



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Akli Mouhand Oulhadj Bouira
Faculté des Sciences de la Nature de la Vie et Sciences de la Terre
Département des Sciences Biologiques



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2018

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNVST

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Physiologie Cellulaire et Physiopathologie

Présenté par :

Mr. NEGAZ Mustapha

Thème

**Activités biologiques de l'extrait des grains de
L'Argania spinosa (L'argan) récolté de la région de
Tindouf.**

Soutenu le : 02/07/2018

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Etablissement</i>	
Mr. IMESSAOUDENE.A	MAA	Univ. de Bouira	Président
Mr. LIBDIRI .F	MAA	Univ. de Bouira	Promoteur
Mme. KARBACHE .F	MAA	Univ. de Bouira	Examinatrice

Remerciements

*Je tiens tout d'abord à remercier **DIEU** et le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qui ma donné durant toutes les années d'études.*

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 monsieur LIBDIRI FARID.

*Je tiens à remercier mes dames et messieurs les membres de jury
L'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant d'examiner ce travail.*

*Je remercie tous les enseignants de département "Biologie"
spécialement: Mr.Imssoudene, Mme. S.Ben Smail, Mme Mebdoua, Mme Kerbach.*

*Je remercie les techniciennes des labos de Département de biologie de
l'université de Bouira*

Un grand merci à Mme. DJ. Yakhlef chef de département des sciences de la matière et son adjointe Mme. Heddadi d'avoir m'aidé a la réalisation de ce travail

Tous qui m'on aidés de près ou loin pendant toutes les années d'études.

Je remercie également Mme Dr. Selmi Eps Si Larbi et ces technicien(ne)s de laboratoire veuillez trouver ici l'expression de mes gratitudes pour m'avoir accueillie au sein de vos laboratoires. Soyez assurées de mes profonds respects et de mes vives reconnaissances pour m avoir fait bénéficier de vos expériences et de vos rigueurs scientifiques et professionnelles.

Je profit aussi de cet occasion pour adresser mes remerciements à mes parents pour leur sacrifices et à toutes la famille et les amis qui m'on toujours encouragé et soutenu tout au long des années d'étude.

*Je remercie en fin tous ceux qui
n'ont pas été cités dans ces quelques lignes et qui ont
contribués de près ou de loin par leur aide au bon déroulement de ce travail.*



Dédicace

*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 Madjid, Slimane, Abdelghani et Ali

A ma cher sœur Hayet

*Je n'oublie jamais le générosité illimitée de mes amis avec les
quelles j'ai partagé les bons et les durs moments.*

*Nabil, Zinedine, Oualid, Mohammed, Zahir, Fouad, Moha,
Hakim, Slilo, Rafik, Samir, Yanis, slimane, Sid Ali, Atmane,
Hicham, Massi.....*

*A mes chères amies, Amina, Djamila, Zahra, Louiza, Nacera,
Fatiha, Souad*

A mon unique tante Yasmina et tout ca famille

A tout mes cousines et Oncles

A tout mes voisines.

*A mes chers collègues de travail, Mouloud, Yahia, Hamid,
Souad, Souhila, Lydia, Lyes, Mohamed, Nacera, Fatima,
Nora*

A mes très chers élèves de l'école moyen Bellout Mohamed

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

Negaz Mustapha

Liste des tableaux

Numéro de tableau	Titre	Page
Tableau 1 :	Caractéristiques physico-chimique de l'huile d'argane	15
Tableau 2 :	Composition en acides gras d'huile d'argane	16
Tableau 3 :	Les triglycérides d'huile d'argane	17
Tableau 4 :	Extraction de l'huile d'argane par la presse et par la méthode artisanale	19
Tableau 5 :	Germes étudiés	28
Tableau 6 :	La densité optique des Inoculums bactériennes	37
Tableau 7 :	La densité optique des Inoculums fongiques	37
Tableau 8 :	Diamètre d'inhibition de cultures bactériennes	39
Tableau 9 :	Résultats d'activités bactériens	41
Tableau 10 :	Diamètre d'inhibition chez les cultures fongique	42
Tableau 11 :	Résultats d'activités fongiques	43

Liste des figures

Numéro de la figure	Titre	Page
figure 01 :	Aspect générale de l'arganier	06
figure 02 :	Ecorce de l'arganier	06
figure 03 :	Feuille de l'arganier	06
figure 04 :	Fleur de l'arganier	07
figure 05 :	Fruit de l'arganier	08
figure 06 :	Le noyau de fruit de l'arganier	08
figure 07 :	Distribution géographique de l'arganier	09
figure 08 :	Air de distribution de l'arganier au Maroc	10
figure 09 :	Dépulpage, concassage, la torréfaction traditionnelle des amandes d'argane	13
figure 10 :	Trituration, malaxage et pressage manuel d'argane	13
figure 11 :	Les machines utilisées pour l'extraction de l'huile d'argane	14
figure 12 :	Localisation de la wilaya de Tindouf	25
figure 13 :	Les étapes d'extraction artisanale de l'huile d'argane	26
figure 14 :	Préparation des dilutions	27
figure 15 :	Schéma illustrant la méthode des puits	31
figure 16 :	Méthode de lecture de l'aromatogramme	33

Liste des photos

Numéro de la photo	Titre	Page
Photo 01 :	Les grains d'argane	25
Photo 02 :	Préparation des dilutions d'huile essentielle	27
Photo 03 :	Préparation des dilutions d'huile essentielle	27
Photo 04 :	Bouillon nutritif de la souche <i>Staphylococcus aureus</i> S07	29
Photo 05 :	Bouillon nutritif de la souche <i>Staphylococcus aureus</i> S20	29
Photo 06 :	Préparation de milieu de culture MH	29
Photo 07 :	Préparation du milieu de culture MH	29
Photo 08 :	Ensemencement des bactéries sur boîtes de pétris	30
Photo 09 :	Incubation	32
Photo 10 :	Préparation de milieu de culture Sabouraud	34
Photo 11 :	Collage sur boîtes des pétris	34
Photo 12 :	Pré culture d' <i>E.faecalis</i>	36
Photo 13 :	Pré-culture de <i>S.aureus</i> S20	36
Photo 14 :	Pré-culture de <i>S.aureus</i> S07	36
Photo 15 :	Pré-culture d' <i>E. coli</i>	36
Photo 16 :	Préparation des Inoculums	37
Photo 17 :	<i>E.faecalis</i> après 24H	38
Photo 18 :	<i>E. coli</i> après 24H	38
Photo 19 :	<i>S.aureus</i> S20 après 24H	39
Photo 20 :	<i>aureus</i> S07 après 24H	39
Photo 21 :	Boit témoin	39
Photo 22 :	Culture de l' <i>aspergillus fumigatus</i>	41
Photo 23 :	Culture de l' <i>aspergillus flavus</i>	41
Photo 24 :	Culture de l' <i>aspergillus niger</i>	42
Photo 25 :	Culture de <i>penicillium sp</i>	42

Liste des abréviations

ATCC :	American Type culture collection
HE :	Huile essentielle
HA :	Huile artisanale
H L :	Huile laboratoire
HPT :	Huile de presse torréfiée
HPNT :	Huile de presse non torréfiée
TG :	Triglycérides
AG :	Acide Gras
ORL :	Oto-rhino-laryngologie
MH :	Muller Hinton
UFC :	Unité formant colonie
CMI :	Concentration minimale inhibitrice
DO :	Densité Optique
DMSO :	Diméthylsulfoxyde

Sommaire

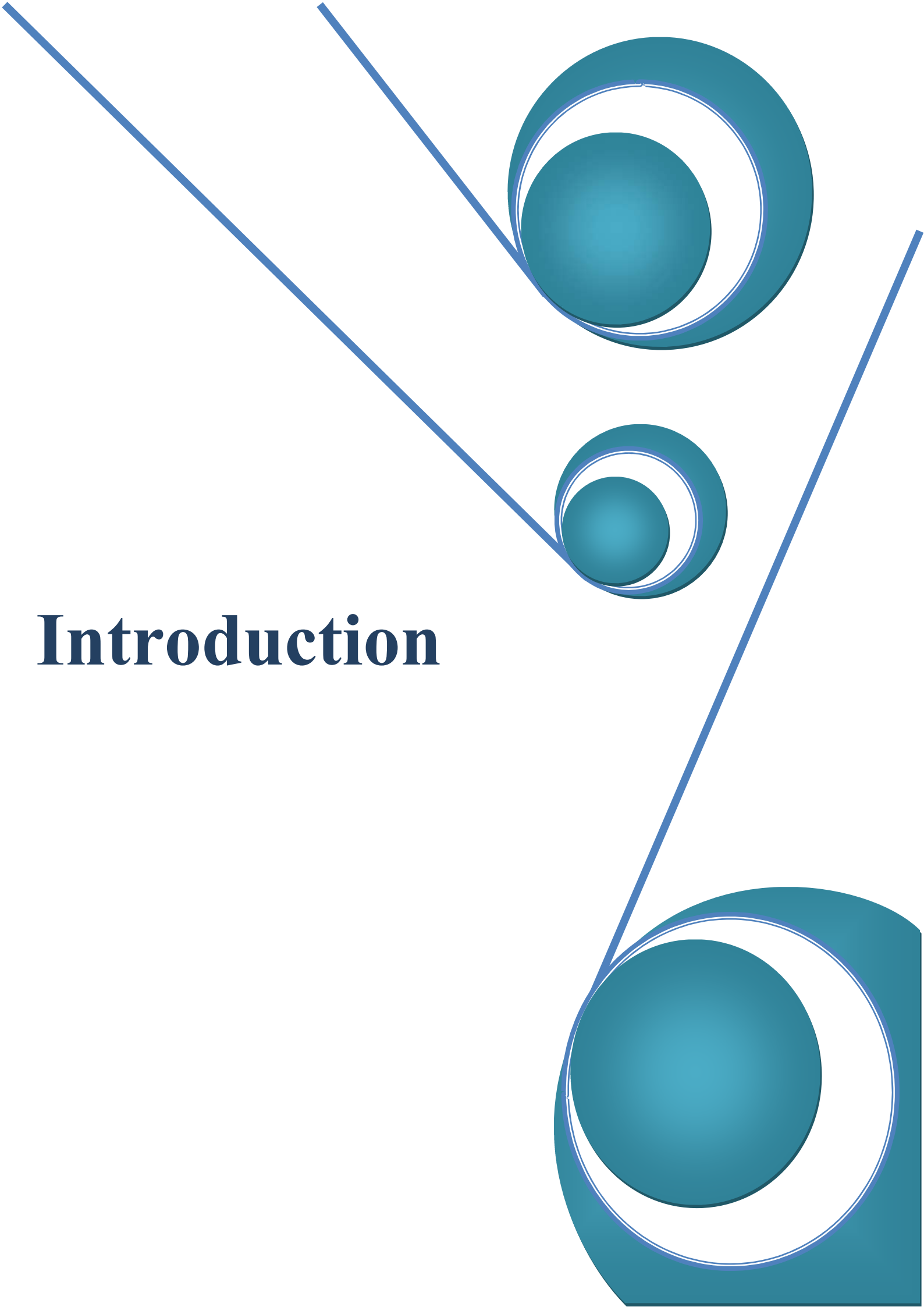
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des abréviations	
Introduction	01
synthèse bibliographique	
Chapitre I : généralités sur la plante	03
I : Histoire de l'argane	04
II : Généralités sur la plante	04
II.1. Taxonomie	04
II.2. Description de la plante	05
II.1.2.1. Caractéristique botanique	05
a) Tronc et feuillage	05
b) L'écorce	06
c) Les fruits	07
II.3. Distribution géographique de l'arganier	09
II.4. Régénération	10
II.5. Intérêt de l'arganier	11
II.5.1. Intérêt socio-économique	11
II.5.2. Intérêt écologique.	11
II.5.3. Intérêt biologique et diététique.	11
Chapitre II : les huiles essentielles	
I : Définition	12
II. L'huile d'argane	12
II.1. Extraction de l'huile d'argane	12
II.1.1 Méthode traditionnelle	12
II.1.2 Méthode de presse mécanique	14
II.1.3 Méthode industrielle	15
II.1.1 Méthode d'extraction a froid	15
II.2. Caractéristique physico-chimiques de l'huile d'argane	15
II.2.1. Caractéristiques Générale	15
II.3. Les composés de l'huile d'argane	16
II.3.1. Composés saponifiables	16
a) Les acides gras	16
b) Les triglycérides	17
II.3.2. Composés insaponifiables	17
a) Les carotènes	17
b) Les tocophérols	17
c) Les stérols	18
d) Les composés phénoliques	18
e) Les caroténoïdes	18
f) Les squalènes	18

Sommaire

II.4. Extraction de l'huile d'argane par la presse et par la méthode artisanale	19
II.5. Utilisations de l'huile d'argane	19
II.5.1. Utilisations en médecine traditionnelles	19
II.5.2. Utilisations en dermatologie	19
II.5.3. Traitement des maladies ORL	19
II.5.4. Infection des voies respiratoires	20
II.5.5. Spasmes intestinaux	20
II.5.6. l'asthénie	20
II.5.7. Rhumatisme	20
II.5.8. Autre utilisation d'huile d'argane	20
Chapitre III : Généralités sur les microorganismes	
I. Les bactéries	21
I.1. Généralités	21
I.2. Exemples des bactéries	21
a) <i>Escherichia coli</i>	21
b) <i>Staphylococcus aureus</i>	21
c) <i>Le genre entéroccoccus</i>	22
II. Les champignons	22
II.1. Généralités sur les mycètes	22
II.2. Caractères généraux	22
II.3. Epidémiologie	23
II.4. Exemples des champignons	23
a) <i>Aspergillus fumigatus</i>	23
b) <i>Aspergillus flavus</i>	23
c) <i>Aspergillus Niger</i>	24
Chapitre IV : Matériel et méthode	
I. Matériel végétale	25
II. Echantillonnage	25
II.1. Préparation de l'échantillon	25
II.2. Préparation des dilutions de l'huile essentielle	27
III : Activité antibactérienne de l'huile essentielle de l' <i>Argania spinosa</i> .	28
III.1. Conservation des souches	28
III.2. Pouvoir antimicrobienne de l'huile essentielle d' <i>Argania spinosa</i>	28
III.3. Préparation du milieu de culture	29
III.4. Préparation de l'inoculum bactérien.	30
III.5. L'ensemencement	30
III.6. Méthode des puis	31
III.7. Incubation	32
IV : Méthode de dilution en gélose	32
a) Principe	32
b) Lecture de l'aromatogramme	33
c) Le coefficient d'activité	34

Sommaire

V. Etude de l'activité antifongique de l'huile essentielle de l'argane	34
V.1. Préparation du milieu Sabouraud gélose liquide	34
V.2. Culture fongique	35
V.3. Incubation	35
V.4. Evaluation de l'activité antifongique	35
Chapitre V : Résultats et discussion	
I. Le rendement en huile essentiel.	36
II. Préparation des dilutions de l'huile essentiel d'argane	36
III. Activité antibactérienne de l'huile essentiel d'argane	36
a) Préparation des pré-cultures	36
b) Préparation des Inoculum	37
c) Mesure de l'absorbance des Inoculum microorganismes	37
d) Evaluation de l'activité antibactérienne	38
e) Lecture sur boîte des pétris	38
f) Interprétation	41
IV. Etude d'activité antifongique de l'<i>Argania spinosa</i>.	42
a) Les cultures fongiques	42
b) Calcul de diamètre d'inhibition	42
c) Interprétation	43
Conclusion	44
Références bibliographiques	46
Annexes	
Résumé	



Introduction

Introduction

Argania spinosa (L.) Skeels (*Sapotaceae*) est une essence forestière endémique localisée essentiellement dans la plaine du Souss (sud-ouest du Maroc). Cet arbre forestier-fruitier et fourrager est une curiosité botanique et un véritable paradoxe phytogéographique (situation océanique, en haute montagne ou zone désertique). Il couvre une superficie de 828 000 ha et constitue la deuxième essence forestière au Maroc après le chêne-vert (**El Kabouss, Charrouf et al. 2011**).

Arbre pouvant atteindre dix (10) mètres et plus, a couronne déployée, l'arganier a un port variable, dressé ou pleureur avec un tronc court (un a deux mètres) et tortueux résultant de la soudure de plusieurs tiges. Le feuillage est persistant mais peut tomber suite à une forte sécheresse. Les feuilles, coriaces, sont alternes, entières, lancéolées ou spatulées et souvent réunies en fascicules. Les rameaux sont épineux et le bois est à grain dense (arbre de fer).

L'inflorescence est en glomérules. Les fleurs sont petites, pentamères avec deux bractées et des sépales pubescents. Le fruit est une baie de taille et de forme variables renfermant deux à trois graines soudées en un faux noyau (**Chadefaud et Emberger, 1960**) Par son adaptation parfaite au sol et au climat, l'arganier joue un rôle écologique important dans une région constamment menacée par l'avance du désert.

La présence de l'arganeraie dans l'immense plaine que constitue le golfe du Souss, vaste masse d'alluvions comprise entre le Haut-Atlas et l'Anti-Atlas, assure la protection du sol contre l'érosion éolienne, toujours menaçante dans ces zones sublittorales situées en plein secteur des vents (**Hanan, 1995**).

L'arganier joue un rôle socio-économique fondamental dans une région (**Tahrouch et Rapior, 1998**). Cet arbre multi-usages fournit un excellent bois de chauffage, son feuillage constitue un véritable piturage suspendu et le fruit donne une huile comestible fortement recherchée notamment par l'industrie de la cosmétique (Brevet Fabre). Les études phytochimiques réalisées sur l'arganier ont porté essentiellement sur les caractéristiques organoleptiques, chimiques et cosmétiques de l'huile (**Farines et al. 1984 ; Boukhobza et Pichon-Prum, 1988; Maurin, 1992; Maurin et al. 1992; Chimi et al., 1994**) et sur les propriétés du tourteau (résidu solide après extraction de l'huile) qui est riche en saponines (**Charrouf et al., 1991 ; Charrouf et al., 1992 ; Bellakhdar, 1997**). L'arganier reste néanmoins insuffisamment exploité. Notre présente étude rapporte pour l'étude d'efficacité de l'huile essentielle d'*A. spinosa* vis-à-vis certains mycètes et bactéries.

