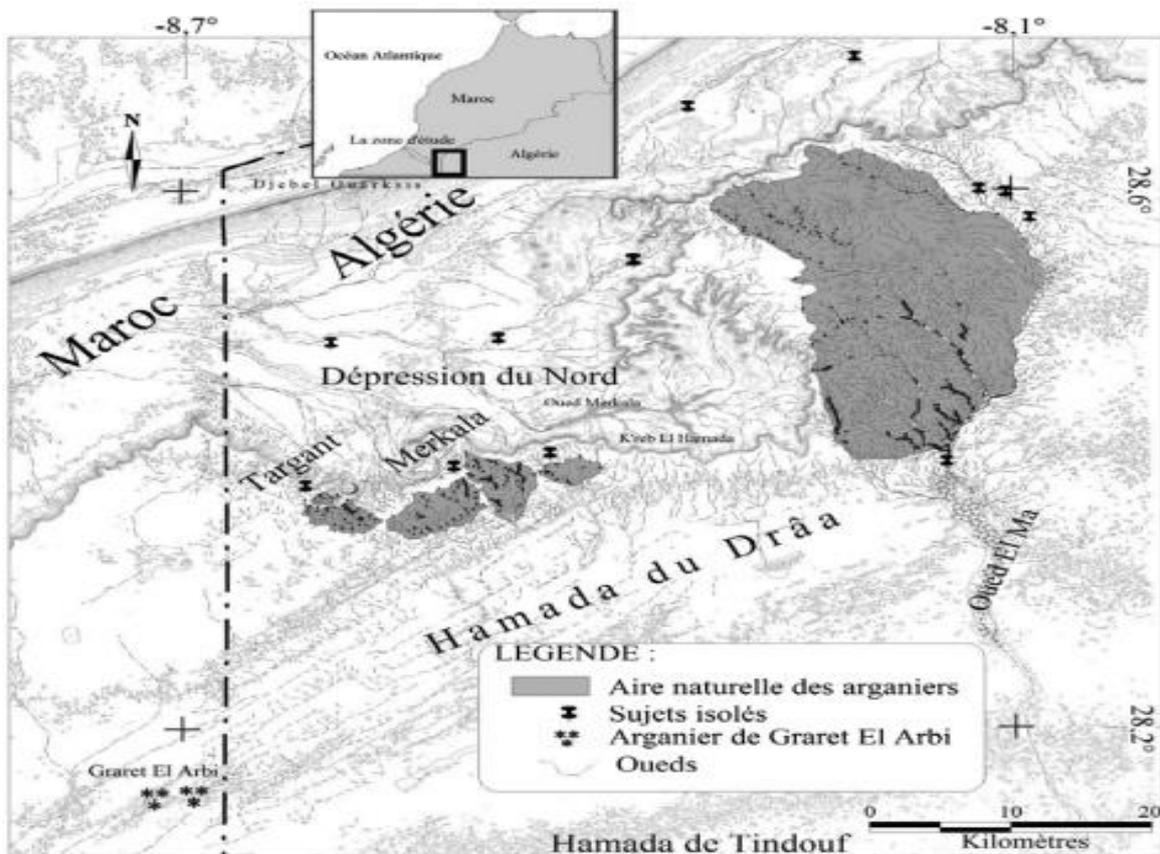


Figure 2: Situation cartographique de l'arganier de Tindouf (Kechairi et Abdoun, 2016)

2.4. Description botanique

2.4.1. Système aérien

- a) **Le tronc** : l'arganier est un arbre à tronc court et tourmenté et de très grande couronne, lorsqu'il n'est pas mutilé ou soumis à l'action des troupeaux (**Alaoui, 2009** ;

Benkheira, 2009). Sa taille peut atteindre 8 à 10 m de hauteur (figure 3) (**Nouaim et Chaussod, 1993).**

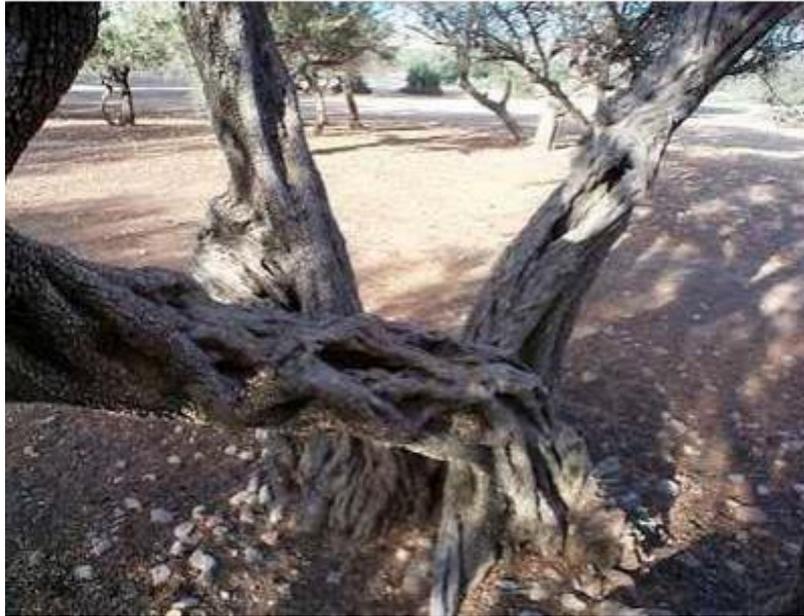


Figure 3: Tronc de l'arganier (Radi, 2003)

b) Le bois : est connu sous le nom de fer car il est extrêmement dur, lourd, compact et incorruptible, mais il est impropre à la menuiserie (**Debbou et Chouana, 2003**). Par conséquent, le charbon est d'excellente qualité. La durée de vie de l'Arganier est controversée cause il n'y a pas de cernes annuels clairement identifiés (**Emberger, 1960**), mais on estime généralement sa durée de vie entre 100 et 200 ans (**Wagret, 1962**).

c) Les feuilles : sont alternées, persistantes et de couleur verte sombre (**Debbou et Chouana, 2003**). sur le dessus et plus clair en dessous (**Quezel et Santa, 1963**) (figure 3). Il est intéressant de remarquer que les Arganiers, qui ont été contraints de se débarrasser de leurs feuilles pour résister à l'évaporation dans la période de sécheresse, recommencent à pousser et à débourrer plusieurs semaines avant le début de la saison des pluies (**Emberger, 1938, 1960**)



Figure 4: Feuilles d'Arganier (Kechebar 2016)

d) Les rameaux : sont épineux, d'où le nom d'espèce « *Spinosa* » (Faouzi, 2006). Certaines épines peuvent même avoir un nouveau rameau, tandis que d'autres rameaux sont plus traditionnels avec un bourgeon apical (figure 5).

e) Les fruits : Le fruit de l'arganier est une drupe dont la couleur à maturité évolue vers le jaune ou le rouge (Bani-Aameur et al., 1999). Il présente six formes différentes: fusiforme ; ovale apiculé, ovale, goutte, arrondie et globuleuse. Sa taille varie de 1 à 5 cm. Il est formé d'un péricarpe charnu (ou pulpe) qui couvre un noyau très dur (ou noix), représentant environ un quart du poids du fruit frais (Adlouni, 2010).



Figure 5: Rameau d'Arganier et fruits à maturité (Henry et al., 2006)

f) Les fleurs : La floraison commence généralement entre Mai et Juin au printemps. Elle se regroupe en inflorescence axillaire et est hermaphrodite (Slimani, 1996). Elles ont une forme pentamère avec cinq sépales pubescents, arrondis et blancs, qui se succèdent à deux bractées.

La corolle en forme de cloche, de couleur verdâtre puis jaunâtre, avec cinq pétales soudés, est composée de cinq étamines qui alternent avec cinq staminodes à filets courts. Elle est insérée à la base de la corolle, généralement sur deux verticilles. Le style est élégant et conique, l'ovaire est supère, avec deux à trois loges contenant chacune une ovule (Nouaïm *et al.*, 1991)(figure 6).



Figure 6: Fleur d'arganier (Henry et al., 2006)

g) La graine : Le noyau, ou graine composée, du fruit d'arganier. Ce dernier est extrêmement difficile et comprend entre une et trois amandes. Les amandes du noyau représentent environ 3 % du poids du fruit frais et renferment 50 à 60 % d'huile dans leurs tours, ce qui reste la principale richesse de l'arganier. (Charrouf et Guillaume, 2007).



Figure 7: Noyau et Graine (Boukelou, 2016)

h) La pulpe : La pulpe du fruit de l'Arganier, appelée également péricarpe, est la partie la plus externe qui enveloppe la graine composée. Cette pulpe est charnue, amère mais très riche en glucides solubles ou facilement hydrosolubles. Elle contient également de la cellulose, des

protides et des composés extractibles par le benzène. Elle constitue un apport très important dans l'alimentation du bétail (**Sandret, 1957**).

2.4.2. Système souterrain

Système racinaire puissant et très profond (jusqu' à 30m), *mais* les radicelles n'ont pas de poils absorbants. Pour remédier à cette faiblesse, il collabore avec divers types de champignons, car seuls ces derniers peuvent fournir les divers nutriments à l'arbre(**Tonelli et Gallouin, 2013**).

2.5. Ecologie de l'arganier

L'arganier, une espèce thermophile et xérophile, convient parfaitement aux conditions hyperarides du nord-ouest de la wilaya de Tindouf ainsi qu'aux zones arides et semi-arides du sud-ouest du Maroc. Cependant, sa survie et son croissance sont influencées par certaines variables. Ces éléments comprennent :

2.5.1. Facteurs climatiques

- **Pluviométrie** : Il semble qu'une précipitation annuelle moyenne de 230 mm soit suffisante pour le développement de l'arganier. En plaine, 150 à 250 mm par an et en montagne, 200 à 450 mm par an.

L'arganier préfère les cours d'eau temporaires et les eaux de ruissellement où les précipitations sont faibles ou inférieures à 100 mm par an (**Msanda et al., 2005**).

- **Humidité** : Les Arganiers vivent dans des zones littorales de l'océan atlantique car ils ont besoin d'une atmosphère humide, surtout pendant la saison estivale et automnale. Nous constatons une forte saturation en humidité par les brumes, brouillards et rosées (**M'heritet al., 1998**).
- **Température** : Selon **Faouzi et al., (2015)**, en termes thermiques, l'essence thermo xérophile d'arganier peut supporter des températures extrêmement élevées (jusqu'à 50 °C à Tindouf) et des températures extrêmement basses (jusqu'à -2,6°C) (**M'heritet al., 1998**).
- **L'altitude** : Les arganiers poussent au niveau de la mer jusqu'à 1500 m sur les flancs sud et 700 m sur les flancs nord des montagnes (**Emberger, 1925**).

2.5.2. Facteurs édaphiques

- **Sol** : L'arganier pousse sur tous types de sols, y compris les sols salés

(**Nouaim,2005**) et il semble indifférent à la structure physico-chimique des substrats du sol. Il est également présent dans les schistes, les roches calcaires et les dépôts d'alluvions. Mais il semble exclure les dunes (**Nouaim et Chaussod, 1993**). De plus, l'arganier semble être capable de supporter une variété de pH allant de 4,6 à 7,5(**Nouaim, 2005**).