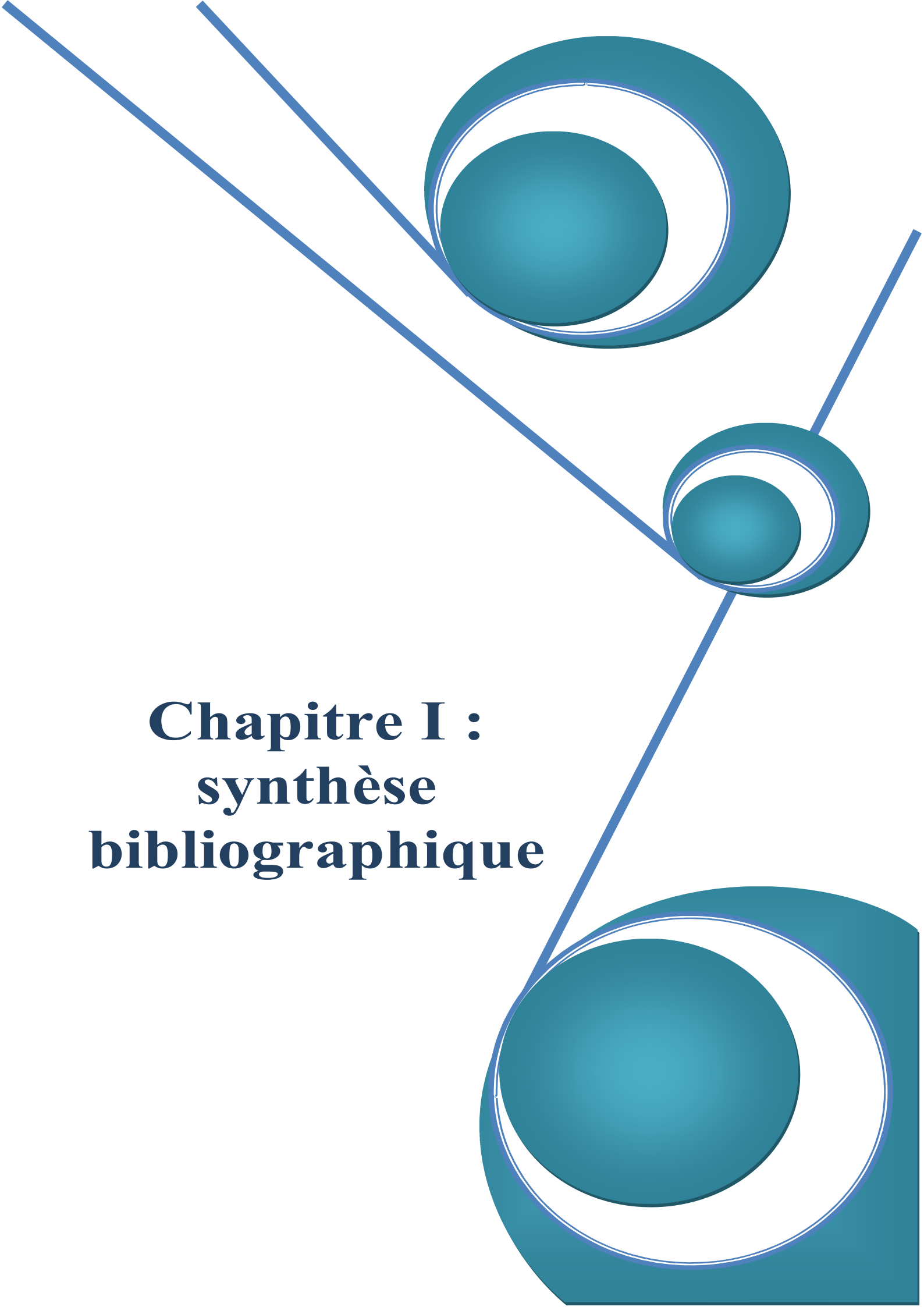
Préoccupé par cette problématique, l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO) a déclaré l'arganier marocain Réserve de la Biosphère en 1998 (**El Monfalouti 2013**).

Les médicaments actuels dans leur majorité proviennent de leur origine des plantes médicinales. Une meilleure valorisation des plantes médicinales marocaines passe par leurs études scientifiques.

La plante étudiée *Argania spinosa* est certes endémique du Maroc, elle est généralement connue et elle est utilisée dans l'alimentation animale et humaine, mais cela n'empêche pas sa régression. Or cette plante par ces multiples vocations thérapeutique et alimentaire permet une augmentation de la biodiversité et le maintien du sol nécessaire pour la pérennité de cette espèce et de son utilisation.

Introduction

Le but de cette activité est d'évaluer l'efficacité du principe actif sur la croissance de certaines souches bactériennes tel que *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Entéroccoccus faecalis*. Et certain d'autres souches fongiques tel que *aspergillus flavus*, *aspergillus fumigatus*, *aspergillus niger*, et *penicillium sp.*

An abstract graphic design featuring three teal circles of varying sizes. The largest circle is at the top right, a medium-sized one is in the middle right, and a large one is at the bottom right. A blue line starts from the top left, passes through the middle circle, and ends at the bottom right. Another blue line starts from the top left, passes through the top circle, and ends at the middle circle. A third blue line starts from the top left, passes through the bottom circle, and ends at the middle circle. The text 'Chapitre I : synthèse bibliographique' is centered on the left side.

Chapitre I : synthèse bibliographique

I. Historique de l'argane :

Les premiers écrits sur l'Arganier sont ceux de géographes et médecins arabes qui ont étudié la région du Maghreb. Les arbres d'arganier sont très anciennement connus et utilisés par l'homme. Les phéniciens, au X^{ème} siècle, avaient utilisé l'huile qu'il produit dans leurs comptoirs installés le long de la côte atlantique (**RADI N., 2003**).

En 1219, le médecin égyptien **Ibn Al Baytar** décrit l'Arganier dans son ouvrage 'Traité des simples'. Il parle de l'Arganier comme un arbre épineux, donnant un fruit de la grosseur d'une noix, renfermant une pulpe utilisée comme aliment pour les caprins et une graine oléagineuse dont on extrait une huile comestible (**RADI N., 2003**).

En 1515, Jean Léon l'Africain en parle dans son livre 'Description de l'Afrique' et décrit l'huile comme étant de très mauvaise odeur et servant pour l'alimentation et l'éclairage. **Peter Schousboe**, consul danois au Maroc en 1791, publie ses observations sur la flore marocaine et en particulier sur l'Arganier.

En 1878, **Hooke** décrit par ailleurs le mode d'obtention de l'huile et l'identifie comme un mélange de saponines et l'appelle arganine. En 1924, le secteur de l'arganier est cité par **Brum – Banquet** et le Maire dans leur mémoire « les études sur la végétation et la flore marocaine ». La même année, **Benberger** annonce l'existence d'arganier dans la haute vallée de l'Oued Grou entre **Tedders** et **Rommani**. Découvrant un autre îlot d'arganier sur le versant nord du massif montagneux de **Beni Snassen** au nord d'Oujda, il précise en 1925 l'extension ancienne de l'espèce (**RADI, 2003**).

Maire, en 1926, publiait à la suite de ses missions dans le Souss un premier article sur la végétation du Sud Ouest marocain, citant deux types d'arganeraies : celle à *Euphorbia echinus* du littoral atlantique et celle à *Hesperola burnum platycarpum* (Maire) des montagnes d'Adar-ou-Amane, ébauchant la première classification d'arganeraie des plaines et des montagnes (**RADI N., 2003**).

En outre, les récits des voyageurs et des agents consulaires anglais au Maroc au 18ème siècle, révèlent que les forêts d'arganier étaient très denses et s'étendaient d'Oualidia au Nord de Safi, aux confins du Sahara. Etant donné que la famille des Sapotacées est connue depuis le crétacé supérieur, on s'accorde à dire que l'Arganier est apparu au tertiaire, époque à laquelle il se serait répandu sur une grande partie du pays. Puis au quaternaire, l'arganier

aurait été refoulé au Sud Ouest par l'invasion glaciaire, d'où des colonies vers Rabat et au Nord près de la côte méditerranéenne et près d'Oujda (Forêts de Beni Snassen sur une superficie de 200 ha) (RADI N., 2003). (Abdullah and Mohammed 2012).

Actuellement l'arganier au Maroc couvre plusieurs milliers d'hectares. Vu l'intérêt qu'il présente sur le plan écologique, certains pays l'ont introduit pour enrichir leur patrimoine forestier. Parmi ces pays on peut citer : la Hollande (1697), l'Angleterre (1711), la rance (1852), les Etats Unis (1927) et actuellement la Tunisie, la Libye (Golfe de Syrte) et même la Palestine occupée (Israël) tentent de l'introduire (BENZYANE, 1995). (KOUIDRI 2008).

II. Généralités sur la plante :

II.1. Taxonomie :

L'arganier, *Argania spinosa* (L.) Skeels appartient à une famille tropicale, celle des *Sapotaceae*, qui comprend environ 10 genres et 600 espèces. Espèce endémique spécifiquement marocaine, l'arganier est un arbre fruitier-forestier dont la taille ne dépasse guère 8 à 10 m. et dont , présente des rameaux épineux (M'hirit, Benzyane et al. 1998).

Le genre *Argania* appartient au phylum des Ebénales et à la famille tropicale et subtropicale des Sapotacées qui englobent 600 espèces environ, réparties en une cinquantaine de genre. *Argania spinosa* (L.) Skeels, est la seule espèce représentant ce genre au Maroc et en Algérie (ZIANI. S 2014).

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement.	Angiospermes.
Classe	Dicotylédones.
Sous-classe.	Gamopétales.
Série	Superovariées pentacycliques.
Ordre	Ebénales.
Famille	Sapotacées
Genre.	Argania.
Espèce :	<u>Argania spinosa.</u>

Noms vernaculaires : Arganier, argane, bois de fer (DJABALLAH and BOUSSAIDE).

L'origine du nom d'arabe se trouve probablement dans le mot « irgen » qui désigne en berbère « tachelhait », qui est le noyau en bois dur de fruit de l'arbre, d'où les berbères tirent une huile réputée « huile d'argan » (**Kechebar**).

II.2. Description de la plante :

II.2.1. Caractéristiques botaniques

a) *Tronc et feuillage*

A l'état adulte, 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 (Figure 01, A). Sa taille peut atteindre 8 à 10 m de hauteur. Son tronc est tortueux et souvent formé par plusieurs tiges entrelacées (Figure 01, B). Les rameaux sont épineux d'où le nom d'espèce *spinosa* (**FAOUZI, 2006**). Dans beaucoup d'endroit, l'arganier est réduit à l'état de buissons médiocres, broutés à outrance. L'argan possède un bois très dur et lourd, une écorce rugueuse, craquelée en « peau de serpent » (**BENKHAIRA, 2009**). La croissance de l'arganier est très lente. Selon BELLEFONTAINE (2010), l'accroissement annuel moyen en hauteur durant les vingt premières années varie entre 0,2 et 0,3 m par an en terrain ordinaire.

L'arganier est un arbre polymorphe. Ce polymorphisme n'est important que chez les arbres obtenus par semis. En effet, on distingue des individus épineux à feuilles larges et longues et des individus épineux à feuilles larges et courtes. Individus à aspect « pleureur » avec rameaux flexueux et retombants, dépourvus d'épines, feuillage d'un vert plus terne (**FAOUZI, 2006**).

La ramification de l'arbre est très dense. Le feuillage est persistant, toutefois, en cas de sécheresse sévère et prolongée, l'arbre peut perdre ses feuilles entièrement ou en partie (caractère d'adaptation assez poussé aux mauvaises conditions climatiques tel que le déficit hydrique du substrat). Souvent, réunies en fascicules, entières, lancéolées oblongues ou spatulées, atténuées ou plus ou moins nettement pétiolées, les feuilles sont vertes sombres à la face supérieure, plus claires en dessous, glabres avec une nervure médiane très nette et de nervures latérales très fines et ramifiées. Les feuilles peuvent atteindre 2 à 3 cm de longueur et 0.5 à 1 cm de largeur (**M'HIRIT et al, 1998**).

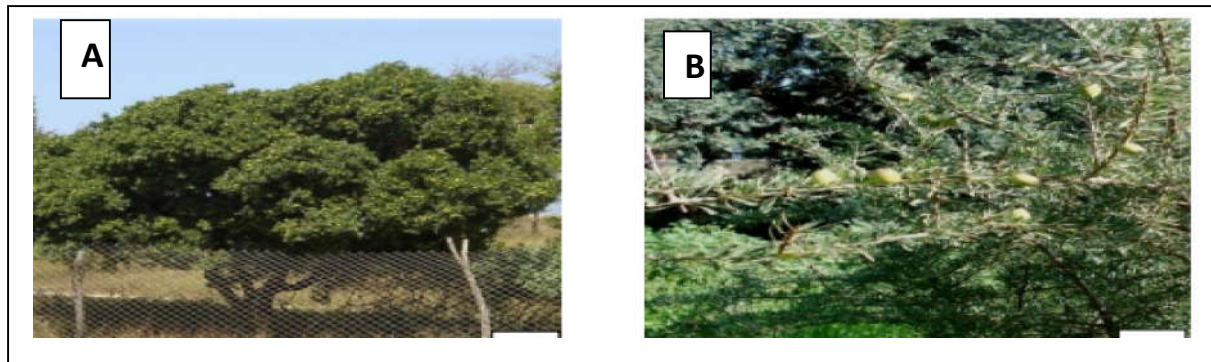


Figure 01 : Aspect général de l'arganier (A) et de ses tiges entrelacées (B) (ZIANI 2014)

b) L'écorce

L'écorce du fût et des grosses branches est rugueuse, et présente un aspect du type « peau de serpent » (**figure 02**). Les ramifications sont très denses, les extrémités des rameaux sont souvent épineuses (**Nouaim et al., 1991**). Les feuilles sont sub-persistantes, alternées, souvent réunies en fascicules lancéolés, et atténués en un pétiole, avec une nervure médiane très nette et des nervures latérales très fines et ramifiées. Elles sont de couleur vert sombre à la face supérieure, plus claire en dessous et de forme très variable (**figure 03**). Les rameaux peuvent être épineux ou non.



figure 02 : Ecorce de l'arganier (Kechabar 2016.)



figure 03 : Feuille de l'arganier (Kechabar 2016.)

La fleur pentamère est hermaphrodite (**Boudy, 1952**). Le calice et la corolle gamopétale à lobes imbriqués sont respectivement constitués de cinq sépales et de cinq

pétales. L'androcée est formé de cinq étamines à filets courts (**figure 04**). L'ovaire ovoïde comprend cinq carpelles et loges. Les ovules sont basilaires ou axiales, surmontées d'un style conique ne renfermant que 2 ou 3 carpelles uniovulés (**M'Hirit, 1987**). La pollinisation anémophile à 80% et entomophile à 20% (**Thiery, 1987**).



Figure 04 : Fleur de l'arganier (Kechabar 2016)

D'après **Emberger (1960)** le fruit est une baie sessile, formée d'un péricarpe charnu ou pulpe et d'un "pseudo endocarpe" ou noyau, où sont incluses les graines généralement soudées. Le noyau central est très dur, comprenant 1 à 3 amandes (**Fig.05**). Alors, selon la forme et la dimension, nous distinguons six types de fruits : Fusiforme, ovale, ovale apicule, goutte, arrondie, ou globuleuse (**Emberger, 1938**). La graine est albuminée et gorgée d'huile (*Kechabar*).

c) Les fruits :

Les dimensions du fruit varient de 17 à 30 mm de long et de 10 à 17 mm de large. Sa couleur est verdâtre avant maturation, puis elle évolue vers le jaune ou jaune-brun clair suivant les arbres. La couleur sombre se développe après abscission.



Figure 5 : Fruit de l'arganier (Anonyme)

Suivant le degré de maturation du fruit, la pulpe change de couleur. Elle passe du vert au jaune veiné de rouge à la maturation puis au brun foncé une fois desséchée. Le fruit de l'Arganier renferme une graine composée, appelée noyau. Ce dernier est très dur et renferme une ou plusieurs amandes.



Figure 6 : Le noyau de fruit de l'arganier (Anonyme)

L'huile d'argane est extraite de l'amande, il en résulte une huile comestible et un tourteau. Cette huile représente 25 % de l'apport en corps gras dans la région où pousse l'arganier. Le rendement en huile dépend de la méthode d'extraction et peut varier entre 35 et 55 %.(El Monfalouti 2013).

II.3. Distribution géographique de l'arganier :

Aujourd'hui, la plus grande concentration d'arganiers se trouve dans la région du Souss où elle couvre près de 800 000 hectares, soit 14,25 % de la forêt du Maroc (**figure 7**). Dans cette région, l'aire de l'arganier s'étend de l'oued Tensift au nord, à Tiznit et Tafraout au sud, et aux abords du djebel Siroua à l'est. L'arganier pousse depuis le niveau de la mer jusqu'aux environs de 1 500 m d'altitude.

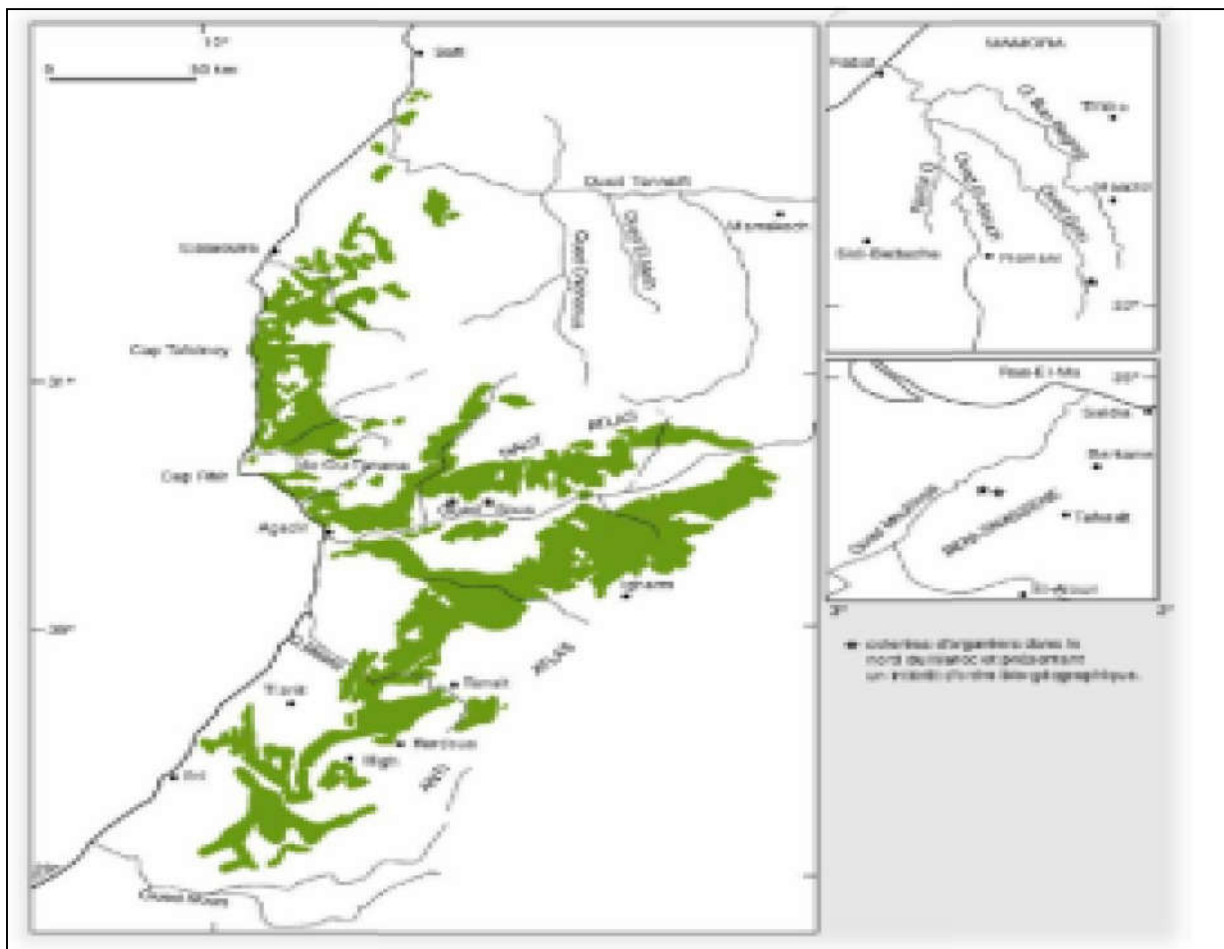


Figure 07: Distribution géographique de l'arganier .(Amzal 2010)