2.6. Régénération de l'arganier

La régénération de l'Arganier peut se faire de plusieurs manières : (**M'hirit et al., 1998**),

- **Reboisement** : le processus consistant à récolter les graines et à les semer en pépinière pour produire des plants à planter plus tard.
- **Germination naturelle** : se produit lorsque les graines tombent sur le sol. Cependant, elle nécessite un sol adéquat et des conditions climatiques favorables pour assurer la survie des plantules après la germination.
- **Rejets de souche** : Les rejets sont régénérés rapidement après un incendie ou une coupure, mais ils doivent être protégés contre le pâturage pendant 6 à 8 ans.
- **Bouture**: La méthode de la bouture est reportée que l'Arganier peut se multiplier par les boutures à partir des jeunes pousses, mais elle nécessite un brunissement. Les boutures peuvent être prélevées de jeunes arbres en serre ou de rameaux d'arbres adultes (**Nouaïm et al, 1991**).
- **Micro propagation in vitro** : La micro propagation in vitro est une technique utilisée pour reproduire des plantes similaires à la plante-mère. C'est une méthode efficace et rapide pour reproduire les plants d'arganier. Elle comprend deux étapes : la première consiste à produire des plantules d'arbre et la deuxième permet d'initier et de développer des racines sur ces plantules. Avec cette méthode, on peut produire des plantes maîtrisées enracinées pendant 3 à 4 mois (**Scriban, 1999**).
- **Greffage** :Le greffage est beaucoup mieux adapté à l'arganier que le bouturage et le marcottage car il permet de conserver les avantages du porte-greffe (racines longues permettant à l'arganier de puiser l'eau en profondeur)(**Kechairi et Lakhdari, 2002**), ainsi que les performances des greffons (clones choisis).Les différents types de greffes sur l'arganier ont été testés : écussonnage, greffe par approche sur arbre et sur jeunes plants de 6 et 8 mois ; greffe en fente apicale sur arbre et sur jeunes plants d'un mois, 6 mois et 8 mois.

2.7. Utilisation de l'Arganier

➤ Intérêt écologique

Bien que l'arganier soit une plante thermophile et xérophile, son système racinaire très puissant s'enfonce très profondément dans le sol pour capter l'eau, stabilisant le sol, réduisant l'érosion et limitant l'avancement du désert (**Emberger, 1960**) joue un rôle écologique dans la protection du sol contre les érosions hydriques et éoliennes. Il a une forte adaptation à l'aridité, ce qui permet une production agricole importante dans les conditions climatiques défavorables.

➤ Utilisation du bois

Le bois de l'arganier est extrêmement dur et très apprécié comme matériau de charpente et pour la fabrication de toutes sortes d'outils agricoles. Il est largement utilisé en tant que combustible sous forme de charbon car il est dense et se consomme lentement. (**Benzyane, et Khatouri, 1991**).

➤ Utilisation comme fourrage

L'Arganier est utilisé comme nourriture pour les camelins et les caprins. Les animaux peuvent également se nourrir de la pulpe des fruits.

Il semble que la ration alimentaire des animaux soit composée principalement de ce fourrage. Enfin, le tourteau, résidu d'extraction huile, est utilisé comme complément énergétique pour l'engraissement des bovins (**Benzyane et Khatouri, 1991**).

➤ Production d'huile

Depuis l'antiquité, l'huile d'argan a suscité l'intérêt des médecins égyptiens célèbres depuis l'antiquité, qui ont reconnu un certain nombre de propriétés très intéressantes. Actuellement, l'huile d'argan est reconnue pour ses nombreuses vertus prodigieuses et impressionnantes (nutritionnelles, biologiques, diététiques et cosmétiques) (**Chriqi et al., 2003**).

Chapitre 2 : les huiles végétales

Chapitre 2 : les huiles végétales

2.1. Définition de l'huile végétale

Les graines, les amandes et les fruits des plantes oléifères servent de base aux huiles végétales. Par conséquent, les oléagineux sont ceux qui sont cultivés pour produire de l'huile. L'arachide, l'olivier, le colza, le ricin, le soja et le tournesol font partie des plantes cultivées pour leur huile. L'huile végétale extraite de ces plantes est généralement liquide à température ambiante et peut être utilisée dans divers domaines agroalimentaires, cosmétiques ou pour la production de biocarburants (Guilloton et Quintard 2002).

2.2. Classification des huiles végétale

D'après (Naudet *et al.*, 1992) Les huiles végétales sont classées en fonction de deux critères :

a- en fonction du nombre d'insaturation

- **Les huiles siccatives** : sont constituées d'acides gras libres et estérifiés avec de nombreuses insaturations. C'est le cas de l'huile de lin, qui est utilisée comme vernis pour la peinture.
- **Les huiles semi-siccatives** : elles ont des propriétés intermédiaires et sont utilisées dans l'industrie alimentaire et cosmétique.
- **Les huiles non-siccatives** : sont constituées d'acides gras qui ont peu d'insaturations, principalement de l'acide oléique. Cela s'applique aux huiles d'olive, de moringa et de ricin, qui sont utilisées dans les industries alimentaire et cosmétique.

b- selon leur profil en acide gras, on distingue :

- **Les huiles riches en acides gras saturés** : elles sont principalement composées d'acides gras saturés, comme les huiles lauriques riches en C12, telles que l'huile de palmiste, extraite des graines de palmier, ainsi que l'huile de palme.
- **Les huiles oléiques** : ont une forte concentration en C18 : Cela s'applique aux huiles de colza, de sésame, d'olive et de carthame.
- **Les huiles linoléiques** : sont des huiles qui contiennent beaucoup de C18:2, comme les huiles de coton, de soja, de pépins de raisin et de sésame.
- **Les huiles linoléiques** : sont des huiles qui sont riches en C18:3, comme l'huile de lin.

2.3. Intérêts des huiles végétales

➤ Nutritionnel et thérapeutique

Ainsi, les huiles végétales présentent une valeur nutritive en raison de leur apport en vitamine F, également connue sous le nom de facteur F. Les corps gras contiennent cette vitamine qui est bénéfique pour la peau et les irritations. Elle se décompose en acides gras polyinsaturés appelés acides essentiels, qui comprennent les acides arachidonique, linoléique et linoléique.

De plus, elle contribue à la régulation du métabolisme des graisses nocives, à la régulation du taux de cholestérol, à la réduction du risque de thrombose, à la prévention des maladies coronariennes, à la régulation de la température du corps, à la promotion de la régénérescence et de la protection de la peau, à la stimulation des défenses immunitaires, à la production de prostaglandines et à la promotion de la fertilité sexuelle. Enfin, il est nécessaire pour nourrir les neurones et le système nerveux, qui est également constitué de lipides. Les acides gras polyinsaturés aident également les parois de l'intestin à maintenir une perméabilité modulable (**Legrand *et al.*, 2001**).

➤ Cosmétique :

Les huiles végétales sont essentielles en cosmétique car elles permettent de diluer les huiles essentielles et de les faire pénétrer dans l'organisme à travers la peau. Elles sont riches en acides gras insaturés et peuvent facilement pénétrer dans l'épiderme, le protéger en reconstruisant le film lipidique et lui donner une finesse, un éclat et une souplesse. Elles protègent la peau d'un vieillissement prématuré grâce à leur action adoucissante, assouplissante, tonifiante et régénérante. En revanche, elles ne présentent pas d'incompatibilité avec l'organisme et jouent un rôle crucial dans la protection et hydratation de la peau. (**Boskou, 2002**).

Chapitre 3 : Huile d'argan

Chapitre 3 : Huile d'argan

Aujourd'hui, l'huile d'argan a une renommée qui dépasse largement les frontières du Maroc et de l'Algérie. L'huile d'argan est de plus en plus appréciée par les populations occidentales (Europe, États-Unis) et le Japon en est un exemple évident. Maintenant, elle est l'une des huiles comestibles les plus chères au monde. Comme produit cosmétique, elle est encore plus chère et fait l'objet de plusieurs brevets cosmétiques aux États-Unis et en Europe. (**Aboudrare *et al.*, 2009**).

3.1. Types d'huile d'argan

Il existe cinq types d'huile d'argan : l'huile de presse torréfiée (HPT), l'huile artisanale (HA), deux huiles alimentaires brunes claires, assez fluides avec une odeur agréable (odeur de noisette), l'huile de presse non torréfiée (HPNT) utilisée pour la cosmétique de couleur jaune et l'huile de laboratoire de couleur jaune obtenue par solvant organique.

3.2. Procédés d'extraction de l'huile d'argan

3.2.1. Extraction artisanale de l'huile d'argan

Ce processus ancestral, transmis depuis des siècles, est le plus répandu pour l'extraction de l'huile et est principalement utilisé par les femmes de la population locale du milieu rural. Ce processus d'extraction est laborieux car les différentes étapes (**Figure 8**), (dépulpage, concassage, torréfaction pour l'huile alimentaire, trituration, malaxage, pressage et conditionnement) sont exclusivement artisanales. Pour produire 1 litre d'huile (**Nil et Böhnert, 2006 ; Gharbyet *al.*, 2011**), il faut huit à dix heures de travail, 38 kilogrammes de fruits ou 2,6 kilogrammes d'amandons, avec un rendement d'environ 30 % par rapport aux amandons et une perte d'huile de 20 à 25 % dans les tourteaux (**Charrouf, 2002**). Cela explique facilement pourquoi l'huile d'argan est l'une des huiles les plus rares et les plus chères du monde.

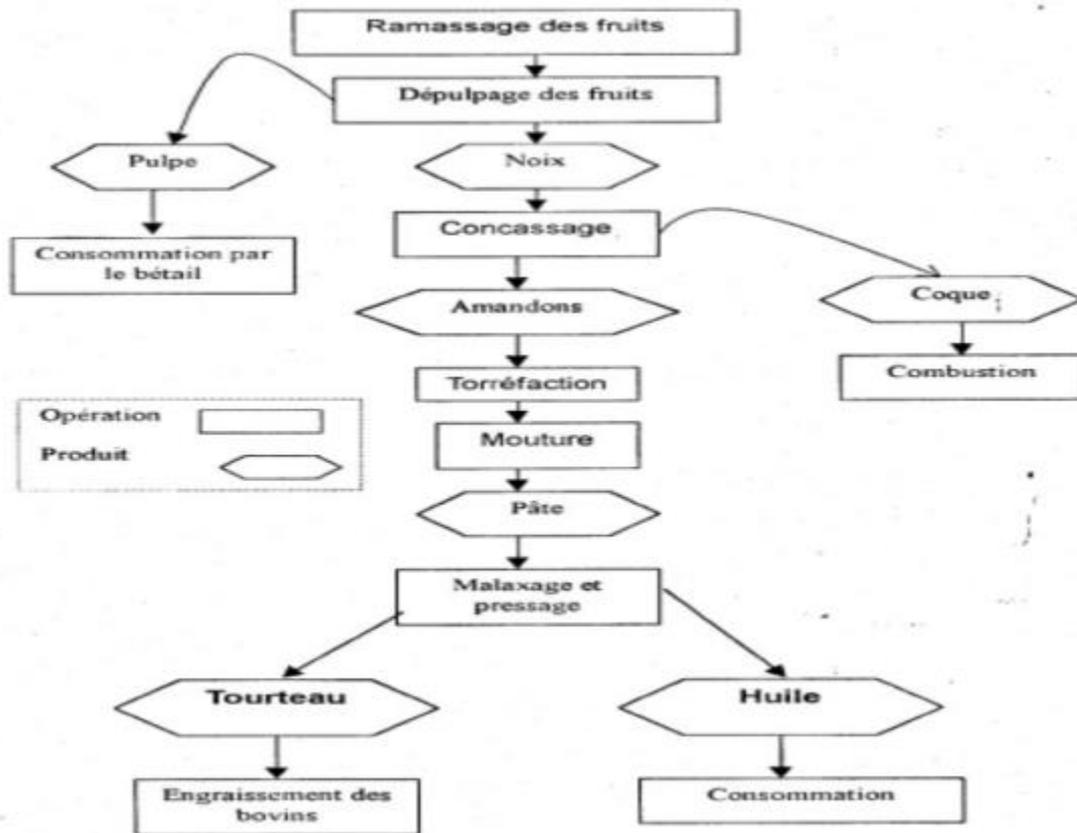


Figure 8: Le procédé traditionnel d'extraction de l'huile d'argan (Aghouzz et al., 2019).