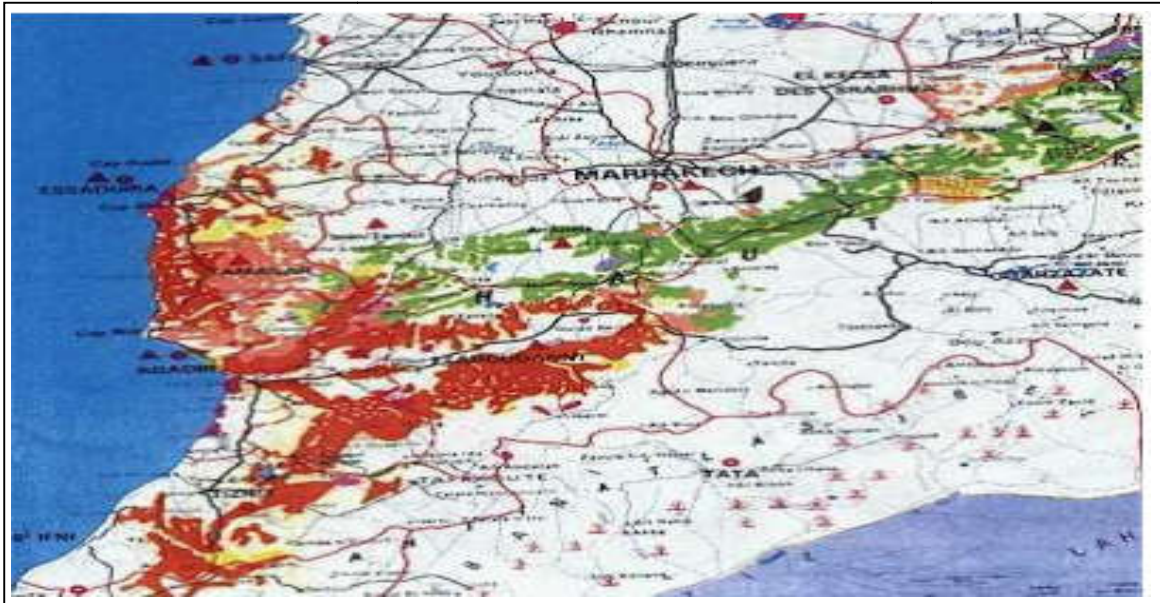


Figure 8 : Aire de répartition de l'arganier au Maroc (M'HIRIT *et al.*, 1998)

La couleur rouge représente les forêts d'Arganier

II.4. Régénération :

La régénération de l'arganier peut être :

- Germination naturelle : Elle se fait par la chute de graines sur le sol mais nécessitent un sol approprié et des conditions climatiques favorables ; surtout pour la survie des plantules après germination.
- Le reboisement : Il consiste à récolter et sélectionner des graines et semis en pépinière. L'élevage des plants en pépinière est la seule alternative pour augmenter les chances de réussite de la plantation.
- Rejets de souche : La régénération par des rejets est très rapide après un incendie ou des coupes mais nécessite une mise en défens pendant 6 à 8 ans pour protéger les rejets contre le pâturage.
- Bouture : Cette technique est en cour d'essais, reporte que l'Arganier peut se multiplier par boutures à partir des jeunes pousses mais cette technique nécessite la mise en œuvre d'un brunissement. Les boutures peuvent être obtenues à partir de rameaux prélevés sur des adultes ou sur de jeunes arbres maintenus en serre (**DJABALLAH and BOUSSAIDE**).

II.5. Les intérêts de l'arganier :

II.5. 1. Intérêt socio-économique

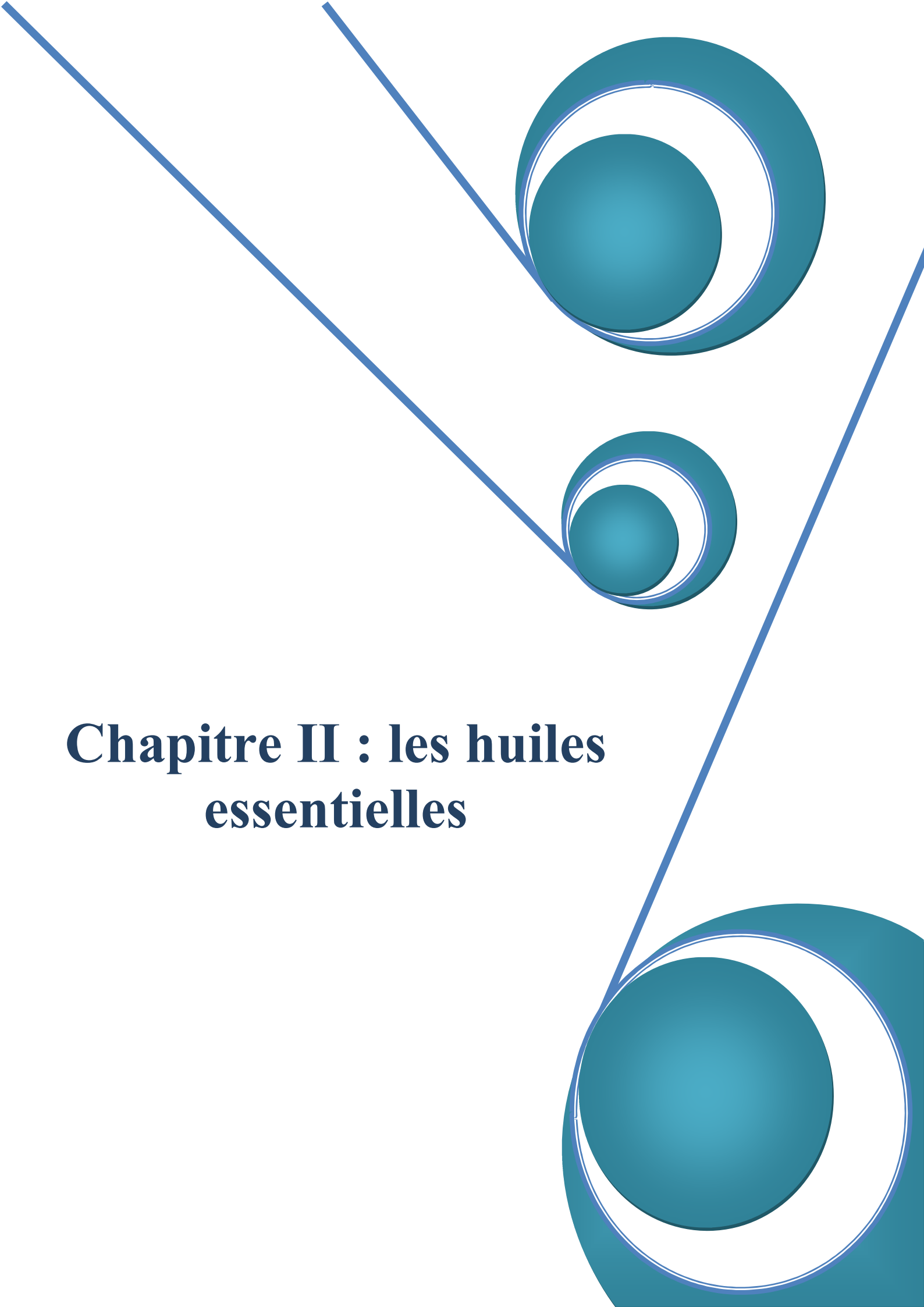
L'arganier est en effet, un arbre multi-usages, chaque partie ou production de l'arbre est utilisable et est une source de revenu ou de nourriture pour la population qui doit sa subsistance à l'arganeraie. Ce patrimoine qui offre 1.470.000 journées de travail familial par an pour la seule opération d'extraction d'huile (la production d'un litre d'huile nécessite une journée et demi de travail) et constitue un support alimentaire permanent pour plus de 250.000 petits ruminants (caprins, ovins), représentant une importante source de vie pour des centaines de milliers d'autochtones. Tout en les stabilisant dans leurs campagnes, cette forêt a fortement limité le phénomène d'exode rural. Au point de vue production, l'arganeraie offre une triple vocation : forestière, pastorale et fruitière.

II.5.2. Intérêt écologique

Cet arbre a des propriétés écologiques et physiologiques et il est le seul pratiquement adapté aux régions arides et semi-arides où il pousse. Dans ces zones, l'arganier est pratiquement irremplaçable pour la conservation des sols et des pâturages, la lutte contre l'érosion et la désertification, la protection de la biomasse en assurant ses besoins à travers les phénomènes (évaporation, condensation) et la contribution à l'alimentation de la nappe phréatique. Grâce à ses racines, qui peuvent atteindre plusieurs mètres de long, cet arbre très rustique participe à la fixation des sols qu'ils enrichissent par ailleurs en matières organiques issus des feuilles mortes. Certains chercheurs ont inventorié jusqu'à cent variétés végétales.

II.5.3. Intérêt biologique et diététique

L'huile d'argan est riche en matières grasses du type oléique-linoléique, elle contient environ 80% d'acides gras insaturés, qui ne présentent aucun problème d'assimilation et de digestion par l'organisme humain. La proportion des acides gras de l'huile d'argan dépasse celle du lait de la femme qui ne titre que 10% d'acide linoléique, ainsi que celle du lait de vache, de la viande, et du poisson. L'acide linoléique, bien représenté (environ 34%), intervient dans la biosynthèse des prostaglandines, hormones régulatrices des échanges membraneux qui jouent un rôle prépondérant dans la perméabilité de l'épiderme (**Abdullah and Mohammed 2012**).

An abstract geometric design featuring three teal-colored circles of varying sizes. Each circle has a white ring around its center and a thin blue outline. Two blue lines intersect at the top left, forming a V-shape that frames the top two circles. A third blue line extends from the bottom right towards the bottom circle. The background is white.

Chapitre II : les huiles essentielles

I. Définition :

Les huiles essentielles sont des substances huileuses, volatiles et odorantes qui sont sécrétées par les plantes aromatiques que l'on extrait par divers procédés dont l'entraînement à la vapeur d'eau et l'hydro distillation, par pressage ou incision des végétaux qui les contiennent. Elles se forment dans un grand nombre de plantes comme sous-produits du métabolisme secondaire. Elles sont très utilisées dans l'industrie des produits cosmétiques, pharmaceutiques et agro-alimentaire. Les huiles essentielles se retrouvent dans des glandes minuscules situées dans différentes parties de la plante aromatique : les feuilles, les fleurs, les fruits, les graines, l'écorce et pour certaines plantes dans les racines. Plus de 2000 espèces de plante sont riches en huiles essentielles ; elles sont réparties sur 60 familles dont les principaux sont: Lauraceae, Labiatea, Umbelliferae, Rutaceae, Compositae, Myrtaceae et les Pinaceae (**Madjour S, 2013-2014..**).

I. L'huile d'argan

L'huile d'Argan est une huile d'excellente valeur alimentaire. Elle possède des propriétés diététiques très intéressantes, car elle est constituée à 80 % d'acides gras insaturés dont une bonne proportion est celle d'acide linoléique. Actuellement, la production totale de l'huile d'Argan varie de 3000 à 4000 tonnes et représente donc au maximum 1,6 % de la consommation marocaine en huile alimentaire et 9 % de la production nationale. L'amande oléagineuse ne représente que 3 % du poids du fruit frais.

Il existe cinq types d'huile d'argan : l'huile de presse torréfiée (HPT), huile artisanale (HA), deux huiles alimentaires de couleur brune claire, assez fluide ayant 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 extraction par solvant organique et utilisée pour la recherche scientifique (**Abdullah and Mohammed 2012**) .

II.1. Extraction de l'huile d'argane

L'huile d'argane est extraite à partir des amandes de fruit d'arganier. L'extraction de l'huile d'argane à partir des amandes s'effectue soit de manière manuelle, de façon mécanisée ou industrielle.

II.1.1. Méthode traditionnelle

Une fois les fruits mûrs collectés, la pulpe est mise au rebut, offrant les noix d'argane de la taille d'une grosse olive (dépulpage). Les noix d'argane sont ensuite brisées manuellement par les femmes, en les tenant entre le pouce et l'index le long de la plus longue diagonale de semences et en les frappant violemment avec une pierre (concassage).

Les amandes sont ensuite collectées torréfiées quelques minutes dans des plaques d'argile (Figure 9).



Figure 9: 1) Dépulpage du fruit, 2) concassage des noix et 3) torréfaction traditionnelle des amandes

Les amandes torréfiées sont ensuite broyées à l'aide d'une meule manuelle (trituration), offrant ainsi une pâte brunâtre qui est ensuite mélangée avec de l'eau chaude pendant plusieurs minutes. La pâte est ensuite pressée à la main pour libérer une émulsion brune qui est décantée après plusieurs minutes à fournir à l'huile d'argane (malaxage). Le résidu d'extraction (tourteau) est très amer, riche en huile, il est utilisé pour nourrir le bétail (Figure10).



Figure 10: Trituration, malaxage et pressage manuel.

La préparation d'huile d'argane par la méthode traditionnelle est très lente, la durée de travail pour une personne, à partir des fruits récoltés, est 20 h pour préparer une 1 litre d'huile. L'extraction artisanale de l'huile d'argane souffre de nombreux inconvénients, excluant ainsi sa commercialisation à grande échelle. L'ajout de l'eau et les conditions sanitaires insatisfaisantes réduisent la durée de conservation de l'huile d'argane, parfois à quelques semaines. Toutefois, lorsque la préparation traditionnelle se déroule selon des règles hygiéniques contrôlées, l'huile d'argane peut être conservée pendant 1 an au maximum.

II.1.2. Méthode par presse mécanique

Dans les coopératives féminines, des normes hygiéniques strictes, pour la préparation de l'huile d'argane, ont été mise en œuvre (**Charrouf, Guillaume & Driouich. 2002**). En outre, l'huile d'argane est extraite à l'aide de presse mécanique ce qui rend le malaxage avec de l'eau inutile. Simultanément, l'utilisation de la presse a augmenté considérablement le rendement en huile par la récupération de 10% de l'huile qui reste dans le tourteau. Pour cette méthode, la seule étape de concassage des noix est manuelle. Les fruits sont dépulés grâce à une machine qui sépare la pulpe de la noix, la torréfaction s'effectue à l'aide d'un torréfacteur de gaz, et l'huile est extraite par la presse (Figure 11).



Figure 11 : Les machines utilisées pour l'extraction de l'huile d'argane

Grâce à la méthode d'extraction mécanique, deux types d'huiles sont extraites ; l'huile d'argane alimentaire à partir des amandes torréfiées, et l'huile d'argane à usage cosmétique à partir des amandes non torréfiées. L'huile d'argane alimentaire est caractérisée par son goût de noisette qui est une conséquence de la torréfaction. La normalisation de cette étape a permis la production d'une l'huile de saveur reproductible à grande échelle. Le temps total nécessaire pour préparer 1 Litre d'huile a été réduit à 16h. La tâche la plus pénible est le concassage. Il est resté traditionnel.

II.1.3. Méthode industrielle

Pour des fins industrielles ou de laboratoire, l'huile d'argane peut être extraite à l'aide des solvants lipophiles. Dans les années 80, l'industrie des cosmétiques utilisait ce procédé. La teneur en insaponifiable dans ce type d'huile est trois fois plus faible que celui de l'huile extraite par presse (MONFALOUTI 2013).

II.1.4. Extraction par expression à froid

Il s'agit du procédé d'extraction le plus simple et le plus limité. C'est une méthode artisanale qui est totalement abandonnée. Les plantes sont pressées à froid (notamment les agrumes : citron, orange, etc.) de l'écorce ou des fruits. Cette technique consiste à briser mécaniquement les poches oléifères de zestes frais d'agrumes pour libérer leur contenu aromatique. La rupture de la paroi des poches oléifères fait intervenir trois procédés :

- Une technique qui agit sur le fruit entier, elle utilise des machines exerçant une action abrasive.
- Une technique qui agit sur le fruit sans endocarpe. Elle utilise des machines exerçant une pression suffisante pour libérer l'essence.
- Un troisième procédé permet d'extraire en une seule opération l'essence et le jus sans mélanger les deux produits.

Le produit obtenu se nomme « essence » et non huile essentielle, car aucune modification chimique liée à des solvants ou à la vapeur d'eau n'a lieu (Lakhdar 2015).

II.2. caractéristique physico-chimique de l'huile d'argane :

II.2.1. Caractéristiques générale :

Tableau 1 : caractéristique physico-chimique de l'huile d'argane (Abdullah and Mohammed 2012).

Constantes	Norme Marocaine de l'huile d'argan [9]	H.A [10]	H.P.T [10]	H.P.N.T [10]
Indice d'acidité g%	≤3.3	0.89	0.75	0.86
Indice de peroxyde meq/kg	≤20	0.71	0.7	0.4
Indice d'iode g%g	-	107.97	107.46	109.05
Indice de réfraction à 20 °C	1.463-1.472	-	-	-
Indice de saponification	189-199.1	-	-	-
Insaponifiable %	≤1.1	-	-	-
Phosphore en ppm	-	9.92	32.91	31.53
Teneur en eau et matières volatiles %m/m	≤0.2	0.22	0.089	0.098
Teneur en impuretés insolubles %m/m dans l'éther de pétrole	≤0.3	0.13	0.29	0.22

II.2.3. Les composés de l'huile d'argane :

II.2.3.1 Les composés saponifiables

a) Les acides gras

L'huile d'argane est nettement insaturée : les acides gras mono- et polyinsaturés représentent environ 80% des acides gras totaux (**Rammal *et al.*, 2009**). Les quatre acides gras majoritaires sont l'acide oléique (C18 :1) représentant 45% des acides gras totaux, l'acide linoléique (C18 :2 n-6) représentant 35%, l'acide palmitique (C16 :0) représentant environ 12% et l'acide stéarique (C18 :0) environ 5%. Les autres acides gras sont à l'état de traces (**Rammal *et al.*, 2009**).

Tableau 2 : composition en acides gras d'huile d'argane (**Charrouf 1998**).

A.G	H.A.1	H.A.2	H.A.3	H.L	H.P.T	H.N.P.T
	Pourcentage (%)					
Acide myristique C14:0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.16	0.15
Acide pentadecanoïque C15:0	-	-	-	0.1	0.07	0.06
Acide palmitique C16:0	14.3	14.3	11.7	13.9	12.57	11.57
Acide palmitoléique C16:1	-	traces	0.1	0.2	0.10	0.09
Acide heptadecanoïque C17:0	-	-	-	0.1	0.08	0.09
Acide stéarique C18:0	5.9	5.9	5.0	5.6	5.94	5.32
Acide oléique C18:1	48.1	48.1	46.4	46.9	42.77	43.15
Acide linoléique C18:2	31.5	31.5	34.9	31.6	36.86	38.09
Acide linolénique C18:3	-	-	0.6	0.1	0.15	0.12
Acide nonadécénoïque C19:1	-	-	-	0.1	-	-
Acide arachidique C20:0	-	-	-	0.4	0.39	0.33
Acide gadoléique C20:1	-	-	-	0.5	0.35	0.37
Acide béhénique C22:0	-	-	-	0.1	0.15	0.12

H.A.1 : Huile artisanale

H.A.2 : Huile artisanale

H.L. : Huile Laboratoire

HPT : Huile de presse torréfiée

HPNT : Huile de presse non torréfié

b) Les triglycérides :

Tableau 3 : Les triglycérides de l'huile d'argan (Charrouf 1998)

Les T.G	Huile artisanale	Huile de presse
LLL	6.6	8.2
LLO	14.2	17.0
PLL	5.1	6.4
OLO	16.7	18.9
SLL	-	2.6
PLO	14.2	12.9
PLP	7.6	1.0
OOO	14.7	13.5
SLO	-	4.4
POO	15.7	10.5
PLS	-	0.6
POP	3.3	1.1
SOO	5.1	2.6
POS	2.9	0.5

II.3.1.2 Les composés insaponifiables

La fraction insaponifiable contient des hydrocarbures, 37.5% de carotènes, 20% d'alcools triterpéniques, 20% de méthylstérols et de stérols, 7.5% de tocophérols et 6.5% de xanthophylles ainsi que 321mg/100g de squalène (Khallouki *et al.*, 2003).

a) Les carotènes.