3.2.2. Extraction semi-artisanale / par presse (coopératives)

Les habitants de l'arganeraie achètent les fruits utilisés par les coopératives. Une “dé pulpeuse gratteuse ”a été utilisé pour mécaniser l'étape particulièrement difficile de dépulpage des fruits séchés (il faut en moyenne 4 minutes pour 1 kg de fruits bruts). Si l'étape de concassage n'a pas été améliorée, l'étape de torréfaction a été standardisée en utilisant des torréfacteurs à gaz performant où la durée et la température de torréfaction sont rigoureusement contrôlées. Finalement, l'utilisation d'une presse mécanique an amélioré l'étape de malaxage/pressage. Il est possible de produire 6 à 8 litres d'huile par heure grâce à cette dernière. Le filtre presse nécessite une décantation de 4 à 10 jours avant la filtration car l'huile obtenue est fortement chargée en matière solide (restant du tourteau).



Figure 9: Machines utilisées pour l'extraction par presse mécanique de l'huile d'argan A: Dépulpeuse; B: Torréfacteur à gaz; C: Presseuse de pâte (Charrouf et Guillaume, 2008)

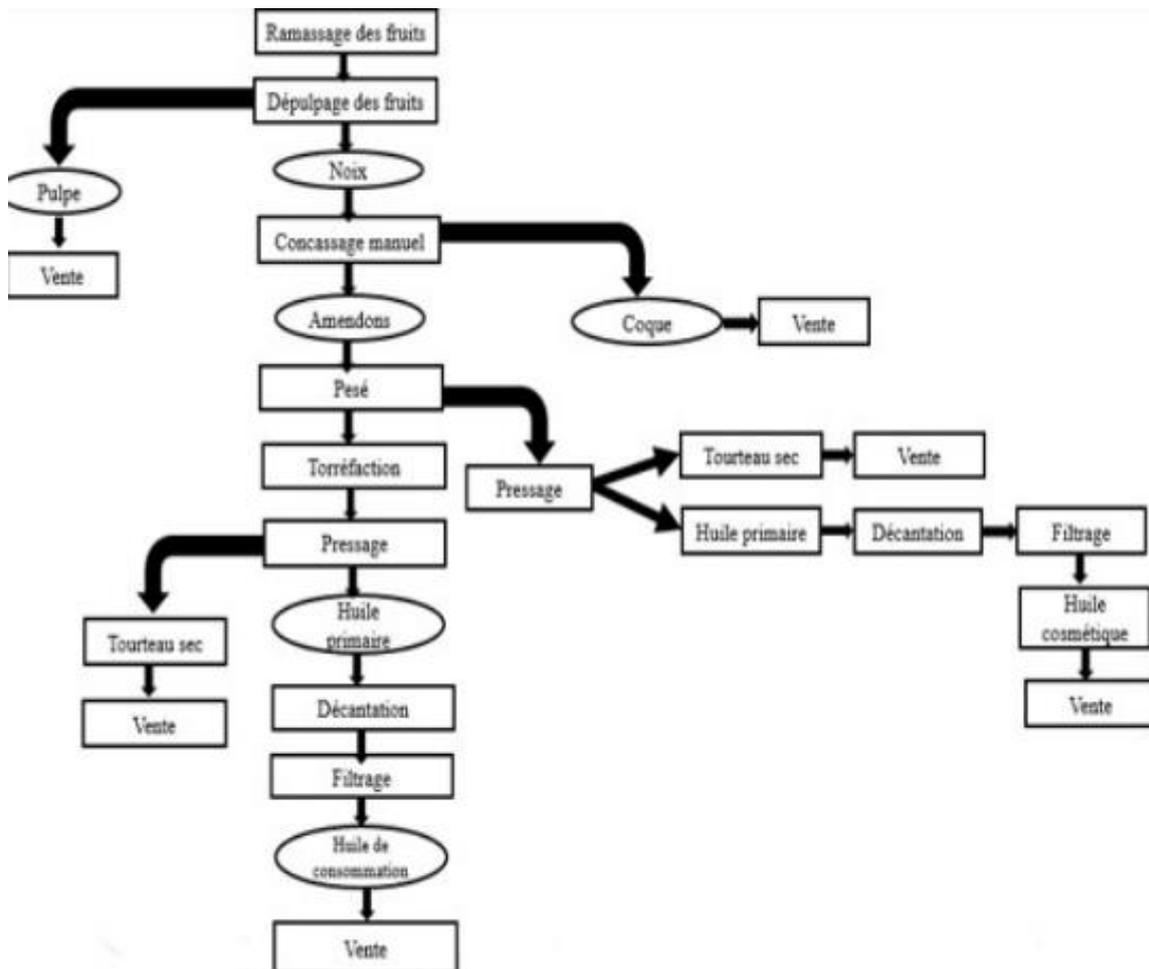


Figure 10: Procédé semi industriel de la fabrication de l'huile d'argan (Charrouf, 1991)

3.2.3. Extraction industrielle

Étant donné que les qualités organoleptiques de l'huile d'argan ne sont pas appréciées par les consommateurs, elle est principalement utilisée dans le domaine pharmaceutique ou

cosmétique. Les amandes sont soigneusement séparées des débris du péricarpe avant d'être broyées en poudre à l'aide d'un broyeur à meule ou à cylindre. Afin d'éviter l'oxydation des acides gras dès le premier stade de l'extraction, la poudre est ensuite extraite avec un solvant organique de type hydrocarbure qui peut être halogéné (par exemple, l'hexane), en présence d'un antioxydant lipophile (par exemple, le palmitate d'ascorbyle), qui représente entre 0,02 et 0,1 % du poids des amandons. Ensuite, le solvant est évaporé(Adlouni, 2010).Ce processus permet d'obtenir une huile d'argan et d'arganier stable et sans odeur, avec un rendement de 50 à 55 %. Pour compenser les agents protecteurs naturels perdus lors de l'extraction (tocophérols, polyphénols, etc.), certains conservateurs sont souvent ajoutés. (ElMonfalouti et al., 2010)

3.3. Intérêt de l'huile d'argan

L'huile d'argan est depuis longtemps utilisée par les populations locales pour l'alimentation et les soins corporels, voir pour le traitement de certaines pathologies

Voici quelques utilisations actuelles à cette huile : (Radi, 2003).

-Utilisation en dermatologie :En dermatologie, l'huile d'argan est recommandée pour traiter l'acné juvénile, l'eczéma et soulager les manifestations cutanées de la rougeole et de la variole. L'huile d'argan est également utilisée pour traiter les teignes chez les humains et les animaux. De plus, elle est recommandée pour nettoyer et désinfection des blessures.

-Traitement des maladies ORL : Les maux d'oreilles sont traités avec de l'huile d'argan.

-Infection des voix respiratoires : est particulièrement fréquente chez les enfants présentant des symptômes d'infection respiratoire.

-Spasmes intestinaux : L'huile d'argan est recommandée pour soulager les coliques des enfants.

-L'asthénie : L'huile d'argan est recommandée pour ses propriétés fortifiantes dans l'asthénie car elle est reconnue pour donner une grande vigueur à l'organisme.

-Rhumatismes : L'huile d'argan est recommandée pour traiter et soulager les douleurs rhumatismales. Pour ce faire, tremper du pain dans de l'huile pure le matin au petit déjeuner est recommandé

Chapitre 4 :

Généralités sur les

microorganismes

Chapitre 4 : Généralités sur les microorganismes

4.1. Description des bactéries étudiées

4.1.1. Bactéries à Gram positif

Les bactéries qui retiennent le cristal violet dans le procédé de coloration de Gram sont appelées bactéries Gram positives. En taxinomie bactériologique, se sont des bactéries enveloppées d'une membrane plasmique, doublée d'une épaisse paroi de peptidoglycane et dépourvues d'une membrane externe. On peut citer :

- *Staphylococcus aureus*

Bactéries appartenant à la famille des Micrococcaceae (les staphylocoques), ce sont des cocci (forme arrondie) à Gram positif avec un diamètre de 0,5 à 1,5 μm , de forme non sporulée, qui tendent à se grouper en paires, petites chaînes. Elles sont habituellement non capsulées, ou possédant des capsules limitées. Non mobiles, elles sont anaérobies facultatives (**Paul singleton, 1999**). *Staphylococcus aureus* représente l'agent commun des infections postopératoires, de blessures, d'endocardite aiguë, d'intoxication alimentaire (**Dworkin et Falkow, 2006**). Les staphylocoques sont des bactéries qui colonisent très largement la peau et les muqueuses (couche de cellules recouvrant l'intérieur des organes creux). Ils sont responsables d'infections diverses superficielles ou profondes, mais également d'intoxications et d'infections urinaires (**Paul singleton, 1999**).

4.1.2. Bactéries à Gram négatif

Ce type de bactéries ne retient pas le violet de gentiane dans le procédé de coloration de Gram. Elles sont enveloppées d'une membrane plasmique, d'une mince paroi de peptidoglycane, et d'une membrane externe. On retrouve :

- *Escherichia coli*

Appartenant à la famille des Enterobacteriaceae, c'est une bactérie à Gram négatif, commensal du tube digestif de l'Homme et de l'animal, de forme non sporulée, de type aérobie facultative, généralement mobile grâce aux flagelles (flagellés péritriches), (**Paul singleton, 1999**). Sa longueur varie de 2 à 6 μm , alors que sa largeur est de 1,1 à 1,5 μm , c'est la bactérie la plus impliquée dans les infections aiguës d'appareil urinaire, elle provoque

également les diarrhées d'été, diarrhée infantile et les intoxications alimentaires (**Percival, 2004**)

4.2. Description des champignons étudiés

Les champignons ou « mycètes » ou « fungi » sont des organismes eucaryotes qui n'ont pas d'organisation tissulaire et dont la masse cytoplasmique est enfermée dans une structure pariétale rigide qui constitue le thalle ou mycélium

4.2.1. La souche fongique *Candida albicans*

Le genre *Candida* compte les levures pathogènes les plus fréquentes. Elles provoquent des affections cosmopolites atteignant la peau, les ongles, les cavités naturelles et les divers viscères par hémodyssémination (**Bouchet et al., 2005**). Ce sont des champignons, le plus souvent arrondies, globuleux et à bourgeonnement multiple. Ils ont une surface cireuse avec une couleur blanc-cassée à crème. *Candida albicans* se trouve dans les cavités naturelles de certains animaux et de l'homme. En pathologie cette levure est la cause, de 70 à 80 % des cas de candidoses humaines (**Bouchet et al., 2005**)

4.2.2. Les souches fongiques *Fusarium*

Les espèces de *Fusarium* sont omniprésentes et peuvent être trouvées dans le sol, dans l'air et sur les plantes. Le *Fusarium* est surtout connu étant associé aux récoltes de céréales et à la poussière de grains (seigle, orge, maïs, avoine, blé et sarrasin).

Matériel et méthodes

1. Présentation de La zone d'étude

La région de Tindouf détient une position géostratégique importante dans la partie Sud-Ouest de l'Algérie, englobant une superficie de 158,874 km², équivalant à 6,67 % de la superficie totale du pays. Elle partage ses frontières avec le Maroc au nord, la wilaya de Béchar au nord-est, le territoire du Sahara Occidental à l'ouest, la wilaya d'Adrar à l'est et la Mauritanie au sud. (Ould Safi, 2014)

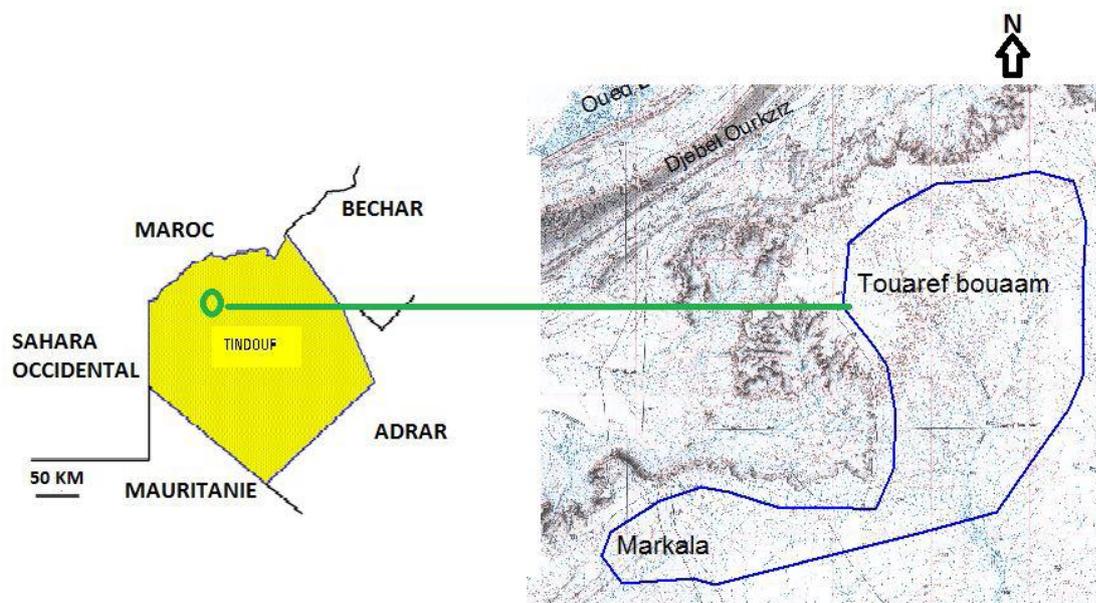


Figure 11: Situation géographique de la Wilaya de Tindouf et localisation de la zone d'étude (Ould Safi, 2014)

2. Méthode d'échantillonnage

2.1. Récolte

Les graines de l'arganier utilisé dans notre extraction d'huile est récolté durant le moins d'Octobre 2022 de la région de Tindouf, Algérie.

2.2 Préparation de l'échantillon

- **Séchage** : une fois les fruits arrivent à maturité, ils sont récoltés puis séchés.
- **Dépulpage** : L'opération consiste à épilucher le fruit sec manuellement.
- **Concassage** : Il se fait avec deux pierres, l'une sert comme support, l'autre comme marteau selon un plan de clivage.

2. Procédé d'extraction (extraction par solvant)

En premier lieu, une quantité d'essai de 40 g de l'échantillon (composé des amandons et des coques) est placée dans la cartouche en cellulose dans l'appareil de Soxhlet (figure 12). Le ballon est rempli jusqu'à 75% de sa capacité, en utilisant 160 ml d'hexane comme solvant d'extraction. Le solvant est récupéré sous vide à l'aide d'un rotavapor (figure 13). Ensuite, l'huile est étuvée afin de d'évaporer les traces restantes de l'hexane. L'huile est ensuite pesée et conservée à 4°C.

De cette manière, nous sommes en mesure d'évaluer la quantité d'huile présente dans les noix et leur enveloppe.

Aussi, l'impact de la durée de rétention dans le dispositif Soxhlet sur la production d'huile a été évalué. Les temps d'essai ont été compris entre 4 et 5 heures.



Figure 12. Soxhlet



Figure 13. Rota vapeur

4. Rendements en huile par rapport à l'amande et la coque

Le rendement en huile est déterminé après l'extraction. Il exprime le pourcentage d'huile obtenu par rapport à la quantité d'amande et coque utilisé durant l'extraction. Le rendement est calculé en se basant sur la forme suivante :

$$\text{Rdt. \%} = H/A * 100$$

H : Quantité, en gramme d'huile obtenu par extraction.

A : Prise d'essai, en gramme d'amande ou coque utilisé.

Rendement en huile extraite par rapport à la matière sèche :

$$H \% (Ms) = (A-B)/m * Ms / 100 * 100 \text{ (Kouidri, 2008)}$$

5. Teste des activités biologiques

5.1. Activités antimicrobienne

5.1.1. Les souches testées

Le tableau suivant présent les souches bactériennes et les champignons utilisé dans notre activité antimicrobienne :

Tableau 1: Les souches bactériennes et les champignons

	Bactéries	Code
Gram positif	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 6528
	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 43300
Gram négatif	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 8739
	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922
levure	<i>Candidat albicans</i>	ATCC 10237
	<i>Candidat albicans</i>	ATCC 10231
Champignon	<i>Fusarium solani</i>	WG973093
	<i>Fusarium oxysporum</i>	MG973.96

5.1.2. Activité antibactérienne de l'huile végétale de l'arganier

5.1.2.1. Préparation de milieu de culture (Mueller-Hinton)

Tout d'abord, afin de préparer le milieu Mueller-Hinton en gélose, il convient de dissoudre 39 g de poudre de gélose (figure14) dans 500 ml d'eau distillée, dans un erlenmeyer placé sur une plaque chauffante agitatrice (figure15). Ensuite, la gélose ainsi préparée doit être versée dans des flacons et stérilisée dans un autoclave à 120°C pendant 20 minutes, avant d'être conservée dans un réfrigérateur à une température de 4°C. Avant utilisation, le milieu Mueller-Hinton doit être fondu dans un bain marie à une température de 95°C, puis coulé dans des boîtes de pétri sur une épaisseur d'environ 2 ml (soit environ 7 ml par boîte), (figure16).



Figure 14: Plaque chauffante

...

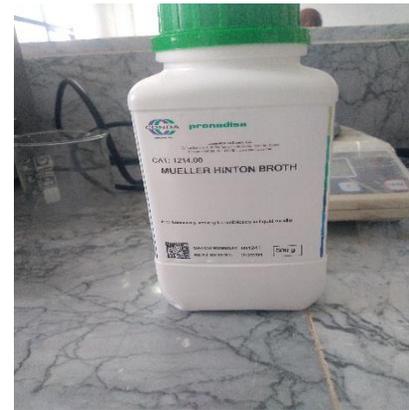


Figure 15: Poudre de MH



Figure 16: Coulage de boîtes

5.1.2.2. Préparation de l'inoculum bactérien

La préparation de l'inoculum consiste à sélectionner 3 colonies de bactéries (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Candida albicans*) à l'aide d'une pipette pasteur, puis à les transférer dans un tube stérile contenant 9 ml d'eau physiologique. Les concentrations bactériennes de l'inoculum sont déterminées par la mesure de la densité optique (DO) à une longueur d'onde de 625 nm à l'aide d'un spectrophotomètre. Une DO comprise entre 0,08 et 0,1 correspond à une concentration de 10^8 UFC/ml.

5.1.2.3. L'ensemencement

Après avoir préparé l'inoculum, on procède à l'ensemencement en utilisant un écouvillon stérile pour prélever des colonies bactériennes que l'on place dans 9 ml d'eau physiologique. Ensuite, on immerge l'écouvillon stérile dans la suspension bactérienne avant

de l'ensemencer sur la surface de MH en effectuant des striures serrées en haut et en bas.(Figure17).



Figure 17: L'ensemencement

5.1.2.4 La dilution de l'huile avec DMSO et méthode de puits

La première étape consiste à mélanger l'huile végétale d'argan avec la solution DMSO à quatre concentrations différentes (1 ml de DMSO pour 200 mg d'huile végétale, 1 ml pour 100 mg, 1 ml pour 50 mg et 1 ml pour 25 mg) (Loffi *et al.*, 2015). Ensuite, des puits de 3 mm sont créés à l'aide d'embouts stériles. Dans chaque puits, 40 ul de chaque concentration d'huile végétale sont déposés (figure18), puis les boîtes sont incubées à 37°C. (Figure19).



Figure 18: Préparation des concentrations

L'effet inhibiteur se manifeste par la formation d'une zone d'inhibition après une période d'incubation de 18 à 24 heures à une température de 37°C.

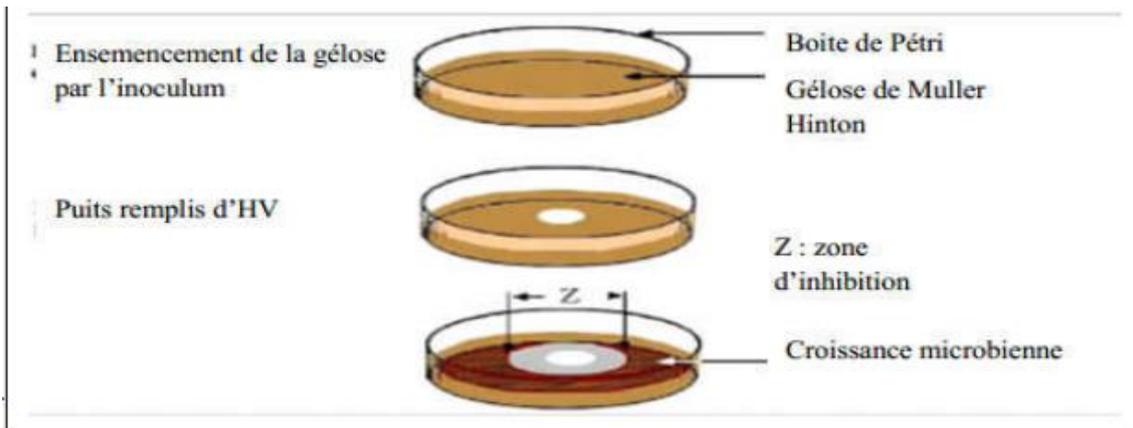


Figure 19: Schéma illustrant la méthode des puits

Les résultats de l'effet antibactérien sont évalués en fonction du diamètre de la zone d'inhibition. La souche présentant un diamètre :

- $D < 0.8\text{cm}$: Souches résistante (-)
- $0.99\text{cm} < D < 1.4\text{cm}$: Souches sensible (+)
- $1.5\text{cm} < D < 1.9\text{cm}$: Souches très sensible (++)
- $2\text{mm} < D$: Souches extrêmes sensible (+++) (**Ponce et al., 2003**)

5.1.2.5. *Incubation*

Les boîtes ont été mises à 4 C pendant 4 h pour assurer la diffusion de l'HV testée dans le milieu ensemencé, puis incubées dans l'étuve à 37 C pendant 24h (Figure19). L'activité antimicrobienne est déterminée en mesurant le diamètre de la zone d'inhibition autour de chaque puits .une huile est considéré actif lorsqu'on mesure une zone d'inhibition autour de chaque puits dont le diamètre est supérieur à 5 mm En parallèle, des boîtes de pétri contenant le milieu Muller Hinton on été ensemencées avec les souches et testées leur sensibilité.



Figure20: Incubation

5.1.3. Activité antifongique de l'huile végétale de l'arganier

Le protocole utilisé dans l'activité antifongique de l'huile d'argan vis-à-vis *fusarium1* et *2* est quasiment le même protocole utilisé dans l'activité antibactérienne dans les parties suivantes

5.1.3.1. Préparation de la suspension fongique et milieu de culture

A partir d'une culture de 7 jours sur le milieu PDA, une suspension fongique est préparée ou on a dissoudre 39 g de poudre PDA dans un 1 L d'eau distillée, puis placer dans un agitateur plaque chauffante jusqu'à dissolution complète, enfin le milieu préparé est stérilisé à l'autoclave à la température de 121°C pendant 15 min.(figure16).



Figure 21. Poudre de PDA

5.1.3.2. Dépôt des disques

On a ajouté 19 ml de milieu de PDA avec 1 ml de chaque dilution de nos deux huiles végétal dans les boîtes pétris et cela Dans des conditions aseptiques là où on a déposé l'aide d'une pince stérile, des disques de papier Wattman inoculé avec la suspension fongique. Les boîtes sont incubées à 28°C pendant 8 jours (Rožman et Jeršek, 2009).