La fraction insaponifiable contient 37.5% d'hydrocarbures terpéniques (C30) et des carotènes (C40) (Charrouf, 1984). Ces derniers composés sont connus pour leurs importances nutritionnelles puisqu'ils sont dotés d'activités antioxydantes importantes et qu'ils jouent un rôle dans l'arrêt du développement ou la progression de quelques cancers (Adlouni, 2010).

b) Les tocophérols

L'huile d'arganier est riche en tocophérols tels que le gamma tocophérol (75%) et l'alpha tocophérol (7%) qui sont responsables de la principale activité de la vitamine E (Khallouki *et al.*, 2003). Selon les données bibliographiques, la teneur en tocophérols totaux dans l'huile d'argan serait dans les environs de 66 mg/100g (Khallouki *et al.*, 2003). Ces tocophérols ont des actions antioxydantes qui vont permettre une bonne conservation de l'huile et une protection contre les maladies cardiovasculaires (Adlouni, 2010).

c) Les stérols.

La fraction stérolique est composée principalement de spinastérol et de schotténol. La quantité totale des stérols dans l'huile d'argan varie de 272 à 357 mg/100g (**Khallouki et al., 2003**). Les stérols présents dans cette huile sont uniques au regard de leur composition chimique. En effet, il n'existe aucune autre huile végétale possédant une composition comparable (**Adlouni, 2010**). L'huile d'argan contient les D7-stigmastérols (schotténol et l' α - spinastérol), extrêmement intéressants et très rares parmi les stérols végétaux. Le schotténol pourrait être utilisé comme principe actif anticancéreux (**Adlouni, 2010**).

d) Les composés phénoliques.

La classe des phénols présents dans l'huile d'argan regroupe des composées phénoliques simples comme les acides vanillique, férulique et syringique ainsi que le tyrosol. En moyenne, ces phénols simples sont présents à une concentration totale inférieure à 4 mg/kg d'huile d'argan (**Khallouki et al., 2003**). D'après leurs structures, les phénols de l'huile d'argan agissent comme des donneurs d'hydrogène, et leur efficacité peut être due également à leur lipophilie, laquelle facilite leur incorporation dans des structures lipophiles des membranes du liposome, leur conférant une activité protectrice (**Rammal et al., 2009**). Les acides férulique et vanillique sont suggérés comme des antioxydants forts. Par ailleurs, les flavonoïdes glycosylés ont été rapportés être hydrolysés enzymatiquement à leurs formes génines durant le métabolisme d'absorption, et l'aglycone résultant agit comme un puissant antioxydant *in vivo* (**Khallouki et al., 2003**). Il est à noter que les composés phénoliques de l'huile d'argan ont un effet individuel et suppresseur majeur de l'activité de la xanthine-oxydase et donc principalement contre l'anion superoxyde généré par le système hypoxanthine-xanthine-oxydase (HX-XOD) (**Khallouki et al., 2003**). Or, la xanthine-oxydase est une enzyme impliquée dans la carcinogenèse, et où il a été démontré que ces inhibiteurs ont un effet chimio-préventif contre certaines formes des cancers (**Own et al., 2000**). Par ailleurs, les saponines de l'huile d'arganier présentent des activités antifongiques, antibactériennes, analgésiques et anti-inflammatoires, tout en exprimant une faible toxicité (**Charrouf, 1990**).

e) Les caroténoïdes

Ce sont les pigments colorants de l'huile d'argan et sont aussi des molécules antioxydantes importantes (**Adlouni, 2010**). Ce groupe comprend le β -carotène (50% de la fraction insaponifiable) qui est un précurseur de la vitamine A ainsi que les xanthophylles (6.5% de la fraction insaponifiable) (**Hilali et al., 2005**).

f) Le squalène

L'huile d'argan contient une quantité importante de squalène, allant jusqu'à 321mg/100g (**Khallouki et al., 2003**), alors que sa présence dans la majorité des ressources végétales reste à l'état de traces. Nombreuses études ont montré l'action du squalène appliqué localement ou administré par voie systémique sur des cancers de la peau, du colon et du poumon (**Rao et al., 1998**). Le squalène agit aussi comme puissant piègeur de radicaux d'oxygène réactifs à la surface de la peau humaine (**Kohno et al., 1995**). D'après **Rammal et al. (2009)**, cinq principaux alcools

triterpéniques ont été trouvés dans la fraction insaponifiable de l'huile d'argan à savoir le butyrospermol, le turicallol et la bêta-amyrine (ces trois alcools triterpéniques étant les plus abondants), le lupéol et le 24-méthylènenecycloartanol (dérivé du cycloartanol).

II.4. Extraction de l'huile d'argan par la presse et par la méthode artisanale :

Tableau 4: Extraction de l'huile d'argan par la presse et par la méthode artisanale : (Charrouf 1998)

	Extraction artisanale	Extraction par la presse
Temps pour extraire 1 litre	4h	28 mn
Rendement d'extraction	63 %	95 %
Indice de peroxyde (meq O ₂ /kg)	2.41	2.79
Indice d'acide (exprimé en acide oléique)	1.74 g /100g	0.46 g /100g

II.5. Utilisation de l'huile d'argan

Dans la pharmacopée traditionnelle, l'huile de l'arganier et divers produits dérivés de l'arbre ont été de tout temps utilisés pour leurs propriétés réelles ou supposées. De fait, plusieurs composés biochimiques tirés de fruits de l'arganier, possèdent des propriétés biologiques qui peuvent justifier leur utilisation en pharmacie et en cosmétologie.

II.5.1. Utilisation en médecine traditionnelle

Depuis l'antiquité, l'huile d'argan a suscité l'intérêt des médecins égyptiens célèbres qui lui ont alors reconnu un certain nombre de propriétés très intéressantes. Voici quelques utilisations actuelles à cette huile (*Radi. N, 2003*).

II.5.2. Utilisation en dermatologie

L'huile d'argan est préconisée dans le traitement de l'acné juvénile, l'eczéma et pour soulager les manifestations cutanées de la rougeole et la varicelle. L'huile d'argan est également utilisée dans le traitement des teignes humaines et même animales. Elle est aussi préconisée dans le nettoyage et la désinfection des blessures.

II.5.3. Traitement des maladies ORL

L'huile d'argan est utilisée dans les maux d'oreilles.

II.5.4. Infection des voix respiratoires

Surtout chez les enfants présentant des symptômes d infection respiratoire.

II.5.5. Spasmes intestinaux

L'huile d argan est préconisée pour soulager les coliques des petits enfants.

II.5.6. L asthénie

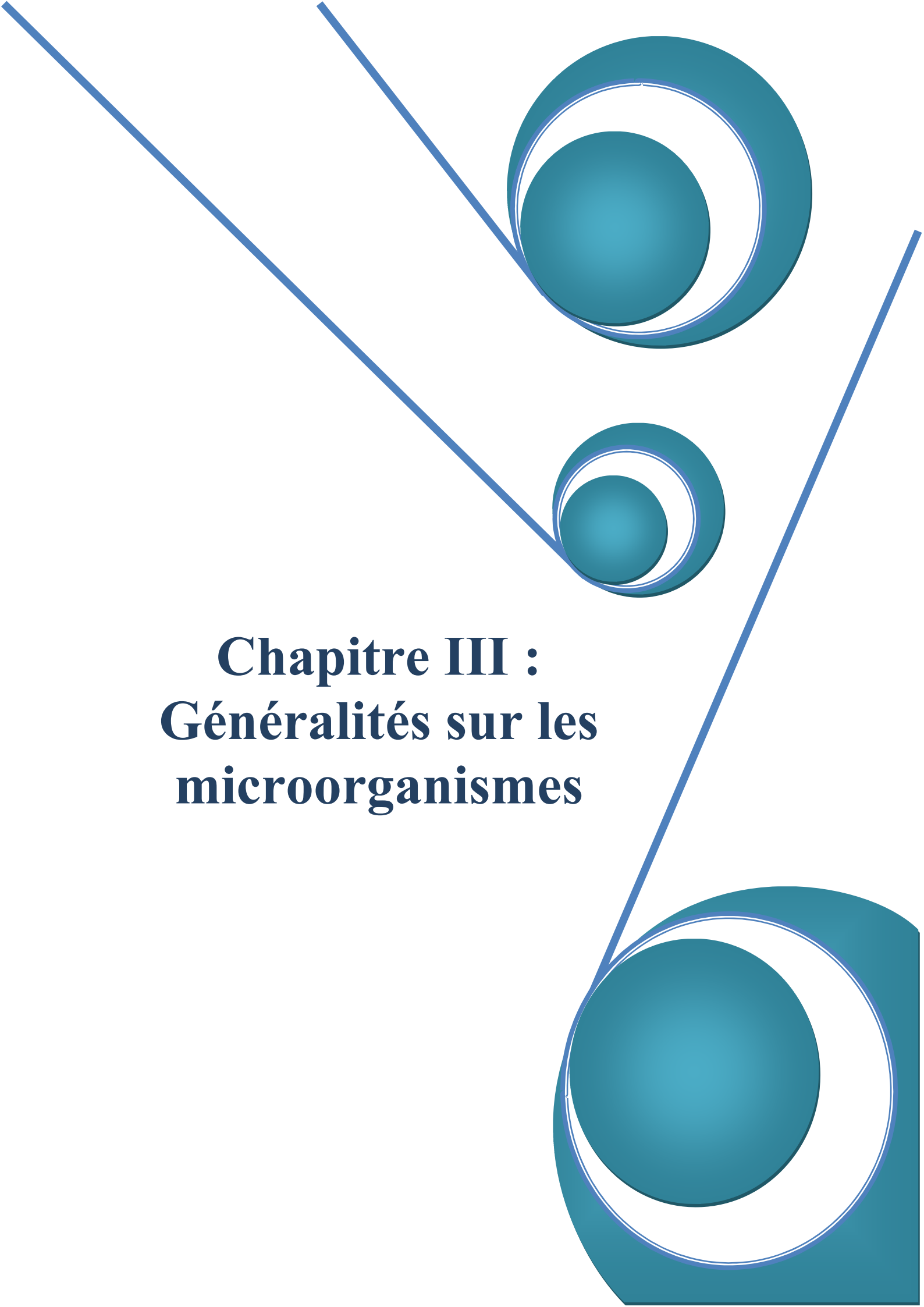
L huile d argan est conseillée pour ses propriétés fortifiantes dans l asthénie, car il est reconnu quelle donne à l organisme une grande vigueur.

II.5.7. Rhumatismes

L'huile d'argan est proposée dans le traitement et le soulagement des douleurs rhumatismales. Il est conseillé, pour cela, de la prendre le matin au petit déjeuner et ceci en trempant du pain dans l huile pure.

II.5.8. D autres utilisations de l huile de l arganier

Le rapport du pourcentage des acides gras polyinsaturés sur celui des acides gras saturés, fait que cette huile est recommandée par les nutritionnistes. De type oléique-linoléique, l huile d argan renferme 80% d acides gras insaturés comme l huile d olive. Néanmoins, elle possède une nette supériorité sur celle-ci à cause de sa richesse en acides gras essentiels (acide linoléique 34%).

An abstract graphic featuring three teal-colored circles of varying sizes. Each circle has a white ring around its center. Two blue lines originate from the top left and extend diagonally towards the right, passing behind the circles. A third blue line starts from the top right and extends diagonally towards the bottom left, also passing behind the circles. The circles are positioned at the top right, middle right, and bottom right of the frame.

Chapitre III : Généralités sur les microorganismes

I. Les bactéries

1. Généralités

Les bactéries sont des organismes minuscules que l'on trouve à peu près partout (ubiquitaire). Elles manifestent leur présence par les blessures qui s'infectent, le lait qui surnage ou la viande qui se putréfie. Mais habituellement nous les ignorons parce que leurs activités sont moins évidentes à cause de leur petite taille. Il a fallu attendre l'apparition du microscope au XVII^{ème} siècle pour que l'on découvre leur existence (**Paul singleton, 1999**).

L'organisation cellulaire des bactéries est fondamentalement différente de celle de toutes les autres cellules vivantes : elles n'ont pas de noyau et leur génome est le plus petit des cellules vivantes. Elles ont des taux de croissance exceptionnellement courts. Elles se présentent sous des formes et des tailles diverses, génétiquement déterminées et caractéristiques de l'espèce. Cette variété morphologique est cependant marquée par trois formes principales ; cellules en bâtonnets appelées bacilles, les cellules sphériques appelées cocci, les cellules hélicoïdales spiralées appelées spirilles (cellules rigides) et spirochètes (cellules flexibles) (**Bousseboua H., 2002**).

2. Exemples des bactéries :

a) *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**).

b) *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, endocardite aiguë, 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**).

c) Le genre *Entérocooccus*

Les bactéries du genre *Enterococcus* sont des cocci Gram positive aéroanaérobie, catalase négative, résistant à la pénicilline, initialement nommée streptocoques fécaux en raison de leur habitat au niveau du tube digestif ou streptocoques D par appartenance au niveau du tube digestif ou streptocoques D par leur appartenance au Séro groupe D dans la classification Lancefield. La classification générale des streptocoques fécaux a été modifiée dans les années 80 par la création d'un nouveau genre, *Enterococcus*. Dans ce contexte, plusieurs espèces appartenant antérieurement au genre *Streptococcus* ont été transférées vers le genre *Enterococcus*, sur la base d'étude génomique (**Didi Raoult**). On les retrouve souvent dans le tractus gastro-intestinal des humains et de plusieurs animaux; *Enterococcus faecalis* parmi espèces le plus souvent identifiées chez l'humain (**Clausen et al, 1977; Gleeson et Gray, 1997**).

I. Les champignons

1. Généralités sur les mycètes

Les champignons (fungi ou mycètes) constituent un groupe d'organismes hétérotrophes ubiquistes, riche de quelques 120000 espèces, présentant des structures et des caractéristiques biologiques extrêmement diversifiées, adaptés au mode de vie saprophyte, parasitaire ou symbiotique (**Senal et al. 1993 ; Kirk et al. 2001**).

2. Caractères généraux

Les champignons du genre *Aspergillus* ont été décrits pour la première fois en 1729. Ce sont des champignons saprophytes, c'est-à-dire qui tirent leur nourriture de substances organiques en décomposition. Ce sont des moisissures à filaments hyalins, cloisonnés, et ils sont haploïdes. Ils font partie du groupe phylogénétique des Ascomycètes, à l'ordre des Eurotiales et à la famille des *Trichocomacées* ou *Aspergillacées*. Le genre *Aspergillus* comprend aujourd'hui quelque 185 espèces, dont une vingtaine sont retrouvées en pathologie humaine (**Badillet et al. 1987a**). Les *Aspergillus* sont présents partout dans le monde, et en région tempérée plus particulièrement à la fin

de l'été, en automne et en hiver. Ces champignons ont un métabolisme aérobie. De plus ils participent au recyclage du carbone et de l'azote de l'environnement. Ils sont thermophiles (certaines espèces peuvent survivre à des températures proches de 70°C) et ne requièrent pas de nutriments spécifiques (DE 1984).

3. Epidémiologie

Les *Aspergillus* sont des champignons cosmopolites. Ils sont très répandus dans le milieu extérieur. Ces champignons sont ubiquistes, on les trouve aussi bien en milieu rural (foin, paille, céréales ou fruits moisissés, silos à grains, matières organiques en décomposition...) qu'en milieu urbain, où on les rencontre aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des habitations (poussières derrière les meubles, cadres, faux plafonds, conduits d'aération, plantes en pots...). Les différentes enquêtes aéromycologiques révèlent que les spores aspergillaires sont au quatrième rang des spores fongiques de l'air les plus fréquemment rencontrées (Chabasse *et al.* 2002).

4. Exemples des champignons

a) *Aspergillus fumigatus* (Fresenius 1863)

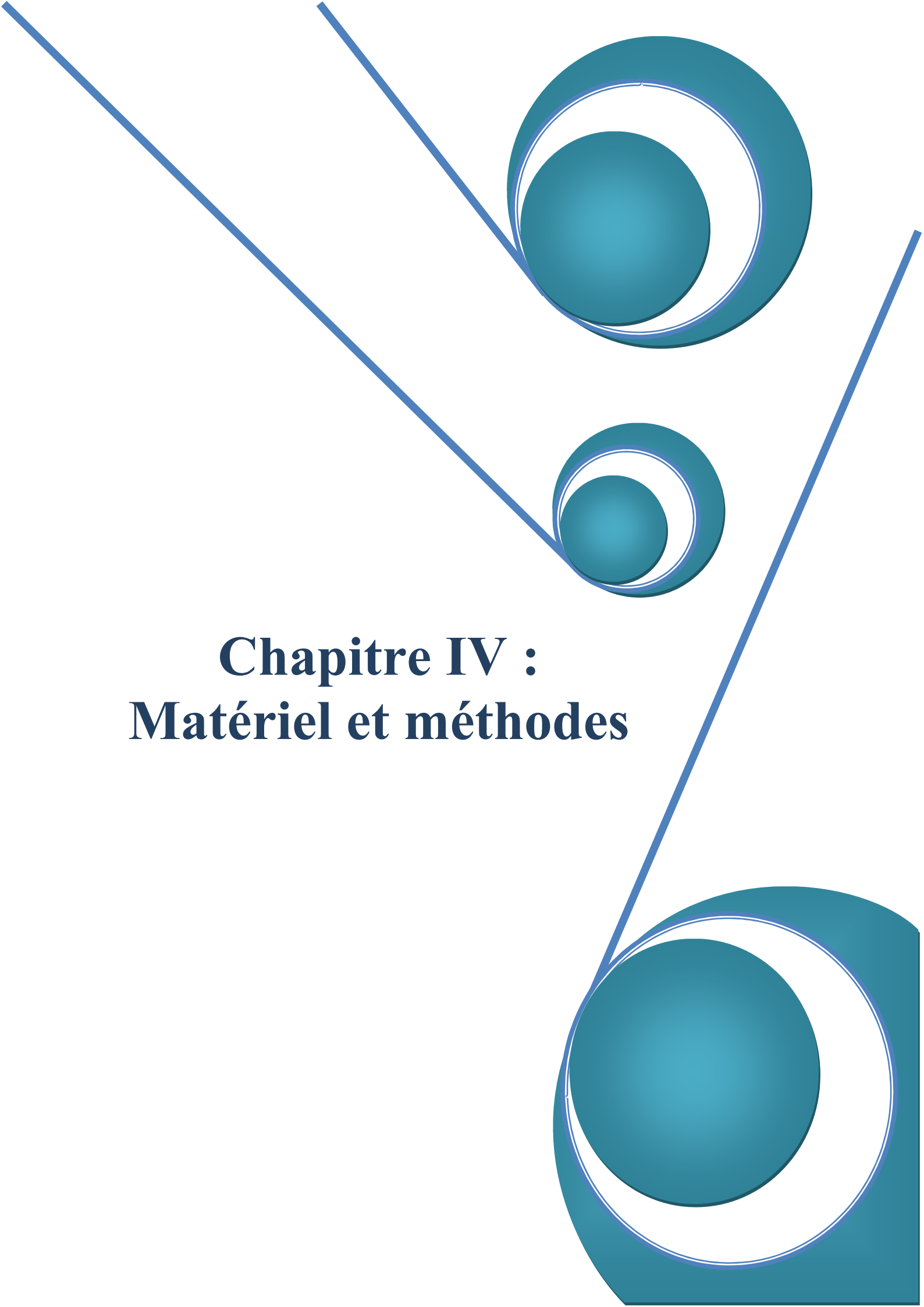
C'est l'agent le plus fréquemment rencontré dans les aspergilloses humaines et animales. Sur le plan morphologique, il se distingue des autres espèces d'*Aspergillus* par la couleur de ses colonies à maturité, par l'évasement progressif du conidiophore à son sommet, et par ses têtes unisériées en colonnes. De plus, contrairement aux autres espèces, il est capable de se développer à 45°C (DE 1984).

b) *Aspergillus flavus* (Link 1809)

Il est un agent responsable d'aspergillose pulmonaire ou généralisée chez l'immunodéprimé. D'un point de vue morphologique, il se distingue des autres espèces d'*Aspergillus* par la couleur vert jaune de ses colonies et par ses conidiophores à paroi verruqueuse (DE 1984).

c) *Aspergillus niger* (Van Tieghem 1867)

Ce champignon peut provoquer chez le sujet non immunodéprimé des aspergillomes, mais aussi des otites ou des sinusites. On le rencontre plus rarement chez l'immunodéprimé, où il est responsable d'infections cutanées, pulmonaires ou généralisées. Au niveau morphologique, il se caractérise par des têtes aspergillaires radiées, bisériées, noires à maturité (DE 1984).