5.1.3.3. Incubation

L'incubation se fait à une température ambiante pendant 8 jours

5.1.3.4. Evaluation de l'activité antifongique de l'huile végétale de l'arganier par la méthode de diffusion ou des aromatochromogrammes

La méthode des aromatochromogrammes est une technique qui a été également utilisée pour évaluer l'activité antifongique des huiles à tester. Cette méthode repose sur le pouvoir migratoire des huiles sur un milieu solide à l'intérieur d'une boîte de Pétri. Cette méthode nous permet de mettre en évidence l'effet antifongique des deux huiles sur les deux souches fongiques citées précédemment. La méthode de diffusion des disques appliquée est celle décrite par **Mayachiew et Devahastin (2008)**, **Gachkar et al. (2006)** et **Hussain et al. (2010)**.

Dans cet essai on a utilisé également un fongicide (Terbinadine) afin de les comparer avec nos huiles.

5.1.3.5. Expressions des résultats

Après 8 jours, les observations sont faites. L'absence de la croissance mycélienne se traduit par un halo translucide autour du disque dont le diamètre est mesuré (y compris le diamètre de disque de 5 mm). Les résultats sont exprimés en mm (**Rasooli et al., 2008**)



Figure 22. Préparation de milieu avec l'huile



Figure 23. Souche de fusarium

5.2. Méthodes d'évaluations de l'activité antioxydante

5.2.1. Méthode de DPPH

a) Principe

Le test au 2,2-diphényl-2-picryl-hydrazyle (DPPH°) est réalisé par la méthode décrite par **Ammar et al., (2009)**, qui permet de mesurer le pouvoir réducteur par le calcul de l'IC50 des substances antioxydantes contenues dans les deux extraits. Le DPPH est un radical libre de couleur violette qui devient jaune quand il est réduit par un donneur de proton H+.



Où AH est un composé capable de céder un H+ au radical DPPH. C'est une méthode largement utilisée dans l'étude de l'activité antioxydante. Le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) se caractérise par sa capacité de former des radicaux libres stables. La présence de ces radicaux (DPPH) donne lieu à une coloration violette foncée de la solution, qui absorbe aux environs de 517 nm. La réduction des radicaux DPPH par un agent antioxydant entraîne une décoloration de la solution (**Ammar et al., 2009**).

b) Mode opératoire

Des séries de concentrations d'huile d'argan totale (H) dans l'éthanol, 56 µl de chacune sont ajoutés à 5 ml d'une solution de DPPH à 0,1 mM. Pour chaque concentration un blanc est préparé (56µl d'huile d'argan+ 5 ml solvant correspondant). Le contrôle est préparé en parallèle, en mélangeant 56 µl du solvant avec 5 ml de DPPH. Après une période d'incubation de 30 min à 25 °C, l'absorbance a été lue à 517nm voir annexe . L'inhibition du radical libre de DPPH en pourcentage (% I DPPH) a été calculée par la formule suivante :

$$\% \text{ I DPPH} = \left[\frac{\text{AC} - \text{AE}}{\text{AC}} \right] \times 100$$

AC: absorbance du contrôle. **AT** : absorbance de l'échantillon testé.

L'activité antioxydante est comparée à celle de l'acide ascorbique (AA).

Résultats et discussion

Résultats et discussion

1. Détermination du rendement de l'huile d'argan (amandons, coque)

Dans notre activité, la récupération de l'huile d'argan extraite de l'amandon et de la coque d'*Argania spinosa* est effectuée selon le procédé manufacturier. Le rendement obtenu est présenté dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Rendements des différents compartiments de l'*argania spinosa*

Echantillon		Rendement
<i>Argania spinosa</i>	Amandons	30.66%
	Coque	44.43 %

D'après les résultats représentés dans le tableau N°03, nous pouvons déduire que notre plante étudiée contient effectivement des huiles végétales et les rendements en huile des différentes parties étudiées comme celle de la pulpe externe du fruit de l'arganier ou ils sont les plus élevés avec un taux estimé à (44,43%), suivi de celle des amandons (30,66%).

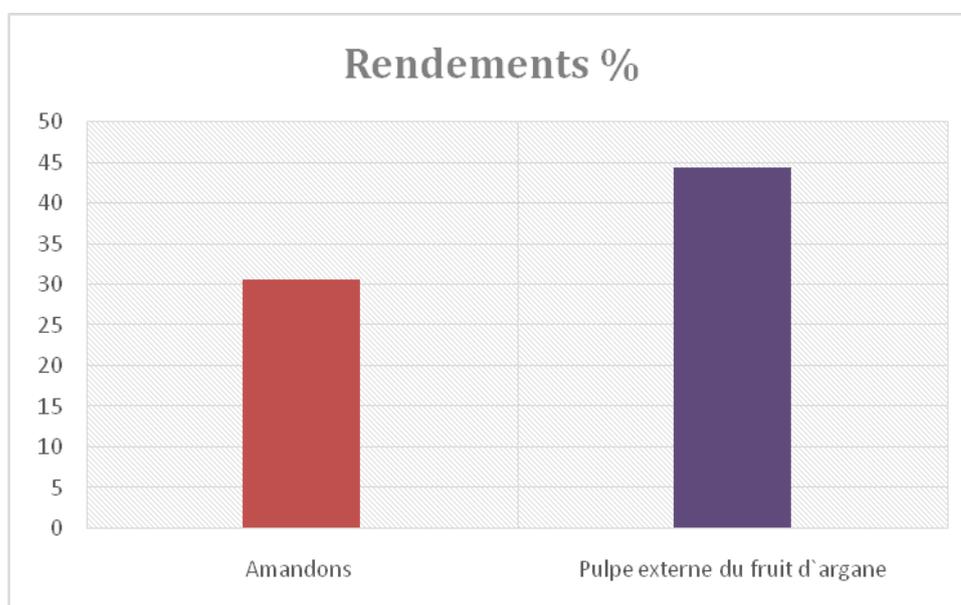


Figure 24: Représentation graphique des différents rendements de l'espèce d'*Argania spinosa*

Selon la (Figure 19), les résultats des rendements enregistrés sont comparables à ceux obtenus dans d'autres études. En effet, le rendement en huile végétale des amandons de

L'argania spinosa est de 30.66%, ce résultat est inférieur à celui de **Kouidri (2008) et Lotfi et al., (2015)** avec (55% et 39%) respectivement. Tandis qu'une autre étude faite par **Hamia (2007)** sur la même espèce et la même région a trouvé un rendement de 3%, ce résultat est nettement inférieur à le nôtre. Cette constatation en variation de rendement pourraient être expliquées par le stade de développement végétatif de la plante, la saison de la récolte, la technique d'extraction, le solvant utilisé, la technique de séchage, de conservation, le substrat qui est le sol ainsi que quelques facteurs climatiques et édaphiques. (**Perry et al., 1999 ; Belabid, 2014 ; Quy Diem Do et al., 2014**)

2. Caractéristique organoleptique de l'huile d'argan

Le tableau suivant présente les caractéristiques organoleptiques de l'huile d'argan obtenu (les amandons, les coques) :

Tableau 3 : caractéristiques organoleptique de l'huile d'argane

Caractéristique organoleptique	L'huile végétale d'argan	
	Amandes	Coque
Aspect	Liquide visqueux	Liquide visqueux
Couleur	Jaune	Brune
Odeur	Faible de noisette	Faible de noisette
Toucher	Gras	Gras
Gout	Amer	Amer

3. Activité antimicrobienne de l'huile végétale de l'arganier

3.1 Activité antibactérienne

Les résultats de notre étude est présente dans le tableau 4 et annexe suivant :

Tableau 4 : activité antimicrobienne d es huiles végétales de l'arganier

	Le diamètre inhibition en mm							
	Amandons				Coques			
	25 mg/ml	50 mg/ml	100 mg/ml	200 mg/ml	25 mg/ml	50 mg/ml	100 mg/ml	200 mg/ml
<i>Echerichia coli</i> ATCC8739	9	9	10	18.5	6	8	6	8
<i>Echerichia coli</i> ATCC2522	7	7.5	9.5	8	8	7.5	10	8.5
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC6528	7	8.5	10	16.5	11	11	13.5	19
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC4330	8.5	10.5	12.5	16	9.5	10.5	12	14
<i>Candidat albicans</i> ATCC10237	-	6	8.5	-	-	-	10	-
<i>Candidat albicans</i> ATCC10231	7	10.5	14.5	-	-	7	12.5	17

Considérant l'activité antibactérienne, les diamètres d'inhibitions obtenus montrent une importante variation aussi bien au niveau des deux huiles. Selon les résultats trouvés dans les deux tableaux, *Echerichia coli* (ATCC 8739) est une souche sensible à l'huile végétale d'argan (amandon) et résistante à l'huile de la coque externe du fruit d'arganier par contre *Echerichia coli* (ATCC25922) est une souche résistante à les deux huiles (amandon et la

coque du fruit). De plus la souche de *Staphylococcus aureus* est une souche sensible à l'huile d'amandon et excrément sensible à l'huile de la coque externe du fruit.

Tandis que, *Candidat albicans*(ATCC10237) est une souche résistante aux deux huiles (amandon et celui de la coque externe), par contre *Candidat albicans* (ATCC10231) est une souche très sensible aux deux huiles.

D'après les résultats obtenus, on remarque que l'huile d'argan (amandon et la coque) présente une activité antibactérienne vis-à-vis les souches testées (*Echerichia coli* ATCC8739, *Echerichia coli* ATCC25922, *Staphylococcus aureus* ATCC6528, *Staphylococcus aureus* ATCC43300, *Candidat albicans* ATCC10237, *Candidat albicans* ATCC10231). Ces résultats sont différentes de celui trouvés par **Dakiche (2017)** qui n'a trouvé aucune activité antibactérienne vis-à-vis les même souches testées.

De plus, l'étude de **Lotfi et al., (2015)** sur l'espèce d'*Argania spinosa* de la région de Bechar, a trouvé que l'huile d'argan présente une activité antibactérienne importante avec la souche bactérienne *Staphylococcus aureus* et aucune activité avec la souche de *Echerichia coli*.