A decorative graphic featuring three teal circles of varying sizes. Each circle has a white ring inside and a blue outline. Two blue lines intersect at a point between the top two circles, and another blue line extends from the bottom right towards the bottom circle.

Chapitre IV : Matériel et méthodes

I. Matériel végétal

L'argan utilisé pour notre extraction d'huile est récolté durant le mois d'avril 2017 (**Photo 1**), de la région de Merkala wilaya de Tindouf, Algérie (**Fig12**).

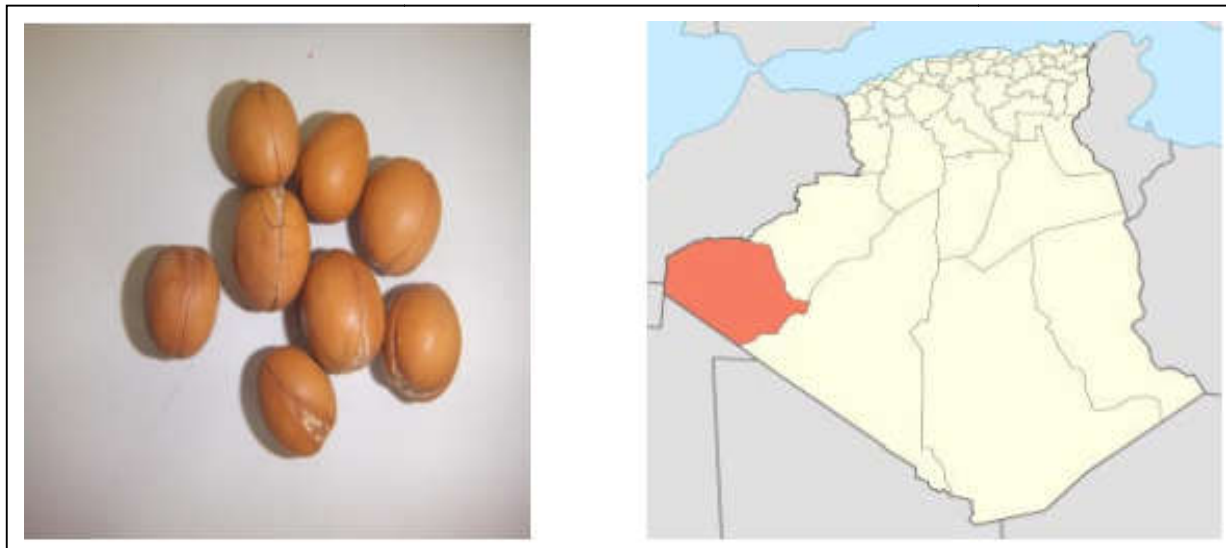


Photo 1: les grains d'argan

figure 12 : localisation de la wilaya de Tindouf (couleur rouge)

Notre expérimentation est basée sur l'extraction de l'huile par la méthode d'extraction traditionnelle.

II. Echantillonnage

L'échantillonnage a été effectué pendant le mois d'avril 2017 à partir de 14 heure. Après récolte, les grains d'argane sont nettoyés puis laissés sécher à l'aire pendant quelques jours.

II.1. Préparation de l'échantillon

- ✓ Le dépulpage des fruits : cette opération a pour but de séparer la pulpe du noyau et à éplucher le fruit sec manuellement.
- ✓ Le concassage de la coque : le concassage des noyaux a été effectué manuellement à l'aide d'un marteau.
- ✓ La séparation : a pour but séparer l'amande du noyau.

✓ Torréfaction : Elle s'effectue à une basse température (40 °C) dans le but d'éliminer l'eau et de favoriser la destruction des saponines et faciliter ainsi l'extraction de l'huile.

✓ Broyage les amandes



1-Dépulpage



2- Concassage



3-Torréfaction



4-Trituration



5-Malaxage



6-Conditionnement

Figure-13: Les étapes d'extraction artisanale de l'huile d'argane (Harhar 2010).

II.2. Préparation des dilutions de l'HE

La gamme de concentration des extraits végétaux a été préparé dans tubes à essai par la méthode de dilution de deux en deux ($1/2$, $1/4$, $1/8$, $1/16$, $1/32$,), à partir d'une solution mère (YAKHLEF 2010).

On prépare 4 tubes en verre stériles ($1/2, 1/4, 1/8, 1/16$) ; le premier contient 500 μ l de d'huile essentielle d'Argania spinosa et 500 μ l de diluant (DMSO) .On ajoute dans le deuxième tube ($1/4$) 500 μ l du premier tube ($1/2$) et 500 μ l DMSO, agité bien. On répète le procédé jusqu'on terminé, Comme le montre le Tableau

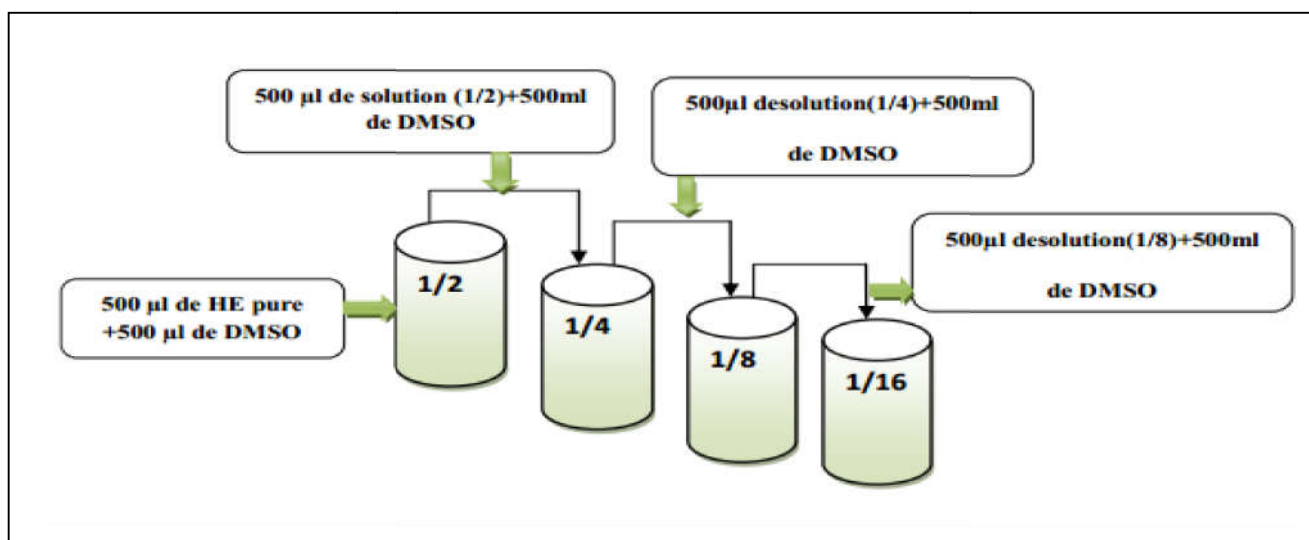


Figure 14 : Préparation des dilutions



Photo 02 : préparation des dilutions



Photo 03 : préparation des dilutions

III. Activité antibactérienne de l'huile essentielle de l'*Argania spinosa* :

Tableau 1 : Germes étudiés

Bactéries	Gram négatif	Bacilles	<i>Escherichia coli</i>
		Coccies	<i>Entéroccocus faecalis</i>
	Gram positif	Coccies	<i>Staphylococcus aureus</i> S07
			<i>Staphylococcus aureus</i> S20
Champignons	filamenteux	<i>Aspergillus flavus</i>	
		<i>Aspergillus fumigatus</i>	
		<i>Aspergillus niger</i>	
		<i>Penicillium</i> spp	

L'ensemble des expériences entreprises, dans le cadre de ce travail, a été effectué dans le laboratoire d'analyse médicale située à Bouira.

III.1. Conservation des souches

Les souches sont conservées à 5°C dans des tubes stériles contenant 10 ml de milieu de culture incliné (gélose nutritive).

III.2. Pouvoir antimicrobien de l'huile essentielle de l'*Argania spinosa*.

Ces microorganismes (bactéries) sont fournis par le laboratoire de recherche en microbiologie de l'université de Bejaïa (pour *Staphylococcus aureus* S07 et *Staphylococcus aureus* S20). Et de l'laboratoire de recherche de l'université de Bouira (pour *Escherichia coli* ATCC 25922 et *Entéroccocus faecalis*)



Photo 4 : bouillon nutritif de la souche *Staphylococcus aureus* S07



Photo 5 : bouillon nutritif de la souche *Staphylococcus aureus* S20

III.3. Préparation du milieu de culture

La gélose milieu Mueller –Hinton est préparée en dissolvant 39g de poudre de gélose dans un 500 ml d'eau distillé dans un erlenmeyer placées sur un agitateur plaquechauffante. la gélose dissolue est versée dans des flacons puis stérilisées dans l'autoclave à 120C° pendant 20mn, et en fin conservée dans le réfrigérateur à 4°C avant utilisation milieu Mueller –Hinton .est fondu dans un bain marie à 95C° et coulée en boite de pétrie sur un épaisseur de 3 mm (environ 10 ml par boite),les géloses sont pré-séchées avant l'emploi.

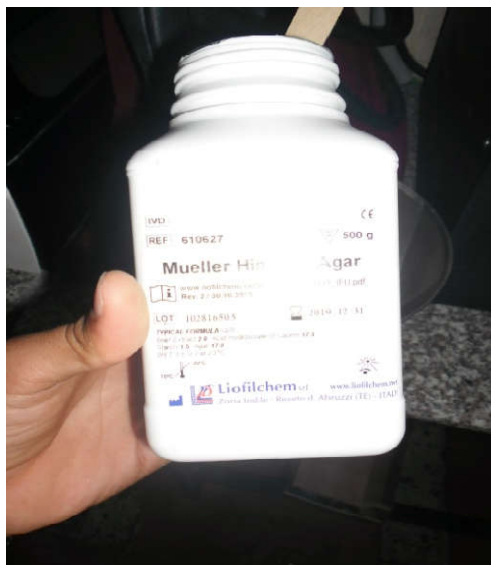


Photo 6 : préparation du milieu de culture MH

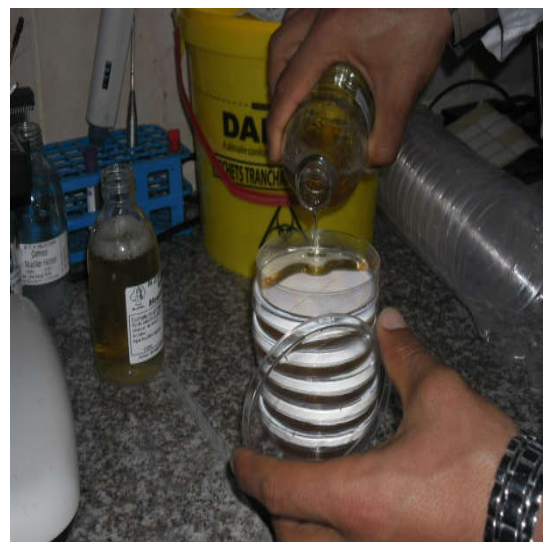


Photo 7 : préparation du milieu de culture MH

Les souches microbiennes à tester ont été cultivées dans des boîtes de pétrie contenant de la gélose nutritive. Après 18h d'incubation à 37°C, des suspensions microbiennes d'une densité optique de 1 McFarland ont été préparées, pour chaque microorganisme, dans 10 ml d'eau distillée stérile.

Répété trois fois et dans chaque essai trois boîtes de pétri sont préparées.

III. 4. Préparation de l'inoculum bactérien :

Les préparations des Inoculum sont faites selon les méthodes traditionnelles. Les concentrations bactériennes des Inoculum sont évaluées par turbidité et sont exprimées par la mesure de la Densité Optique (DO pour une longueur d'onde $\lambda=625\text{nm}$) sur un spectrophotomètre. Une DO de 0.08-0.1 correspond à 10^8 UFC/ml.

A partir des boîtes contenant les germes pathogènes (*Staphylococcus aureus*, *entéroccoccus faecalis*, *Escherichia coli*) à partir des pré-cultures congelées, on racle 3 colonies à l'aide d'une pipette pasteur, puis on la décharge dans un tube stérile ayant 9ml de l'eau physiologique. On dépose une goutte de suspension bactérienne, préparer sur la gélose coulée dans un boîte de pétrie, puis on l'ensemence à l'aide de pipette pasteur.

III. 5. L'ensemencement :

Cette opération se fait après la préparation de l'inoculum, avec un écouvillon on prend des colonies bactérienne et on met dans 2ml d'eau physiologique, on trempe l'écouvillon stérile dans la suspension bactérienne. Puis on flotte l'écouvillon sur la totalité de la surface de MH, en haut et bas en strie serrées, un étalement uniforme en nappe.



Photo 8 : ensemencement des bactéries sur des boîtes de pétris

L'ensemencement a été effectué par écouvillonnage. A la surface de gélose MH de chaque boîte. 12 boîtes ont été réalisées, chaque boîte contient trois puits remplis avec 50µL de différentes concentrations d'huile essentielle. Les boîtes ont été incubées à 4°C pendant 2 heures, puis à 37°C pendant 24 à 48 heures. Après incubation le diamètre d'inhibition a été mesuré en millimètres. La zone où les bactéries n'ont pas pu se développer a été mesurée.

III.6. Méthode des puits

Des boîtes de pétri contenant une couche de gélose Mueller-Hinton d'une épaisseur de 4 mm, sont préparées avec les bactéries tests La technique qui a été utilisée consiste à réaliser des puits de 3 mm à l'aide des embouts stériles. Ensuite, dans chaque puits on dispose une quantité de 50 µL de chaque concentration d'huile essentiel, Les boîtes sont ensuite laissées à température ambiante pendant 30 minutes, puis incubées à 37 °C (**Tortorano *et al* , 1979**).

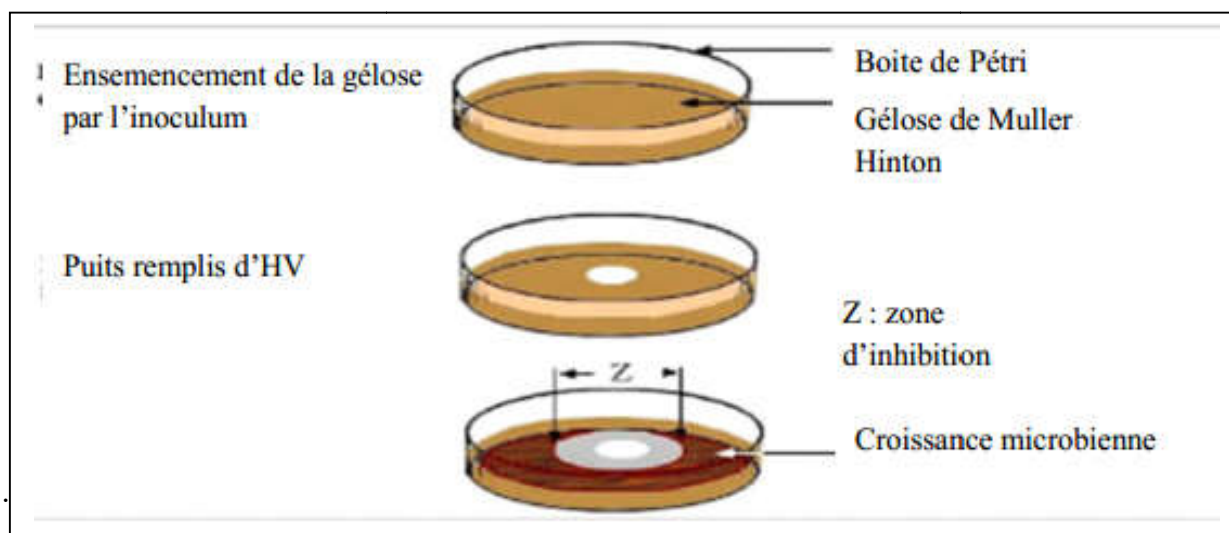


Figure 15 : Schéma illustrant la méthode des puits

L'activité inhibitrice se traduit par l'apparition d'une zone d'inhibition après 18 à 24 heures d'incubation à 37 °C.

NB : en parallèle des cultures témoins de chaque souche sont réalisés, et dans lesquelles deux puits induit et qui sont remplis une par l'huile essentielle net et l'autre par le DMSO dans le but de s'avoir la sensibilité des bactéries vis-à-vis de DMSO.

III.7. Incubation :

Les boîtes ont été mises à 4 C⁰ pendant 4 h pour assurer la diffusion de l'huile essentielle testée dans le milieuensemencé, puis incubées dans l'étuve à 37 C⁰ pendant 24h.

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 7 mm En parallèle, des boîtes de pétri contenant le milieu Muller Hinton on été ensemencées avec les souches et testées leur sensibilité.



Photo 9 : incubation

IV. Méthode de dilution en gélose (détermination des CMI)

Dans certaines situations, la réponse qualitative ne suffit pas : la détermination précise de la CMI est demandée pour mieux préciser le niveau de l'activité des molécules (CMI et CMB).

a) Principe

La CMI est définie comme étant la plus faible concentration en huile pour laquelle, aucune croissance visible à l'œil nu n'est observée (**Skandamis et Nycha ; 2001**). Cette méthode permet la détermination de la concentration minimale inhibitrice (CMI) à partir d'une gamme de concentrations d'huile diluée dans le DMSO. Ce choix a été fait, parce que le DMSO est

le solvant préconisé par la majorité des auteurs, notamment, **Gachkar *et al.* (2006)** qui ont prouvé que le DMSO n'a aucun pouvoir antibactérien puissant.

b) Lecture de l'aromatogramme :

L'activité antimicrobienne se manifeste par l'apparition d'un halo d'inhibitions de la croissance microbienne autour des disques contenant l'extrait à tester. Le résultat de cette activité est exprimé par le diamètre de la zone d'inhibitions et peut être symbolisés par des croix. La souche ayant un diamètre :

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

Mesurer avec précision les diamètres des zones d'inhibitions à l'extérieur de la boîte fermée. Le Classement des bactéries se fait dans l'une des catégories : sensible ou résistante (**Ponce et al 2003**).