Selon **Kechebar et al., (2017)** a trouvé que son huile ne présente aucune activité antimicrobienne vis-à-vis la souche *Echerichia coli* ATCC 35218 et *Staphylococcus aureus*ATCC 29213 ainsi la levure *Candida albicans*

1.8 Activité antifongique

Les résultats de l'effet de l'huile végétale de l'amondon et celui de la coque externe de l'*Argania spinosa* sur la croissance de *Fusarium oxysporum* sont résumés dans le tableau n°4

Tableau 4 : Activité antifongique du *Fusarium oxysporum* des huiles végétales de amondons et la coque externe de Argan

Jrs	Tem	HVA				HVC			
		200mg/ml	100mg/ml	50mg/ml	25mg/ml	200mg/ml	100mg /ml	50mg/ml	25mg/ml
J1	15	/	/	/	/	/	7	8	9
J2	29	13	12	12	12	13	14	21	16
J3	38	21	19	20	21	20	19	28	19
J4	41	20	15	10	19	22	25	26	15
J5	54	20	15	15	20	20	28	20	18
J6	66	21	25	23	23	20	28	18	20
J7	71	21	21	15	15	13	20	14	25
J8	80	15	20	20	15	20	22	21	20

En présence de l'HVA dans le milieu, la colonie de ce champignon présente des diamètres inférieurs à ceux observés dans le milieu témoin (*Fusarium oxysporum*+PDA) pendant les 8 jours d'incubation ; ce qui traduit que l'HVA et l'HVC possèdent une bonne activité vis-à-vis de la souche de *Fusarium oxysporum* . avec des diamètres d'inhibitions de 12-25mm et 7-25 mm respectivement. Nos résultats sont désaccord avec ceux rapportés par **Charrouf et Guillaum, (1999)** qui ont révélé l'absence d'activité antifongique d'huile d'argan contre *Candida albicans*

Les résultats de l'effet des huiles végétales d'amondon et l'huile végétale de la coque externe de l'arganier sur la croissance de *Fusarium Solani* sont résumé dans le tableau n°4

Tableau 5: Activité antifongique du *Fusarium solani* des huiles végétales de amondons et la coque externe de Argan

Jrs	Tem	HVA				HVC			
		200mg/ml	100mg/ml	50mg/ml	25mg/ml	200mg/ml	100mg/ml	50mg/ml	25mg/ml
J1	14	/	/	/	/	8	/	1	10
J2	28	12	12	11	13	12	14	20	16
J3	39	20	18	19	20	19	20	29	13
J4	42	25	20	19	23	20	21	29	12
J5	51	25	28	13	25	25	18	20	10
J6	62	21	23	12	20	20	18	23	10
J7	78	20	12	11	12	15	18	20	10
J8	90	13	10	11	11	15	17	19	9

En absence de l'HV (témoin) la colonie de *Fusarium solani* montre un diamètre de colonie 39 mm au bout de 3eme jour d'incubation et de 90m au 8 eme jour, en présence de l'HVA la croissance semble s'arrêter au bout de 6 eme jour d'incubation ; cet arrêt de croissance traduit une inhibition exercé par l'HVA a partir de 6 eme jours d'incubation

Fusarium solani présente une croissance limitée en présence de l'HVC, en effet le diamètre de colonie après 2 eme jours d'incubation est seulement de 10mm, et il est de 9m au bout de 8eme jours. Comparé avec sa croissance sur milieu PDA . On a constaté une inhibition importante qui commence à s'exercer au delà de 2 eme jours d'incubation.

Il est noter également l'HV dans le milieu présente une action inhibitrice de la croissance radiale de *Fusarium* et ceci pendant toute la période d'incubation ; le diamètre de colonie dans ce milieu est seulement entre 9-25mm après 8 jours d'incubation.

Ceci indiquait que l'espèce était sensible à toutes les huiles végétales utilisées, notamment l'huile de la coque externe de l'arganier que celui des amandons. et cela peut être dû à la composition chimique de l'huile végétale testée.

Nos résultats sont désaccord avec (**Bouamara et Haddad , 2016**) ceux rapportés par qui ont révélé l'absence d'activité antifongique d'huile d'argan contre *Candida albicans*

A la base de résultats trouvés on peut prédire que nos huiles végétales peuvent servir comme base de lutte biologique.

4. Activité de piégeage des radical DPPH

Un antioxydant est une molécule qui ralentit ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques à leur contact.

Les résultats de l'évaluation de l'activité de piégeage du radical DPPH de l'huile végétale de *Argania spinosa* étudiées sont résumés dans la (figures 5)

D'après la figure5 on remarque que l'activité de piégeage du radical DPPH de l'huile végétale augmente proportionnellement avec l'augmentation des concentrations en huiles mises en présence.

On observe, que l'activité de piégeage du radical DPPH. En effet, à faibles concentrations, notre huile végétale présente une activité de piégeage nettement plus faible que celle de **Dakiche (2017)** étant donné que son IC50 était de 462ug/ml.

De plus, d'autres travaux comme **Kechbar et al., (2017)** ont trouvés une IC50 égale à 10.7mg/ml est ce résultat est supérieur par rapport à le notre et de ce fait on peut dire que son activité est meilleur en la comparant à ce que nous avons trouvé.

Après avoir passé notre huile végétale par la méthode de DPPH nous avons constatés que la plante étudiée possède un pouvoir réducteur moins important que celui de l'acide ascorbique.

Les résultats obtenus montrent que notre huile végétal de l'espèce *d'Argania spinosa* a un effet significatif sur le pouvoir réducteur en captant les radicaux libres et ainsi empêcher leurs proliférations qui sont à l'origine de des beaucoup de dégâts à long terme (**Ethali et Hammou, 2022**)

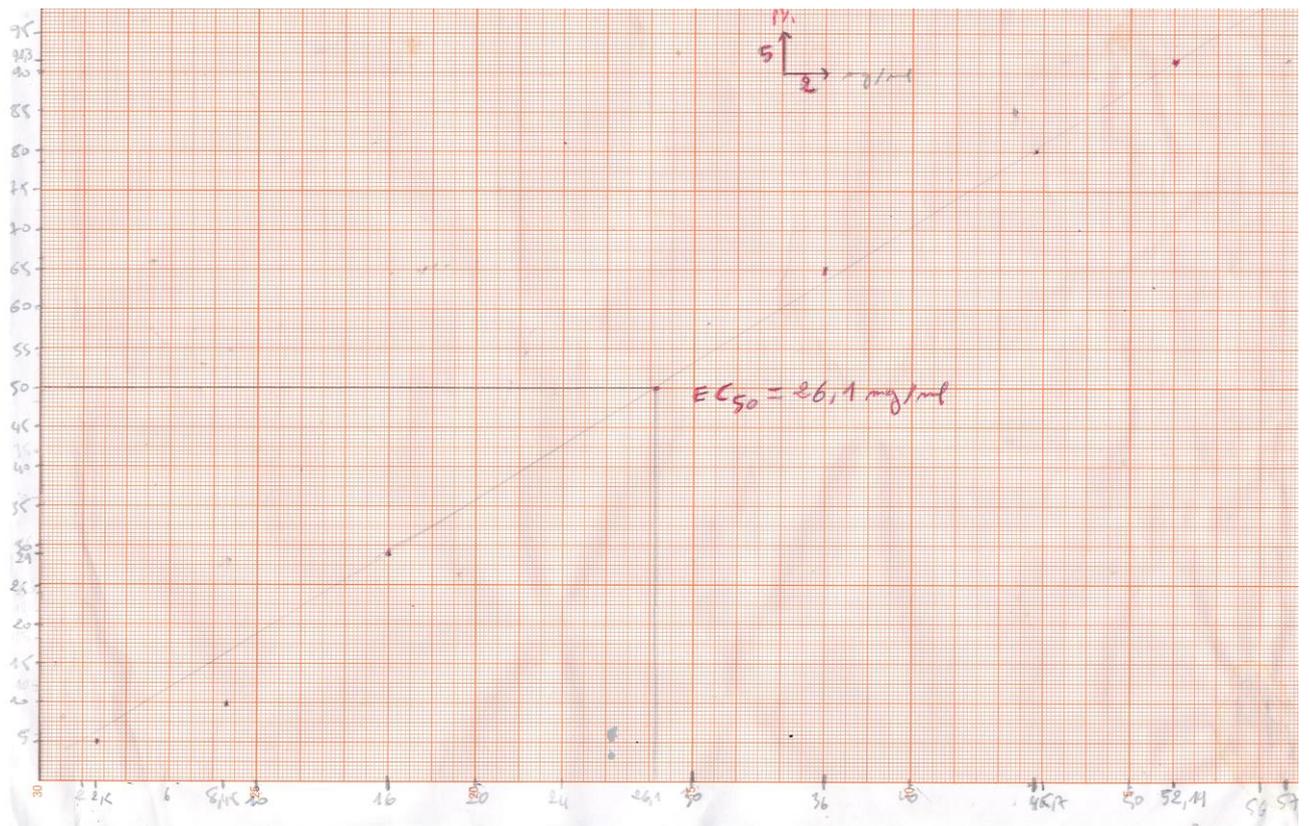


Figure 25 : activité antioxydante de l'huile d'argane *spinosa L*

Conclusion et perspectives

Conclusion

Notre travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation des huiles locales et particulièrement l'huile d'argan, extraite des amandes et de la coque externe de l'arganier de cet arbre endémique du nord-occidental Algérien. La production de cette huile réalisée, à titre expérimental dans notre étude à l'aide de procédé de soxlet. Notre objectif étant de déterminer leurs activités biologiques comme l'activité antioxydante et l'activité antimicrobienne (l'activité antibactérienne et l'activité antifongique) de l'amandon et de la coque) obtenue par la méthode industrielle (extraction à l'aide de solvants).

L'arganier est un arbre sublime, endémique situé dans les zones aride et semi-aride présente des caractéristiques écologiques, physiologiques et génétiques, a une grande importance dans le monde, grâce à leur intérêt écologique, économique, phyto-thérapeutique et cosmétique.

Dans cette étude, nous avons identifié l'extraction d'huile végétale d'argan (amandon et la coque) provenant de la Wilaya de Tindouf (Algérie) en utilisant une méthode industrielle (extraction par solvant). Nous avons également évalué leur activité antimicrobienne, leur activité antibactérienne contre les bactéries *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus* et levure *Candidat albicans* ainsi que leur activité antifongique contre deux types de *Fusarium*. Puis, nous avons mesuré leur activité antioxydant en utilisant le test au 2,2-diphényl-2-picrylhydrazyle (DPPH).

Le rendement de l'huile végétale de l'*Argania spinosa* par l'extraction par solvant, tel qu'obtenu dans cette étude, est de 30,66% de la coque de 43,44%.

Notre étude démontre que l'huile d'argan (Amande et de la coque) peut avoir un effet antibactérien positif envers les souches de référence (*Echerichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*). L'étude a révélé qu'elles sont généralement sensibles, en particulier l'huile de coque.

L'effet antifongique de l'huile végétale de l'*Argania spinosa*, les résultats obtenus sur le champignon *Fusarium* montrent que nos huiles possèdent une action antifongique extrêmement significative

Référence bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Aboudrare, A, Lybbert, T et Magnan, N. (2009).** Le marché de l'huile d'argan et son impact sur les ménages et la forêt dans la région d'Essaouira. Enquête diagnostic, Bulletin mensuel de liaison et d'information du PNTTA, MAPM. 175.
2. **Alaoui, K. (1998).** Toxicité aigüe et chronique, action analgésique et anti inflammatoire des saponines du tourteau d'Arganiaspinosa L. Thèse de doctorat, Université Ain Chock. Casablanca. Maroc
3. **Adlouni, A. (2010).** L'huile d'argan, de la nutrition à la santé. Nutrition, 8: 89–97.
4. **Agouzzal, I. (2019).** Les vertus thérapeutiques de l'huile d'argan : enquête menée alarégion de sous massa au Maroc. Thèses de pharmacie. Faculté de Médecine et de Pharmacie de Rabat.
5. **Bani Aameur, F.(2000).** Phenological phases of Argania spinosa (L.) Skeels flower. For Genetics. ; 7 : 333-8.
6. **Benaradj, A. (2000).** Contribution à l'étude de germination et de la multiplication in vitro de l'arganier (ArganiaSpinosa).
7. **Benkheira, A. (2009).** L'arganeraie algérienne. N° 9 Juin 2009, Numéro spécial.
8. **Ben Menni, H.2019.** caractérisation de l'huile d'argan de l'ouest Algérie et ses activités biologiques. Mémoire vue d'obtenir de diplôme de Master, Université Abou BekrBelkaid« Tlemcen », 62p.
(L) skeels)Thèsed'ing.D'étatenagronomie.Univ.Mostaganem.Pp: 7-8
9. **Benzyane, M., Khatouri, M., 1991.** “Estimation de la biomasse des peuplements d'Arganier. Annales de la recherche forestiere au Maroc”, (1991), 128-140.
10. **Boskou, D., 2002.** “OLIVE OIL. In : Gunstone, F.D., ed. Vegetable oils in food technology, composition, properties and uses”, Oxford : Blackwell Publishing Ltd., (2002), 244-77
11. **Bouchet, P.H., Guignard J.L ; Pou chus, Y.F., Villard, J. (2005).** Les champignons. Mycologie fondamentale et appliquée. Abrégés de Pharmacie, Paris : Masson.
12. **Challot, A. (1988).** L'arganier. Revue de bois. pp : 7-12.
13. **Charrouf, Z. (2002).** L'huile d'argan, une prodigieuse vitalité née au bord du désert. In Espérance médicale, 9 (87).

14. **Charrouf, Z. (1991).** Valorisation d'ArganiaSpinosa (L.)Sapotaceae : Etude de la composition chimique et del'activité biologique du tourteau et de l'extrait lipidique de la pulpe .PhDthesis,University of Rabat ,Maroc.
15. **Charrouf ,Z., Guillaume,D., (2007).** Huile d'argan une production devenue adulte. Article de thèse : Les technologies de laboratoire, N° 6 Septembre – Octobre 2007.
16. **Charrouf,Z and Guillaume, D. (2010).** Argan oil : occurrence, composition and impact on human health. Eur J Lipid Sci. 110 : 632– 636
17. **Chriqi, A., Ballouk, A., Houjjaji, A., Adnan, A., Bacha, L. et Addebbous, R., (2003).** “Huile d’argan : un produit du terroir : quelle stratégie pour sa valorisation ? ”, Terre et Vie, n° 70.
18. **Chaussod,R, Adlouni :A, Christon, R.(2005).** L’arganier et l’huile d’argane au Maroc : vers la mutation d’un système agroforestier traditionnel ? Enjeux et contribution de la recherche. Cahiers Agricultures.; vol. 14, n° 4.
19. **Chevalier, A. (1943).** L'argan, les marmulanos et les noyers, arbre d'avenir en Afrique du Nord, en Marocaine et dans les régions semi-désertiques du globe si on les améliore, Rev. Bot. Appl. Agric. Trop. PP :165-168 et 363- 364
20. **Chevalier, A. (1943).** L'argan, les marmulanos et les noyers, arbre d'avenir en Afrique du Nord, en Marocaine et dans les régions semi-désertiques du globe si on les améliore, Rev.Bot.Appl. Agric. Trop. PP : 165-168 et 363- 364
21. **Debbou,B., Chouana, T. (2003)** Extraction et caractérisation biochimique de l’huile d'argan (Arganiaspinosa L. Skeels). Mémoire d'Ingénieur en technologie alimentaire
22. **Djaballah, F. et Boussaide,A.** Etude comparative entre deux provenances d'Arganiaspinosa."
23. **Dworkin,M M et Falkow,S.** Proteobacteria : Gamma subclass. Ed. Springer, New York, NY, 2006, p. 1248
24. **El Monfalouti, H, Guillaume, D, Denhez, C, Charrouf, Z. (2010).**Therapeutic potential of argan oil: a review. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 62: 1669-1675.
25. **Emberger ,I. (1960).** les végétaux vasculaires. masson, paris, tome ii, 1540 p.
26. **Emberger, L.(1925).** A propos de la distribution géographique de l’arganier. Bulletin de la Société des sciences naturelles et physique du Maroc.4 (7) :151- 153
27. **Faouzi, H. (2006).** L’arganier caractéristiques botaniques et phrénologiques, espaces marocains, Pp.1- 11. (18).

28. **Faouzi, K., Rharrabti, Y., Boukroute, A., Mahyou,H., Berrichi,A., (2015).** Cartographie de l'aire de répartition de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) dans la région orientale du Maroc par le G.P.S. combiné au S.I.G. « Nature & Technologie ». C-Sci. de l'Envir., (12) : 16 à 24.
29. **Gachkar, L. Yadegari, D. Rezaei, M.B. Taghizadeh, M. Astaneh, S.A. and Rasooli, I. (2006).** Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Food Chem.*, 102: pp.898-904.
30. **Guilloton, M. et Quintard, B., (2002).** “Biochimie”, Dunod (Eds.), Paris, (2002).
31. **Henry, F., Laure, P., Charrouf, Z., Pauly, G., et Flaconnet, G., (2006).** “Bois et forêts des tropiques. Arbre utiles, valorisation des feuilles d'arganier : impact environnemental”, 42 p
32. **Hossain, M.A. Ismail, Z. Rahman, A. and Kang, S.C. (2010).** Chemical composition and antifungal properties of the essential oils and crude extracts of *Orthosiphon tamineus* Benth. *Industrial Crops And Products* 2, 7: pp. 328-334
33. **Kechairi R. Abdoun F., (2016).** État des lieux cartographiques de l'arganier \square *Argania spinosa* (L.) Skeels (Sapotaceae) en Afrique Nord-Occidentale (Algérie et Sahara Occidental), *International Journal of Environmental Studies*, 1029-0400.
34. **Kechairi R. et Lakhdari I., (2002).** Contribution à l'étude de l'arganier *Argania spinosa* (L.) Skeels. Essais de multiplication par semis au laboratoire Mascara. Thèse Ing. D'Etat en Biologie. Option : E.V.E.C.U.Mascara. pp : 67.
35. **Kouidri, M. (2008).** Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile d'argan provenant d'arbres cultivés dans deux régions de l'Algérie (Tindouf et Mostaganem). Mémoire vue de l'obtenir de diplôme de Magister, Université Hassiba Ben Bouali « Chlef », 42-45p.
36. **Kouadri, M.K. (2003).** Etude germination des graines d'arganier traitées à l'eau chaude et l'eau froide, semés en pépinière, INRF Station de Chlef .Algérie
37. **Lakhdari, A et Kechairi, R. (2011).** La faune de l'arganier de Tindouf (Algérie). Actes du séminaire international sur la biodiversité faunistique en zones arides et semi-arides, 207.
38. **Legrand, P., Bourre, J.M., Descomps, B., Durand, G. et Renaud, S. (2001).** “Lipides. In : Martin A, ed. Apports nutritionnels conseillés pour la population française”, Paris, Lavoisier Tec & Doc, (2001), 63-82.

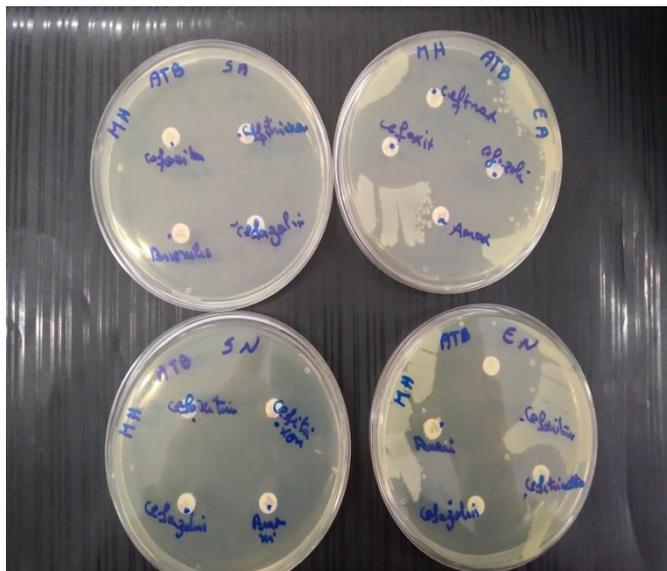
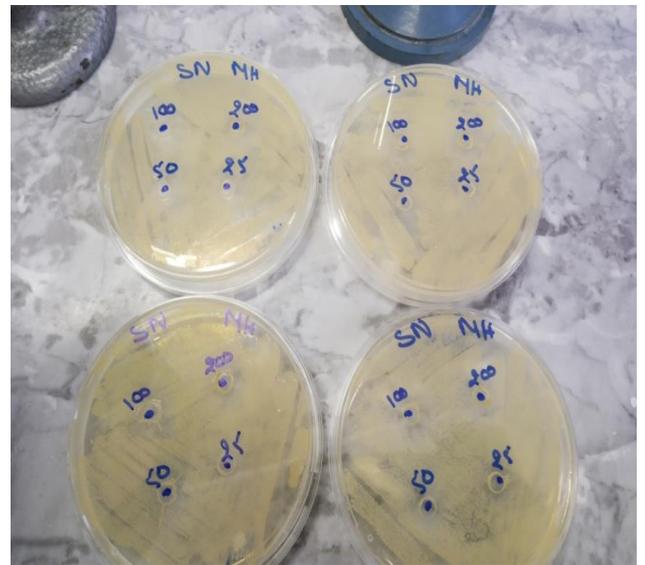
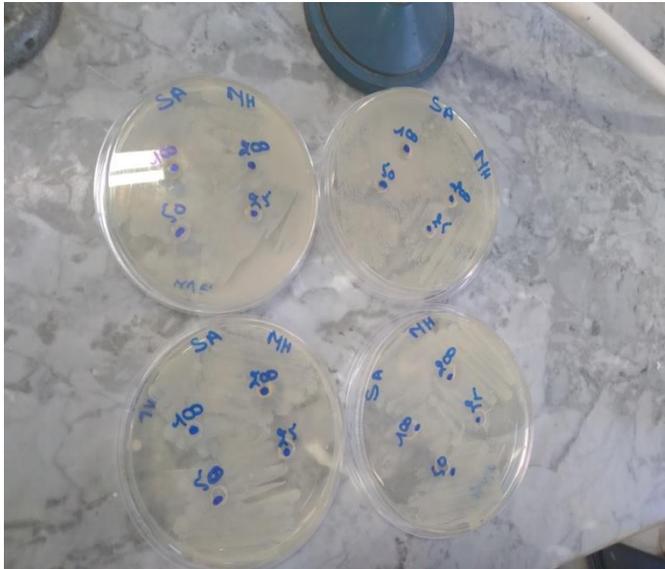
39. **Lewalle J., (1991).** L'arganier un arbre exceptionnel. Magazine royale Air Maroc. 53, 12-14.
40. **Lotmani B., Chouieb M., Boudjmaa M., (2002).** Germination et potentialités organogénèses des embryons d'arganier (*Arganiaspinosa* (L.) Skeels) culture in vitro. Revue « Sciences et Technologie », Univ. Mentouri- Constantine, N° 18 décembre 2002, 101-105
41. **Mayachiew, P. Devahastin, S. (2008).** Antimicrobial and antioxidant activities of Indian gooseberry and galangal extract. *Food Science and Technology*41: pp. 1153-1159.
42. **M'hirit, O., M. Benzyane, et al., (1998).** L'Arganier : Une espèce fruitière-forestière a usages multiples, Mardaga Kechebar, M. S. A. "Caractérisation de l'arganier (*Argania spinosa* L.) en Algérie et impact de la salinité.
43. **M'hirit, O., Benzyane, M., Benchakroune, F., El yousfi, S.M. et Bendaanoun, M., (1998).** "L'arganier une espèce fruitière-forestière a usages multiples", I.S.B.N. pierre Mardaga Belgique. (1998), 11 p.
44. **Milagh, M ., (2007).** L'arbre vert du désert menacé. El Watan, p21
45. **Msanda F., El aboudi A., pelitier J.P. (2005)** biodiversité et biogéographie de l'arganeraie marocaine. Cahier agriculture, 14 (4) : 358, Maroc.
46. **Naudet, M., Soulier, J. et Farines, M., (1992).** "Principaux constituants chimiques des corps gras. In : Karleskind A, ed. Manuel des corps gras", V.1, Paris : Lavoisier Tec & Doc, 65-115.
47. **Nouaïm R., Chaussod R., Yacoubi B., (1995).** Effet de la mycorhization sur six clones d'arganier multipliés par bouturage. Bulletin de recherche forestière du Maroc. Etudes sur l'arganier, Essaouira 29-30 septembre 1995, pp : 7-11.
48. **Nouaïm, R., Chaussod, R., El Aboudi, A., Schnabel, C et Peltier J. P. (1991)..** L'arganier, Essai de synthèse des connaissances sur cet arbre. In : physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides. Ed. Groupes d'études de l'arbre, Paris, pp : 373-388.
49. **Nouaïm, R. et Chaussod, R. (1993).** "L'arganier (*Argania spinosa* (L) Skeels) ", Le Flamboyant bulletin de liaison des membres du réseau arbres tropicaux n°27.
50. **Nouaïm, R. (2005).** "Biologie de l'arganier : Exemple de programme scientifique à vocation appliquée. In : Actes des Journées d'étude sur l'Arganier", Groupement d'études et de la recherche pour la promotion d'Essaouira (G.E.R.P.E)