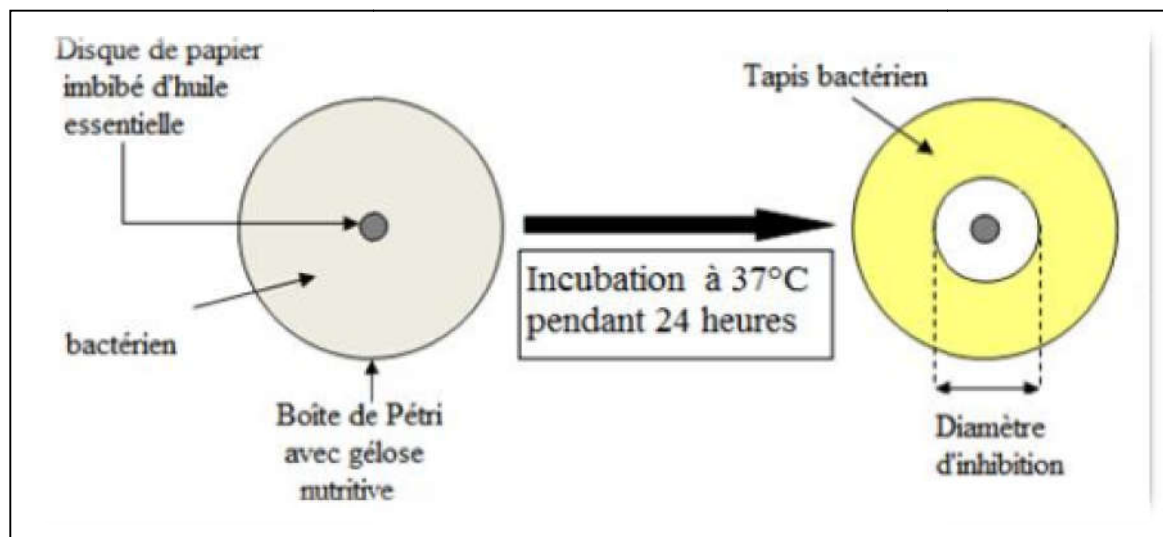


Figure 16: méthode de lecture de l'aromatogramme

c) Le coefficient d'activité

Le coefficient d'activité A pour les souches bactériennes dont les zones d'inhibition sont importantes est estimé (7) :

$$A = z' / q \quad \text{Avec} \quad z' = \pi (z^2 / 4)$$

z' : la surface d'inhibition ; q : la quantité de l'huile essentielle (en μl) ;

z : le diamètre d'inhibition (cm).

V. Etude d'activité antifongique de l'huile d'argane :

Le matériel biologique (champignon) est récupéré de laboratoire de recherche en microbiologie de l'université de Boumerdes les mycètes sont régulièrement entretenues par repiquage sur le milieu nutritif Sabouraud.

NB : le protocole expérimental utilisé dans l'activité antifongique de l'huile d'argane est identique dans toutes les parties à celui de l'activité anti bactérienne sauf dans les parties suivantes :

V.1. Préparation du milieu Sabouraud gélose liquide:

Dissoudre 15 g de poudre de Sabouraud gélose dans un litre d'eau distillée. Attendre 5 min puis bien agiter afin d'obtenir une suspension homogène. Chauffer en agitant jusqu'à dissolution complète. Le milieu ainsi préparé est stérilisé à l'autoclave à la température de 121°C pendant 15 min.



Photo 10 : préparation du milieu de culture



photo 11 : collage sur boîtes de pétris

V.2. Culture

Nous avons réalisé la culture de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger* et *penicillium sp* sur le milieu Sabouraud coulé dans la boîte de pétri. La culture s'effectue par passage de l'écouvillon de prélèvement sur le milieu de culture incorporé dans la boîte de pétri.

V.3. Incubation

L'incubation se fait à une température ambiante pendant 4 jours.

V.4. Evaluation de l'activité antifongique

L'activité antifongique des HE de *Argania spinosa* est recherchée vis-à-vis de six champignons qui sont : *Aspergillus niger* 939N, *Aspergillus flavus* NRRL 3251 *Aspergillus fumigatus* et *penicillium sp*.

Un inoculum de chaque souche-test a été préparé à partir d'une culture pure et jeune (âgée de 18 heures) avec de l'eau physiologique stérile (9% de NaCl). Après homogénéisation, la densité cellulaire de chaque suspension a été ajustée par dilution dans l'eau physiologique stérile et en comparaison avec la solution à 0,5 McFarland à une longueur d'onde correspondante à chaque champignon.

Cet inoculum ajusté devra contenir 10^6 UFC/mL (unité formant colonie/mL) et ne doit pas être utilisé au-delà de 15 minutes.

Après incubation à 25 ° C pendant 7 jours, en tenant compte de la croissance du témoin, le pourcentage d'inhibition (PI) est calculé par la formule suivante:
 $PI\% = [dT - dE / dT] \times 100$.

Où : PI (%): pourcentage d'inhibition, dT: Diamètre moyen de la zone de croissance du témoin

DE : la croissance: le diamètre moyen de la zone de croissance de l'essai.

Les pourcentages d'inhibition des moisissures sont calculés selon l'équation suivante :
Le pourcentage d'inhibition = $[(D1 - D2) / D1] \times 100$

D1 : diamètre de la prolifération des champignons en absence de l'huile essentielle dans le milieu.

D2 : diamètre de la prolifération des champignons en présence de l'huile essentielle dans le milieu.(Haddouchi, Lazouni et al. 2009).

An abstract graphic design featuring three teal-colored circles of varying sizes. Each circle contains a white ring and a smaller teal circle in the center. Three blue lines originate from the top left and fan out towards the right, passing behind the circles. The largest circle is at the top right, a medium-sized one is in the middle right, and the smallest one is at the bottom right.

Chapitre V : Résultats et discussion

I. Le rendement en huile essentielle de l'*Argania spinosa*

Dans notre travail, l'extrait de l'huile d'argan obtenue à partir de l'amande broyée d'*Argania spinosa*, est réalisée par la méthode traditionnelle. Le rendement obtenu est de 49.58%. Ce rendement est proche de celui obtenu par **Charrouf, (1984)** pour l'huile d'Argan du Maroc et qui est de 50% à 55%, et il est compris dans l'intervalle de la norme marocaine qui est fixé entre 35% et 55%.

II .Préparation des dilutions de l'huile essentielle

La gamme de concentration de l'huile essentielle a été préparé dans tubes à essai par la méthode de dilution de deux en deux ($1/2$, $1/4$, $1/8$, $1/16$, $1/32$,), à partir d'une solution mère.

III . Activité antibactérienne de l'huile essentielle de l'*Argania spinosa* :

a) Préparation des pré-cultures :



Photo 12 : pré culture d'*E.faecalis*

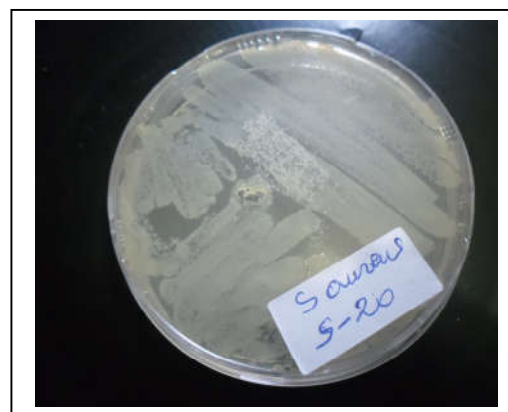


Photo 13 : pré culture de *S.aureus*
S20



Photo 14 : pré culture de *S.aureus*
S07



Photo 15 : pré culture d'*E. Coli*

b) Préparation de l'inoculum :

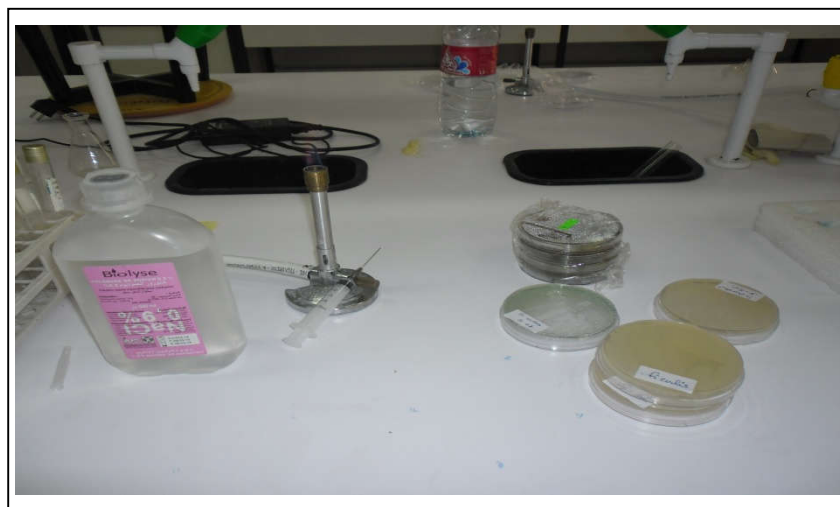


Photo 16 : préparation des Inoculums

c) Mesure de l'absorbance des Inoculums microorganiques

Les absorbance sont lu par spectrophotomètre a une longueur d'onde DO pour une $\lambda=625\text{nm}$ pour les bactériose et. Une DO de 0.08-0.1 correspond à 10^8 UFC/ml pour les bactéries et de 0.08-0.13 correspond à 10^6 UFC/ml pour les champignons.

Les DO sont mesuré est représenté dans le tableau ci-dessous

Tableau 6 : la DO des Inoculums bactériens.

Les bactéries	<i>E.coli</i> ATCC25922	<i>S.auréus</i> S07	<i>S.auréus</i> S20	<i>E.faecalis</i> ATCC 29212
Absorbance (DO)	0.093	0.099	0.093	0.092

Les absorbance sont lu par spectrophotomètre a une longueur d'onde DO pour une $\lambda=630\text{ nm}$ pour les champignons. Une DO de 0.08-0.13 correspond à 10^6 UFC/ml pour les champignons.

Tableau 7 : la DO des Inoculums fongiques

Les champignons	<i>A.flavus</i>	<i>A.fumigatus</i>	<i>A.niger</i>	<i>Penicillium .Sp</i>
Absorbance (DO)	0.127	0.128	0.082	0.1

d) Evaluation de l'activité antibactérienne

Le test de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle a été réalisé par la méthode de diffusion sur milieu gélosé ou aromatogramme. L'aromatogramme est une méthode inspirée de l'antibiogramme, il permet de déterminer l'activité inhibitrice de l'huile essentielle par mesure du diamètre d'inhibition, autour d'un disque imprégné, spots ou puits, ou d'un produit à base d'huile. Quatre concentrations d'huile essentielle ont été testées, l'huile essentielle brute ainsi que trois dilutions au un-demi et au un-quart et un-huitième de celui-ci. Ces huiles ont été diluées dans le DMSO (Diméthyle sulfoxyde). Trois souches bactériennes cliniques ont été choisies pour leur résistance aux antibiotiques, *Escherichia coli*, et *Staphylococcus aureus*, *entérocooccus faecalis* ce sont des bactéries Gram(+) et pathogènes pour l'homme. Un puits d'environ de 4 mm de diamètre est rempli d'huile essentielle d'*Argania spinosa*.

Les bactéries sontensemencées par écouvillonnage avec l'inoculum. Ce dernier est préparé à une concentration de 0,5 Marc Ferland, de 10^6 à 10^8 CFU. ML, pour chaque souche. Un puits rempli avec le DMSO (Diméthyle sulfoxyde) est appliqué dans les boites témoins, trois répétitions sont réalisées pour chaque essai. Les boites de Pétri sont incubées pendant 24 h à 37°C.

e) Lecture sur boites de pétris après 24H



Photo 17 : *E. faecalis* après 24H



Photo 18 : *E. coli* après 24H

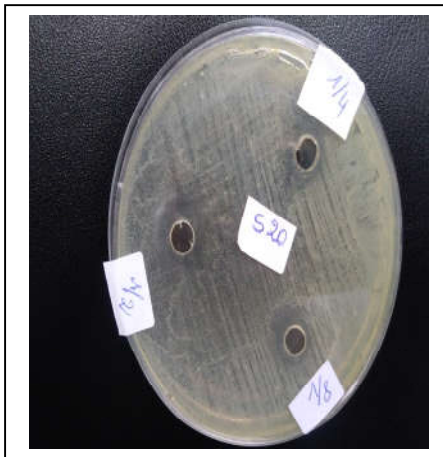


Photo 19 : *S.aureus* S20 après 24H

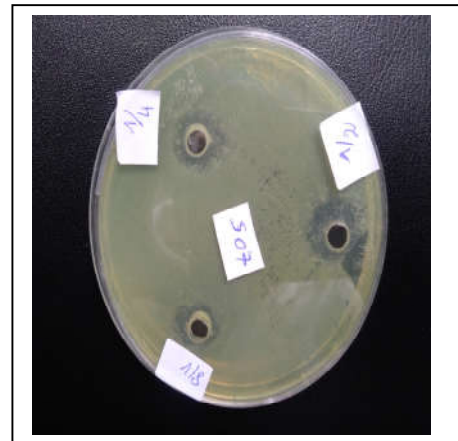


Photo 20 : *S.aureus* S07 après 24H

Les mêmes expériences ont été faite sur des boites de pétris nommé témoins dans lesquelles on a testé que l'activité d'huile essentielle de l'argane et de DMSO sur la croissance des bactéries.



Photo 21 : exemple d'une boite témoin

La lecture s'effectue par la mesure du diamètre de la zone d'inhibition, qui se traduit par un halo translucide autour de chaque puits; la présence ou l'absence d'un halo expliquerait la sensibilité ou la résistance des germes vis-à-vis des huiles testées.

Tableau 8 : diamètre d'inhibition des cultures bactériennes

Produits testés Souches bactériennes	Le diamètre inhibition en mm				
	Témoin DMSO	HE PURE	HE (1/2)	HE (1/4)	HE (1/8)
<i>Escherichia. coli</i> ATCC 25922	-	0.7	1.8	1.7	1.2
<i>Staphylococcus. aureus</i> S07	-	0.7	1.3	1.0	0.8
<i>Staphylococcus aureus</i> S20	-	0.9	1.3	1.1	0.8
<i>E.faecalis</i> ATCC 29212	-	1.0	1.25	1.0	0.7

Selon une échelle de notation symbolique allant de – à +++ et dont la lecture d'après se fait comme suit :

$\emptyset < 10$ mm : huile essentielle (HE) sans action inhibitrice

$16 > \emptyset \geq 10$ mm : HE à une action inhibitrice intermédiaire (+)

$25 > \emptyset \geq 16$ mm : HE à une action inhibitrice importante (++)

$\emptyset \geq 25$ mm : HE à une action inhibitrice très efficace (+++) (Sadou, Seridi et al. 2015)

Le résultat de cette activité est exprimé par le diamètre de la zone d'inhibitions et peut être symbolisés par des croix. La souche ayant un diamètre :

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

Tableau 9 : résultats d'activité des bactéries

Produits testés Souches bactériennes	Le diamètre inhibition en mm				
	Témoin DMSO	HE PURE	HE (1/2)	HE (1/4)	HE (1/8)
<i>Escherichia. Coli</i> ATCC 25922	-	-	++	++	+
<i>Staphylococcus. aureus</i> S07	-	-	+	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i> S20	-	-	+	+	+
<i>E.faecalis</i> ATCC 29212	-	+	+	+	+

f) Interprétation

Selon Ponce l *Escherichia coli* est une souche très sensibles à l'huile essentielle de l'argan. *Staphylococcus. aureus* S07, *Staphylococcus aureus* S20, *E.faecalis* sont des souches sensibles à l'huile essentielle de l'argan.

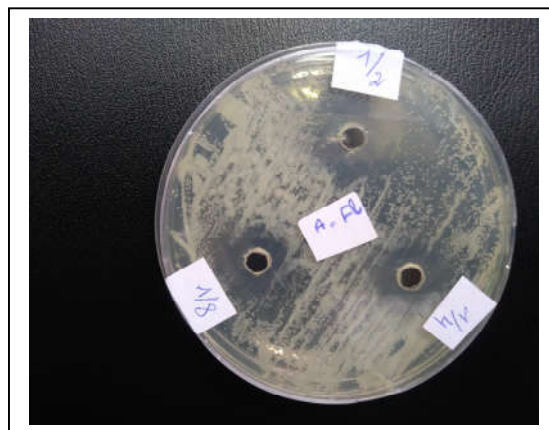
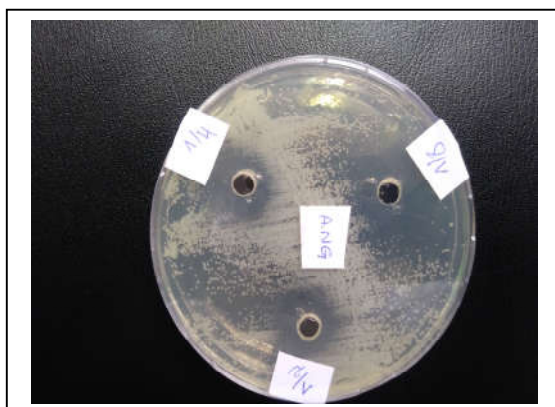
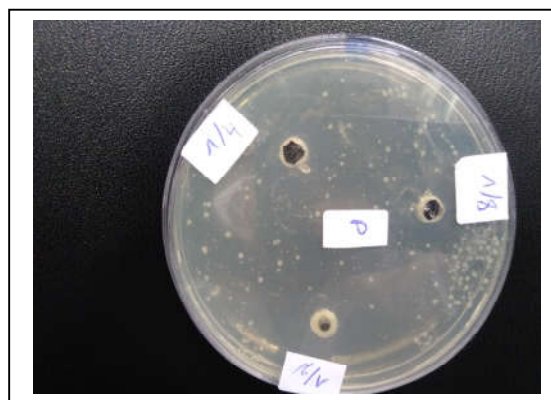
Diamètre de la Zone d'Inhibition de l'EH de l'argania spinosa
L'hypersensibilité de la souche *Staphylococcus aureus* ATCC peut s'expliquer par la probabilité de la sensibilité des bactéries Gram (+) aux changements environnementaux externes, tels que la température, le pH, et les extraits naturels due à l'absence de la membrane externe.

Certaines études ne révèlent aucune activité antimicrobienne sélective vis-à-vis les bactéries Gram (+) ou Gram (-) (**Guesmi & Boudabous, 2006**). La résistance certain bactérie peut être attribuée à la capacité de l'agent antibactérien de diffuser uniformément dans l'agar (**Hayouni et al., 2007**).

L'huile essentielle de l'*Argania spinosa* présente, in vitro, une bonne activité inhibitrice vis-à-vis des germes testés. Cependant, les microorganismes étudiés n'ont pas manifesté la même sensibilité vis-à-vis de l'huile essentielle. Chez la bactéries, *Escherichia coli* a montré une plus grande sensibilité par rapport à *Staphylococcus aureus* vis-à-vis de l'huile essentielle étudiée. Cette constatation confirme ce qui a été rapporté par plusieurs travaux.

IV. Etude d'activité antifongique de l'huile d'argane :

a) Les cultures fongiques :

Photo 22 : culture de l'*A. fumigatus*Photo 23 : culture de l'*A. flavus*Photo 24 : culture de l'*A. niger*Photo 25 : culture de *Penicillium sp*

b) Calcul de diamètre d'inhibition :

Tableau 10 : diamètre d'inhibition chez les cultures fongiques

Produits testés Souches fongique	Le diamètre inhibition en mm				
	Témoin DMSO	HE PURE	HE (1/2)	HE (1/4)	HE (1/8)
<i>Aspergillus flavus</i>	-	1.6	1.9	1.6	1.4
<i>Aspergillus fumigatus</i>	-	1.5	2.1	1.9	1.0
<i>Aspergillus niger</i>	-	1.6	1.6	1.4	1.3
<i>Pinécilium sp</i>	-	1.6	2.3	1.5	1.3

Le résultat de cette activité est exprimé par le diamètre de la zone d'inhibitions et peut être symbolisés par des croix. La souche ayant un diamètre :

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

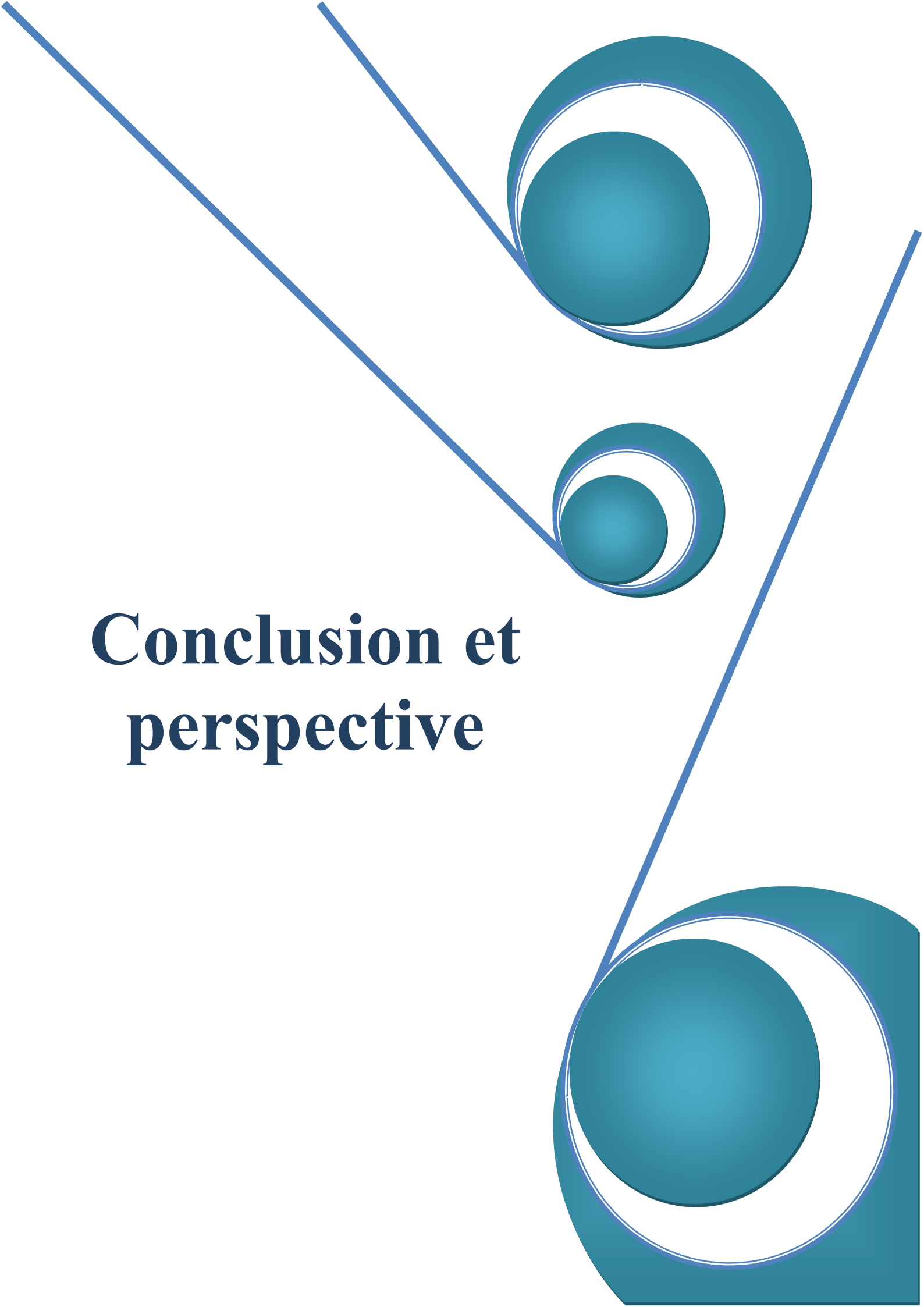
Tableau 11 : résultats d'activité fongiques

Produits testés Souches fongique	Le diamètre inhibition en mm				
	Témoin DMSO	HE PURE	HE (1/2)	HE (1/4)	HE (1/8)
<i>Aspergillus flavus</i>	-	++	++	++	+
<i>Aspergillus fumigatus</i>	-	++	+++	+++	+
<i>Aspergillus niger</i>	-	++	++	+	+
<i>Penicillium sp</i>	-	++	+++	++	+

c) Interprétation

Selon Ponce 1 '*Aspergillus flavus* et *Aspergillus niger* sont des souches sensibles à l'huile essentielle de l'argan.

Aspergillus fumigatus et *pénicillium sp* sont des souche extrêmes sensibles a l'huile essentielle de l'argan.

An abstract graphic featuring three teal-colored circles of varying sizes. Each circle has a white ring around its center and a thin blue outline. Two blue lines intersect at a point between the top and middle circles, and another blue line extends from the bottom right towards the bottom circle. The text 'Conclusion et perspective' is positioned to the left of the middle circle.

Conclusion et perspective

Conclusion et perspectives

Les preuves scientifiques actuelles sur l'intérêt et la valeur de l'huile d'*Argania spinosa* donnent une plus-value dans le marché mondial en tant que l'huile précieuse. Certes, l'huile d'argan cache d'autres atouts santé qui vont rapidement être découverts, comme beaucoup de chercheurs s'intéressent plus à l'étude de cette huile, et qui feront de cette huile essentiel une huile pas comme les autres.

Dans ce travail nous avons déterminé les principaux indices physico-chimiques et l'activité antibactérien de l'huile extraite de l'amande du fruit d'Arganier de provenance de la wilaya de Tindouf (Algérie) sur les bactéries *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* et *entéroccoccus faecalis*. Le rendement d'extraction de l'huile par méthode traditionnelle obtenue dans ce travail est de 49,58% ce qui correspond à celle de la norme marocaine et à ceux des travaux de la même région de Tindouf.

La caractérisation physico-chimique des huiles est une étape essentielle pour déterminer la qualité. En effet, pour satisfaire les exigences du consommateur, des critères organoleptiques (goût, odeur, couleur...) sont également à considérer. Cet aspect indispensable à la commercialisation réussie des produits alimentaires est inclus depuis longtemps pour l'évaluation des huiles végétaux.

La détermination des indices physico-chimiques (indice de densité, indice de réfraction, indice de saponification, indice d'acide, indice d'iode et indice de peroxyde) de l'huile d'*Argania spinosa* nous donne des valeurs conformes de celle de la norme marocaine et a ceux des travaux antérieurs de la même région

L'activité antifongique de l'huile essentielle de l'*Argania spinosa*, les résultats obtenue sur les échantillons de genre *Aspergillus* (*aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus Niger*) montre que notre huile a une activité antifongique très importante.*

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

Cette étude contribue à la connaissance des potentiels antifongiques et antimicrobiens d'huile d'*Argania spinosa*, il serait également intéressant de mener une étude plus approfondie afin de déterminer la composition chimique exacte de ces trois huiles en utilisant l'HPLC

Conclusion et perspectives

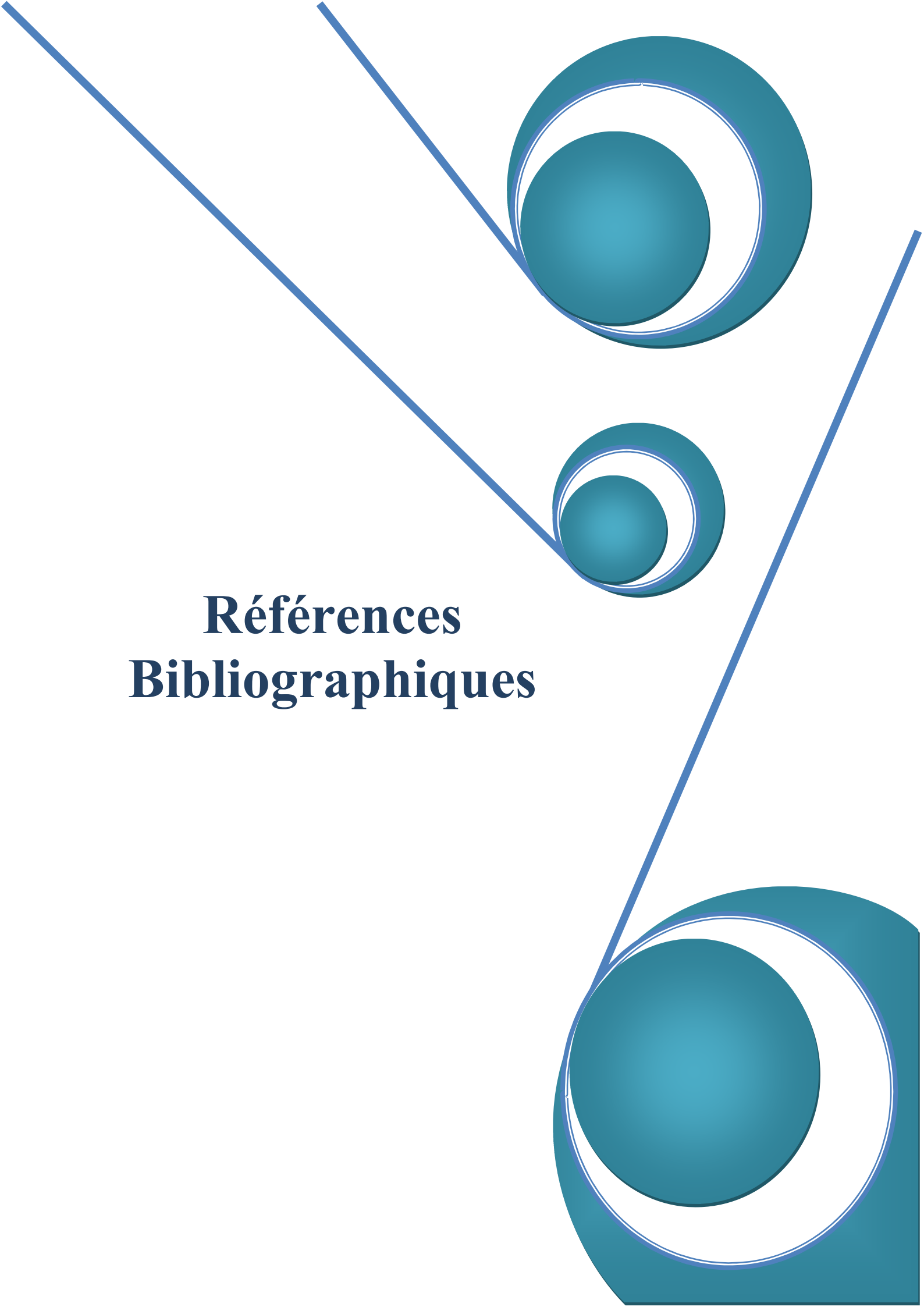
En perspective, ce travail est une étape préliminaire pour des études plus larges, plus approfondies et plus accomplies incluant :

La détermination des concentrations minimales inhibitrices des molécules antibactériennes secrétées (CMI).

La présente étude montre que l'huile d'argan peut avoir un bon effet antibactérien. Il serait intéressant de compléter cette étude en utilisant d'autres méthodes d'analyse plus précise qui permettent non seulement de quantifier mais de qualifier les composés présents dans cette huile. De tester ensuite leur efficacité sur différentes souches bactérienne et élucider leur mécanisme d'actions.

Nos résultats préliminaires montrent que l'huile essentielle testée témoigne d'activités antimicrobiennes *in vitro*. D'autres études approfondies sont nécessaires et se résument dans les points suivants :

- 1) Partant du fait qu'une substance pouvant être très active *in vitro*, peut perdre cette activité une fois pénétrée dans le corps ; Une étude *in vivo* est souhaitable, pour obtenir une vue globale sur l'activité antimicrobienne de l'huile testé
- 2) Evaluation d'autres effets biologiques *in vitro* comme *in vivo* de l'huile essentielle de l'argane et de ces composés actifs en utilisant différentes techniques.

An abstract graphic design featuring three teal-colored circles of varying sizes. Each circle has a white ring around its center and a thin blue outline. Two blue lines originate from the top left and extend diagonally across the page. One line passes through the top-left circle and the middle circle. The other line passes through the bottom-right circle. The text 'Références Bibliographiques' is centered in the middle of the page.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- 1) Chadeaud M. & L. Emberger, 1960.- Traite de Botanique (systématique). Edits. Masson Paris, 1539p
- 1) Hanan A., 1995.- Place de l'arganeraie dans la fore marocaine. Colloque international : La foret face a la désertification "Cas de l'arganeraie",. Agadir, octobre 1995.
- 2) Tahrouch S. & S. Rapior, 1998 - L'arganier : espèce endémique du Maroc. *Garance voyageuse*. 43, 32-33.
- 3) Farines M., J. Soulier, M. Charrouf & R. Soulier, 1984.- Study of the seed oil from *Argania spinosa* (L.), *Sapotaceae*. I. The glycéride fraction. *Revue française des Corps Gras*, 31 (7-8), 283-286.
- 4) Boukhobza M. & N. Pichon-Prum, 1988.- L'arganier, ressource économique et médicinale pour le Maroc. *Phytothérapie*, 27, 21-26
- 5) Maurin R., 1992.- L'huile d'Argan: *Argania spinosa* (L.) Skeels. *Sapotaceae*. *Revue française des Corps Gras*, 39 (5-6), 139-146.
- 6) Maurin R , K. Fellat-Zarrouk & R. Ksir, 1992.- Positional analysis and determination of tri-acylglycerol structure of *Argania spinosa* seed oil. *Journal of the American Oil Chemist's Society*, 69 (2), 141-145
- 7) Chimi H., J. Gillard & P. Gillard, 1994.- Autoxydation de l'huile d'Argan *Argania spinosa* (L.) du Maroc. *Sciences des aliments*, 14 (1), 117-124
- 8) Charrouf Z., S. Fkih-Tetouani, M. Charrouf & B. Mouchel, 1991.- Triterpenes and sterols extracted from the pulp of *Argania spinosa* (L.), *Sapotaceae*. *Plant. Med. Phytother.*, 25 (2-3), 112-117.
- 9) Charrouf Z. J.M. Wieruszkeski., S. Fkih-Tetouani, Y. Leroy, M. Charrouf & B. Fournet, 1992.- Triterpenoid saponines from *Argania spinosa*. *Phytochemistry*, 31 (6), 2079-2086.
- 10) Bellakhdar J., 1997.- La pharmacopée marocaine traditionnelle (Médecine arabe ancienne et savoirs populaires). Edit. Ibis Press, Saint-Étienne, 776p
- 11) Abdullah, F. and E. Mohammed (2012). "Modélisation de la répartition du transfert des métaux lourds et des oligoéléments dans les sols forestiers, l'huile d'argan et dans les différentes parties d'arganier."
- 12) El Kabouss, A., Z. Charrouf, et al. (2011). "Caractérisation des flavonoïdes des feuilles d'Arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels, *Sapotaceae*) et étude de leur activité

Références bibliographiques

- antimicrobienne." *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires* 21(3): 157-162.
- 13) El Monfalouti, H. (2013). Contribution à la détermination des propriétés photoprotectrices et anti-oxydantes des dérivés de l'arganier: études chimiques et physiologiques, Reims.
- 14) BENZYANE M., 1995. Le rôle socio-économique et environnemental de l'Arganier in Actes de journées d'étude sur l'arganier. Essaouira du 29 au 30 septembre Maroc.
- 15) 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), SAADI Abdelkader.
- 16) M'hirit, O., M. Benzyane, et al. (1998). L'Arganier: Une espèce fruitière-forestière à usages multiples, Mardaga.
- 17) Ziani.S. (2014). Multiplication de l'Arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) par vitro semis, microbouturage, microgreffage, organogénèse et/ou embryogénèse somatique.
- 18) Kechabar, M. S. A. "Caractérisation de l'arganier (*Argania spinosa* L.) en Algérie et impact de la salinité."
- 19) DJABALLAH, F. and A. BOUSSAIDE "ETUDE COMPARATIVE ENTRE DEUX PROVENANCES D'*Argania spinosa*."
- 20) FAOUZI H., (2006). L'arganier caractéristiques botaniques et phénologiques, Espaces marocains Mars Avril 2006.
- 21) BENKHEIRA A., (2009). L'arganeraie algérienne. N° 9 Juin 2009, Numéro spécial.
- 22) BELLEFONTAINE R., (2010). De la domestication à l'amélioration variétale de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels). Article de recherche : Sécheresse vol. 21, n° 1, janvier-février-mars 2010. Cirad- UPR Génétique forestière
- 23) M'HIRIT O., BENZEYANE M., BENCHEKROUN F., ELYOUCFI M., BENDAANOUN M., (1998). L'arganier : une espèce fruitière-forestière à usage multiple. Edition Mardaga, Sprimont (Belgique), 11p.
- 24) Nouaim R., Chaussod R., EL Aboudi A., Schnabel C., 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. Groupe d'étude de l'arbre (Paris), pp 373-388.
- 25) Boudy P. (1952). Guide forestier en Afrique de Nord. Edition Maison Rustique (Paris).

Références bibliographiques

- 26) Thierry L. (1987). L'arganier au Maroc : sa description, ses méthodes de multiplication et son application en reforestation. Thèse d'ingénieur technique, Institut provençal d'enseignement supérieur agronomique et technique, 183p
- 27) Emberger L. (1960). Traité de botanique systématique. Les végétaux vasculaires, Tomes II. Pp : 852-855
- 28) Emberger L. (1938). Les arbres du Maroc et comment les connaître. Paris, Larousse. Pp : 271-277.
- 29) Amzal, H. (2010). Étude de l'activité antioxydante des saponines du tourteau de l'arganier, Thèse de doctorat, Université Mohammed V Agdal, Rabat, Maroc, 143p.
- 30) DJABALLAH, F. and A. BOUSSAIDE etude comparative entre deux provenance D'Argania spinosa.
- 31) Abdullah, F. and E. Mohammed (2012). "Modélisation de la répartition du transfert des métaux lourds et des oligoéléments dans les sols forestiers, l'huile d'argan et dans les différentes parties d'arganier."
- 32) Abdullah, F. and E. Mohammed (2012). "Modélisation de la répartition du transfert des métaux lourds et des oligoéléments dans les sols forestiers, l'huile d'argan et dans les différentes parties d'arganier."
- 33) El Monfalouti, H. (2013). Contribution à la détermination des propriétés photoprotectrices et antioxydantes des dérivés de l'arganier: études chimiques et physiologiques, Reims
- 34) Lakhdar, L. (2015). "Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur *aggregatibacter actinomycetemcomitans*."
- 35) Guillaume, D. and Z. Charrouf (2005). "Saponines et métabolites secondaires de l'arganier (*Argania spinosa*).\" Cahiers Agricultures **14**(6): 509-516 (501).
- 36) Abdullah, F. and E. Mohammed (2012). "Modélisation de la répartition du transfert des métaux lourds et des oligoéléments dans les sols forestiers, l'huile d'argan et dans les différentes parties d'arganier."
- 37) CHARROUF, Z. (2002). "L'huile d'argane, une prodigieuse vitalité née au bord du désert....\" Espérance médicale **9**(87): 521-524.
- 38) El Kabouss, A., Z. Charrouf, et al. (2011). "Caractérisation des flavonoïdes des feuilles d'Arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels, Sapotaceae) et étude de leur activité antimicrobienne.\" Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires **21**(3): 157-162.