51. **Ould Safi, M. (2014).** Caractérisation et état sanitaire de l'arganeraie de Tindouf. Mémoire en vue d'obtenir du diplôme de Magister, Université Abou BekrBelkaid « Tlemcen », 12p.
52. **Singleton, Paul. (1999).** Bactériologie, 4^{ème} édition, Dunod, Paris.
53. **Percival S.L (2004).** Microbiology of waterborne diseases. Ed. Elsevier Academic Press, Amsterdam; Boston, , p. 480.
54. **Ponce, A.G; Fritz, R; Valle, C.E et Roura, S.I. (2003).**Antimicrobial of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Lebensmittel-Wissenschaft-Technologie*, 36: 679-684.
55. **Quezel, P. et Santa, S. (1963).** Nouvelle Flore de l'Algérie et régions désertiques méridionales. Edi.S.N.R.S. Paris. Tome II. PP : 573-1170
56. **Radi,N. (2003).** L'arganier.arbre du sud-ouest marocain,enpéril,àprotéger. Thèse Univ. Grenoble.
57. **Rasooli, L. Rezaei, M.B. Allameh, A. (2006).**Ultra structural studies on antimicrobial efficacy of thyme essential oils on *Listeria monocytogenes*. *International journal of infectious diseases*, 10(3), 236-241.
58. **Rouhi, R. (1991).** Anatomie de l'arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels). In : colloque international sur l'arganier. Agadir. Pp, 100 – 103.
59. **Rož man et Jeršek, (2009).** Antimicrobial activity of rosemary extracts (*Rosmarinus officinalis* L.) against different species of *Listeria*. *ActaagriculturaeSlovenica*, Vol. 93; N° 1, pp.51-58.
60. **Sandret F.G., (1957).** Etude préliminaire des glucides et du latex de la pulpe du fruit d'Argan Variation au cours de la maturation. *Bull. Soc. Chim. Biol*, , 619-631.
61. **Scriban, R.(1999).** "Biotechnologie", Ed tec et doc., 613p.
62. **Slimani, H., (1996).** Contribution à l'étude de l'arganier (*Argania Spinosa* (L.) Skeels) de deux provenance Tindouf-Mostaganem (Etude expérimentale sur la germination des graines et extraction d'huile d'argan).Mémoire d'ing. État en Agronomie, F.S.A. Univ. Sidi bel-Abbés, 102p.
63. **Slimani, H. (1996).** Contribution à l'étude de l'arganier (*Argania Spinosa* (L.) Skeels) de deux provenance Tindouf-Mostaganem (Etude expérimentale sur la germination des graines et extraction d'huile d'argan).
64. **Tabet, S; Kechebar, M.S.A; Karoune,S et Belhamra, M .(2013).** *Journal Algérien des Régions Arides*.

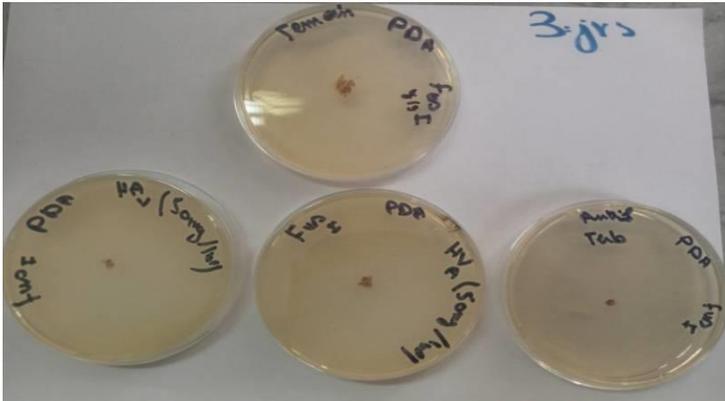
65. **Tonelli, N et Gallouin, F. (2006).** “Des fruits et des graines comestibles du monde entier”.
66. **Wagret, P. (1962).**L'Arganeraie de la sud marocaine relique du tertiaire et providence des populations, Nature Science Progrès, 390-393.

Annexes

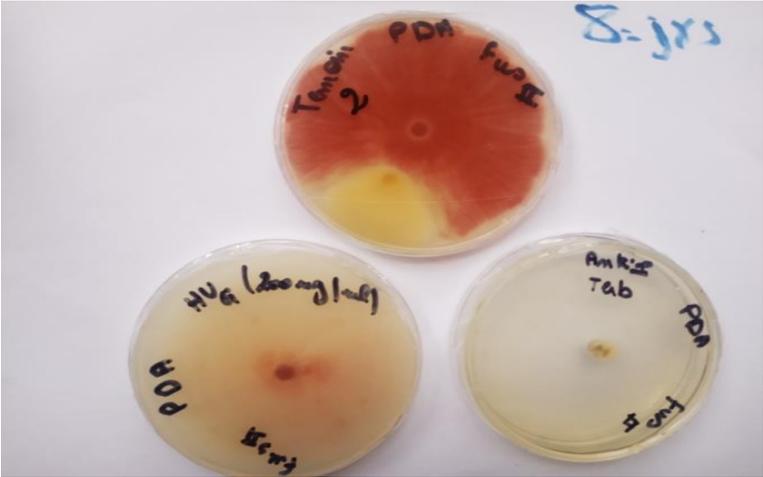
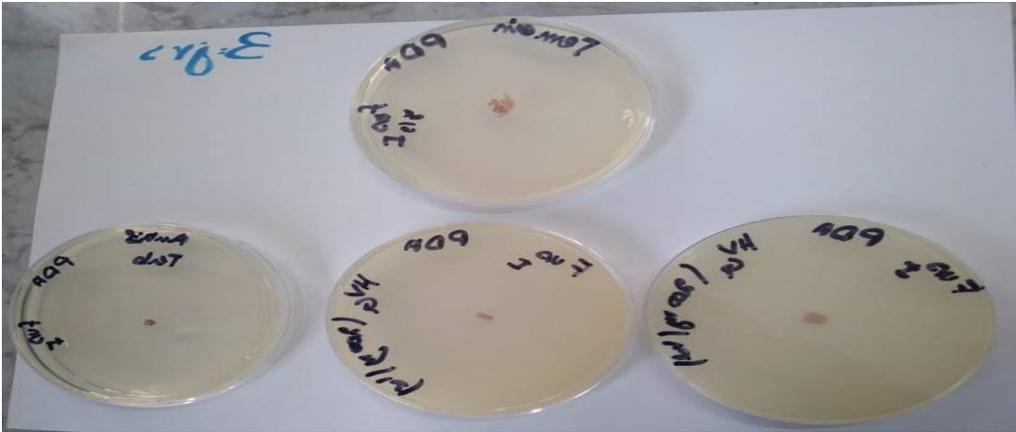
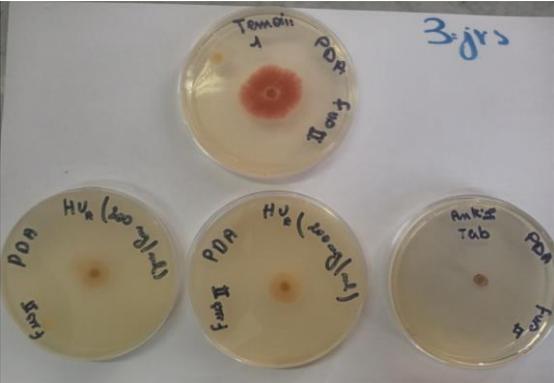
Annexe 1: Activité antibactérienne de l'huile d'argan (d'amandon et de coque)



Annexe 2 : Activité antifongique de l'huile des amandons.



Annexe 3: Activité antifongique de l'huile des coques



Résumé

L'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels), l'unique membre de la famille tropicale des Sapotaceae, est une espèce forestière endémique d'Algérie et du Maroc, parfaitement adaptée aux conditions climatiques arides et semi-arides. Cette espèce revêt une importance écologique, sociétale et économique significative. L'objectif de ce travail est l'étude de l'effet antibactérien et antifongique et antioxydant de l'huile végétale de l'*Argania spinosa*.

L'huile végétale de l'argan obtenu à partir l'amandon et la coque broyée d'*Argania spinosa* est réalisée par la méthode industrielle (Extraction par solvant). Les rendements obtenus sont de 30,66% de l'amandon et 44,43% de coque externe de l'amandon.

L'huile d'argan a montré une activité antioxydant important vis-à-vis du radical DPPH avec IC50= 26,1 mg/ml. Ainsi que l'huile d'argan présent une bonne activité antibactérienne et antifongique vis-à-vis les souches testés (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candidat albicans* et *Fusaruim*) sur tout l'huile de coque.

Mots clés : Huile végétale, *Argania spinosa* (L) Skeel, activité antimicrobienne, DPPH , activité antifongique.

ملخص

شجرة أرغان (*Arganiaspinosa* L. Skeels)، العضو الوحيد في عائلة سابوتاسي الاستوائية، هي نوع من الغابات مستوطنة في الجزائر و المغرب، تتكيف تمامًا مع الظروف المناخية القاحلة وشبه القاحلة. هذا النوع له أهمية إيكولوجية و مجتمعية و اقتصادية كبيرة. الهدف من هذا العمل هو دراسة التأثير المضاد للبكتيريا و الفطريات للزيت النباتي لأرجانيا سبينوزا.

يتم تنفيذ الزيت النباتي للأرغان الذي يتم الحصول عليه من اللوز و القشرة المسحوقة من *Arganiaspinosa* بالطريقة الصناعية (استخراج المذيبات). الغلة التي تم الحصول عليها هي 30.66% من اللوز و 44.43% من الغلاف الخارجي للوز.

أظهر زيت الأرغان نشاطًا مهمًا لمضادات الأكسدة ضد DPPH الجذري مع $IC_{50} = 26.1$ ملجم/مل. بالإضافة إلى زيت الأرغان له نشاط جيد مضاد للبكتيريا و مضاد للفطريات مقابل لسلاطات التي تم اختبارها (*Escherichie coli*، *Staphylococcus aureus*، *Candidat albicans*، *Fusarium*) على جميع زيت الصدفة.

الكلمات المفتاحية: الارغان، زيت نباتي، DPPH، النشاط البكتيري

Summary

Argan tree (*Argania spinosa* L. Skeels), the only member of the tropical Sapotaceae family, is a forest species endemic to Algeria and Morocco, perfectly adapted to arid and semi-arid climatic conditions. This species is of significant ecological, societal and economic importance. The objective of this work is to study the antibacterial and antifungal effect of the vegetable oil of *Argania spinosa*.

The vegetable oil of the argan obtained from the almond and the crushed shell of *Argania spinosa* is carried out by the industrial method (Solvent extraction). The yields obtained are 30.66% of the almond and 44.43% of the outer shell of the almond..

Argan oil showed an important antioxidant activity against the radical DPPH with IC₅₀= 26.1 mg/ml. As well as argan oil has a good antibacterial and antifungal activity vis-à-vis the strains tested (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* and *Fusarium*) on all shell.

Keywords: Vegetable oil, *Argania spinosa*, DPPH, Antibacterial activity, Antifungal activity.