Références bibliographiques

- 39) Kechebar Med seif allah 2016. "Caractérisation de l'arganier (*Argania spinosa* L.) en Algérie et impact de la salinité." these doctorat.
- 40) 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), SAADI Abdelkader.
- 41) Rammal H., Bouayed J., Younos C., Soulimani R. (2009). Notes ethnobotanique et phytopharmacologique d'*Argania spinosa* L. *Phytothérapie*. 7, 157–160.
- 42) Khallouki F., Younos C. & Soulimani R. (2003). Argan oil (Morocco) with its unique profile of fatty acids, sterols, squalene, tocopherols and phenolic antioxydant should confer cancer chemo-preventive activities. *Eur. J. Cancer Prev.* 16, 67-75
- 43) Adlouni A. (2010). *L'huile d'argan, de la nutrition à la santé. Nutrition, Phytothérapie*. 8, 89-97.
- 44) Charrouf M. (1984). *Contribution à l'étude de la composition chimique de l'huile d'Argania Spinosa (L.) (Sapotaceae). Thèse Sciences Univ. de Perpignan, France*
- 45) Khallouki F., Younos C. & Soulimani R. (2003). *Argan oil (Morocco) with its unique profile of fatty acids, sterols, squalene, tocopherols and phenolic antioxydant should confer cancer chemo-preventive activities. Eur. J. Cancer Prev.* 16, 67-75.
- 46) Charrouf Z., Fkih-Tétouani S. & Rouessac F. (1990). *Occurence of erythrodiol in Argania spinosa. Al Biruniya*, 6 (2), 135.
- 47) Rammal H., Bouayed J., Younos C., Soulimani R. (2009). Notes ethnobotanique et phytopharmacologique d'*Argania spinosa* L. *Phytothérapie*. 7, 157–160.
- 48) Owen R.W., Giacosa A., Hull W.E., Haubner R., Spiegelhalder B., Bartsch H. (2000). *The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. European Journal of Cancer*. 36 1235–1247
- 49) Hilali M., Charruf M. & Soulhi A. (2005). *Influence of origin and extraction method on argan oil physic-chemical characteristics and composition. J. Agric. Food Chem.* 53, 2081-2087.
- 50) Rao C.V., Newmark H.L., Reddy B.S. (1998). *Chemopreventive effect of squalene on colon cancer. Carcinogenesis*. 19, 287-290.
- 51) Chabasse D., Bouchara JP., De Gentile L., Cimon B., Brun S., Penn P. Les moisissures d'intérêt médical. *Cahier de Formation Biologie Médicale*, 2002, n°25, EGOPRIM éd Paris, 189 p.

Références bibliographiques

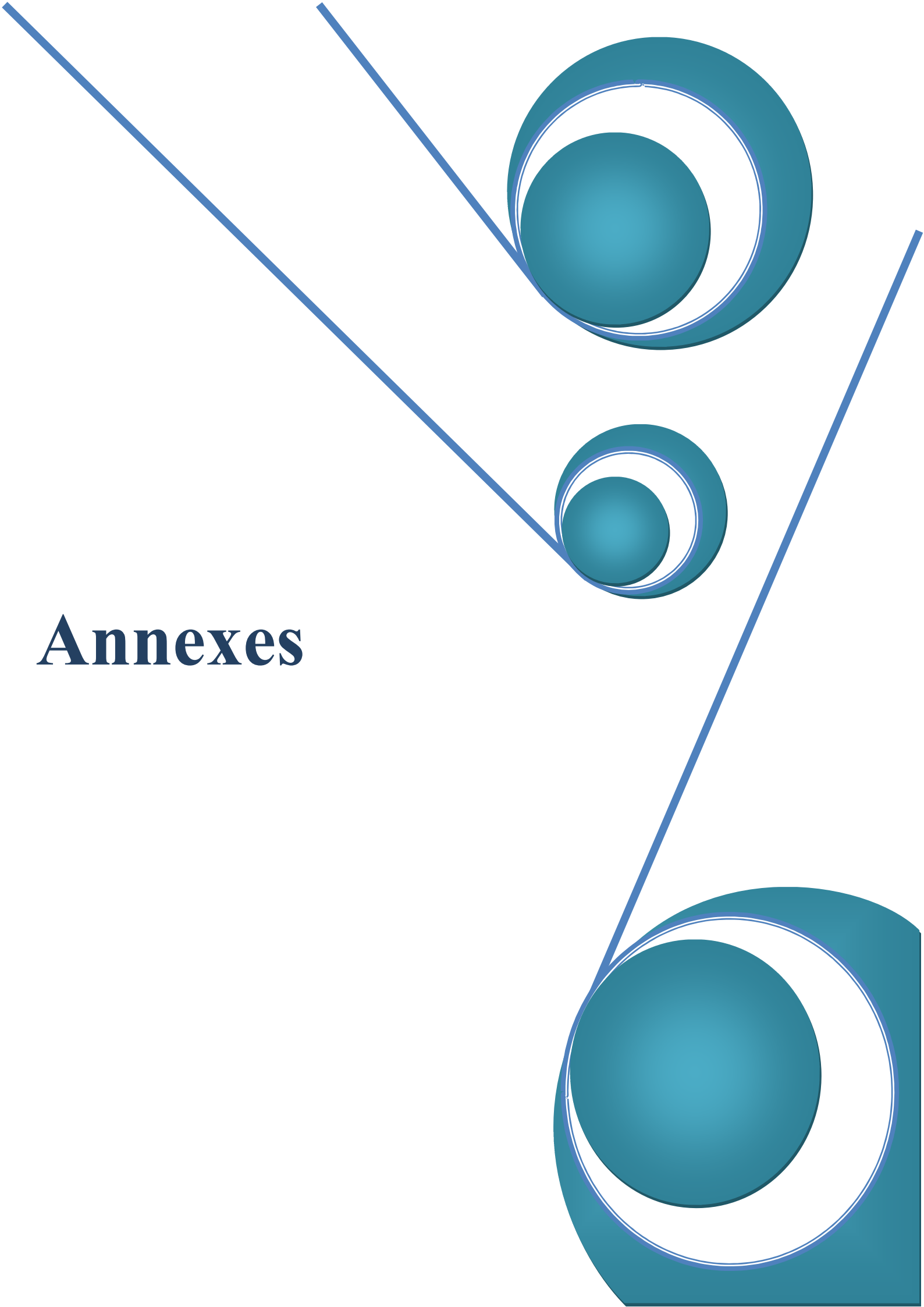
- 52) Haddouchi, F., H. A. Lazouni, et al. (2009). "Etude physicochimique et microbiologique de l'huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss & Reut." *Afrique Science: Revue Internationale des Sciences et Technologie* **5**(2).
- 53) Essawi T. et Srour M. (2000) Screening of some Palestinian medicinal plants for antibacterial activity. *J. Ethnopharm.* **70** : 343-349.
- 54) Senal J., Frassel J., Impens R., Kummert J., Lepoivre Ph., Meulmans M., Seilleur P., Vandevcken J., et Viseur J. (1993). *Traité de pathologie végétale*. Gembloux. Belgique
- 55) Kirk P.M., Cannon P.F., David J.C., Egham U.K. and Stophes J.A. (2001). *Ainsworth and Bysby's Dictionnary of fungi*, 9 th edn .CABI. Bioscience.UK. Center and central Bureau Voie. Ultrech. The Net.
- 56) BIOFAMRA. Les moisissures d'intérêt médical. *Cahier de formation biologie médicale*. N° 25 Mars, 2002.
- 57) Bousseboua .H 2002 ; *Elément de microbiologie générale*, éditions de l'Université Mentouri, Constantine (Algerie).
- 58) Paul singleton 1999 ; *Bactériologie*, 4ème édition, Dunod, Paris.
- 59) Percival SL. *Microbiology of waterborne diseases*. Ed. Elsevier Academic Press, Amsterdam; Boston, 2004, p. 480.
- 60) Dworkin MM and Falkow S. *Proteobacteria : Gamma subclass*. Ed. Springer, New York, NY, 2006, p. 1248.
- 61) Gleeson, C. et N. Gray (1997) *The coliform index and waterborne disease*. E & FN Spoon, P 194 .
- 62) Youcef, M. M. "Recherche de l'activité antibactérienne des souches du genre *Aspergillus*."
- 63) Sadou, N., R. Seridi, et al. (2015). "Composition chimique et activité antibactérienne des Huiles Essentielles des aiguilles de *Pinus halepensis* Mill. du Nord est Algérien." *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie* **30** (1): 33-39.
- 64) Ponce A.G., Fritz R., del Valle C.E., Roura S.I. Antimicrobial activity of essential oils on the native microfora of organic Swiss chard. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 36: 679–684,(2003).
- 65) Harhar H., (2010a) Contribution à la valorisation de l'arganier: *Argania spinosa* (L.) Skeels Sapotaceae : Évaluation des déterminants de la qualité de l'huile d'argan et

Références bibliographiques

dela Composition chimique de la pulpe du fruit de l'arganier. *Thèse de Doctorat National, Faculté des Sciences, Université Mohammed V-Agdal.*

- 66)** YAKHLEF, G. (2010). ETUDE DE L'ACTIVITE BIOLOGIQUE DES EXTRAITS DE FEUILLES DE *Thymus vulgaris* L. ET *Laurus nobilis* L, Université de Batna 2.
- 67)** ZIANI, S. (2014). Multiplication de l'Arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) par vitro semis, microbouturage, microgreffage, organogenèse et/ou embryogenèse somatique, SAADI A

Annexes



Annexes

Milieu Mueller-Hinton (DIFCO Laboratories, 1996)

Le milieu de Mueller-Hinton est recommandé pour tester la sensibilité des microorganismes aux antibiotiques et agents chimiothérapeutiques.

- + Agar 17g/l
- + Infusion de bœuf 300g /l
- + Hydrolysate acide de caséine 17,5g/l
- + Amidon 1,5 g/l
- + pH final : 7,3

Gélose Sabouraud

Pour 1 litre

- + Peptone 10g
- + Glucose 20g
- + Agar 15g

La préparation pour la fermentation est la même, sauf qu'il n'y a pas l'ajout de l'agar.

Ajuster le pH (6 à 7).

Coloration de Gram

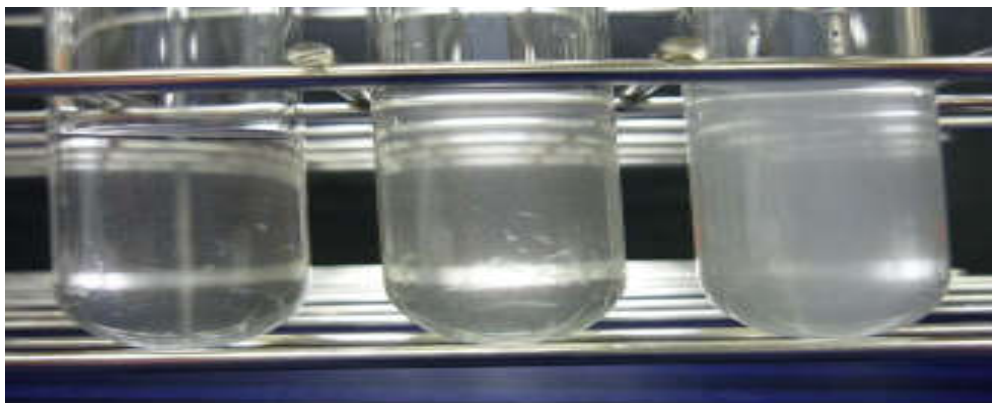
- Réaliser un frottis ou un étalement.
- Fixer la préparation à la flamme sans dépasser 50 - 60° (brièvement supportable à la main), ce qui les sèche puis laisser refroidir la lame.
- Immerger (ou inonder) les lames dans la solution de Cristal Violet pendant 1mm.
- Lavage à l'eau.
- Immerger (ou inonder) les lames dans du Lugol pendant 1 mn en les agitant.
- Laver à nouveau à l'eau.
- Décolorer jusqu'à disparition de la couleur violette dans l'alcool en faisant couler goutte à goutte sur la lame inclinée ou en immergeant les lames pendant une dizaine de secondes dans le décolorant.
- Lavage à l'eau.
- Contre colorer avec la solution de safranine diluée ou de fuchsine diluée pendant 20 à 30 secondes.
- Laver à l'eau et sécher à l'air ou en chauffant à 50°C. Les lames doivent être parfaitement sèches.

Annexes

- Observer à l'objectif X 100, avec de l'huile à immersion.

Solution Mc Farland 0,5 (100ml)

En Microbiologie, les normes de McFarland sont employées comme une référence pour ajuster la turbidité des suspensions bactériennes de sorte que le nombre de bactéries soit dans une marge donnée. Des normes originales de McFarland ont été faites par des quantités indiquées de mélange de chlorure de baryum et acide sulfurique ensemble. Le mélange des deux composés forme ensemble le sulfate de baryum précipité, ce qui cause la turbidité dans la solution. Une concentration de 0.5 norme de McFarland est préparée en mélangeant 0.05 ml de dihydrate de chlorure du baryum 1.175% ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), avec 9.95 ml d'acide sulfurique de 1% (H_2SO_4). Actuellement il y a des normes de McFarland préparées à partir des suspensions des particules de latex, ce qui rallonge la durée de conservation et la stabilité des suspensions.



McFarland standards. N° 0.5, 1 and 2.

Conditions de conservation de la solution 0, 5 de Mc Farland (Smibert et Kreig, 1994)

1. A l'obscurité
2. Température de conservation : 20-25 °C
3. Durée de conservation : 6 mois.

Résumé



Résume

L'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels), le seul représentant de la famille tropicale des Sapotaceae est espèce forestière endémique Algero-marocain, parfaitement adaptée au climat aride et semi-aride. Cette espèce est d'une importance écologique, sociologique et économique considérable. Ces derniers temps, les arganeraies sont en régression continues suite au surpâturage et la sur exploitation et la difficulté de régénération et de multiplication par les techniques traditionnelles. L'extrait végétal d'argan obtenue à partir de l'amande broyée d'*Argania spinosa* est réalisé par la méthode de traditionnelle. Le rendement obtenu est de 49.58% Les expérimentations entreprises ont pour objectif l'étude de l'activité antimicrobienne et antifongique de l'huile extraite des grains de l'*Argania spinosa* (L. Skeels) sur différentes souches. Ce travail es divisé en cinq chapitre dans les trois premiers chapitres sont sacrifié a la théorie le quatrième chapitre détaille le matériel et méthodes utilisées a la réalisation de ces expériences le dernier est résultat et discussion. L'extrait végétal de l'*Argania spinosa* présente, in vitro, une bonne activité inhibitrice vis-à-vis des germes testés, *Escherichia coli* est une souche très sensible à l'huile essentielle de l'argan. *Staphylococcus aureus* S07, *Staphylococcus aureus* S20, *E. faecalis* sont des souches sensibles à l'huile essentielle de l'argan. *Aspergillus flavus* et *Aspergillus Niger* sont des souches sensibles à l'huile essentielle de l'argan. *Aspergillus fumigatus* et *penicillium sp* sont des souches extrêmes sensibles à l'huile essentielle de l'argan.

Abstarct

The Argan tree (*Argania spinosa* L. Skeels), the only representative of the tropical family of Sapotaceae, is a species endemic to Algeria and Morocco, perfectly adapted to the arid and semi-arid climate. This species is considerable of ecological, sociological and economic importance. In recent times, arganeraies are in continuous regression following overgrazing and on-farm and the difficulty of regeneration and multiplication by traditional techniques. The vegetable extract of Argan obtained from the crushed almond of *Argania spinosa* is made by the traditional method. The yield obtained is 49.58% The objective of the experiments undertaken is to study the antimicrobial and antifungal activity of the oil extracted from the grains of the *Argania spinosa* (L. Skeels) on different strains. This work is divided into five chapter in the first three chapters are sacrificed to the theory the fourth chapter details the material and methods used to the realization of these experiences the last is result and discussion. The plant extract of the *Argania spinosa* presents, in vitro, a good inhibitory activity against the germs tested, *Escherichia coli* is a strain very susceptible to the essential oil of the argan. *Staphylococcus Aureus* S07, *Staphylococcus aureus* S20, *E. Faecalis* are strains sensitive to the essential oil of Argan. *Aspergillus flavus* and *Aspergillus Niger* are strains susceptible to the essential oil of Argan. *Aspergillus fumigatus* and *Penicillium sp* are extreme strains sensitive to the essential oil of Argan.

المخلص

شجرة ارغان (*arangia spanosa* l. skels) وهي الممثلة الوحيدة للأسره الاستوائية من الفصيلة المستزرعة ، نوعا مستوطنا في الجزائر والمغرب ، وتتكيف تماما مع المناخ القاحل وشبه القاحل. ولهذا النوع اهميه ايكولوجيه واجتماعيه واقتصاديه كبيره. وفي الاونه الاخيره يجري الانحدار المستمر لشجر الأرقان في أعقاب الإفراط في الرعي وفي المزرعة وصعوبة التجدد والتكاثر بالأساليب التقليدية. يتم استخراج الخضروات من الارقان التي تم الحصول عليها من اللوز المسحوق من اللوزتين الشوكية عن طريق الطريقة التقليدية. المحصول الذي تم الحصول عليه هو 49.58 ٪. والهدف من التجارب التي تم القيام بها هو دراسة مضادات الميكروبات ومكافحه الفطريات من النفط المستخرج من الحبوب او من الحبيبات الشوكية (l. skaels) علي سلالات مختلفه. وينقسم هذا العمل إلى خمسة فصول، الفصول الثلاثة الاولى كرسيت للجانب النظري اما الفصل الرابع يتحدث عن المواد والأساليب المستخدمة لتحقيق هذه التجارب اما الفصل الأخير هي النتيجة والمناقشة. استخراج النبات من سبيموزا ارجوسا يعرض في المختبر والنشاط المثبط جيده ضد الجراثيم اختبارها ، *escherichia coli* القولونية هي سلاله عرضه للغاية لنفط الارقان اما مكورات *Aureus* S07 و *Aureus* S20 العنقودية ، *e. faecalis* هي سلالات حساسة للنفط الارقان ، *Aspergillus flavus* و *Aspergillus Niger* هي سلالات عرضه لنفط الارقان ، *penicillium* هي سلالات المتطفرة الحساسة لنفط الارقان.