

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE Sciences Alimentaires

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Abbes Maghnia

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCE ALIMENTAIRE

Spécialité: Nutrition et Pathologie.

THÈME

*Activité antibactérienne des feuilles d'Argania spinosa de la région de
Mostaganem*

DEVANT LE JURY

Président	A. CHAALEL	Grade	MCA	U. Mostaganem
Examineur	N. BOUZIANE	Grade	MAA	U. Mostaganem
Encadreur	N. BOUKEZZOULA	Grade	MCA	U. Mostaganem
Co-Encadreur	T. ARIDJ	Grade	Doctorant	U. Mostaganem

*Thème réalisé au laboratoire des Microorganismes bénéfiques, des Aliments Fonctionnels et de la Santé
(LMBAFS)*

Année Universitaire : 2022/2023

REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont à mon cher encadreur, Docteur **N. Boukezzoula**, enseignante de l'université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem pour sa patience, sa disponibilité, sa rigueur scientifique et surtout ses conseils judicieux qui ont alimenté ma réflexion.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance au Docteur **A.CHAALEL** pour avoir accepté de présider le jury de mon projet de fin d'études.

Je remercie, très vivement, **Mr N. BOUZIANE** d'avoir fait l'honneur en acceptant de juger mon travail.

Je voudrais bien aussi remercier l'ensemble du corps professoral du département des sciences alimentaires pour leur écoute et formation durant tous mon cursus.

Dédicaces

J'ai toujours pensé faire ou offrir quelque chose à mes parents en signe de reconnaissance pour tout ce qu'ils n'ont consenti rien que pour me voir réussir, et voilà, l'occasion est venue.

A ceux qui m'ont donné la vie, la fierté, la sagesse et la patience.

A ceux qui sont la source de mon inspiration et de mon courage, à ceux qui me doivent de l'amour et de la reconnaissance.

A mes très chère mère et père.

A mon cher mari et ma chère fille.

A mes frères et mes Sœurs.

A mes nièces et neveux

A tous les membres de mon famille

A mes amis, et toutes les personnes qui m'ont connu de près ou de loin.

Et spéciales dédicaces pour l'équipe de formation de l'université.

A tous mes amis d'université de Mostaganem surtout le groupe de nutrition et pathologies.

Abbes Maghnia.

Résumé

Notre travail a pour objectif de savoir l'évaluation des effets antibactériens d'extrait des feuilles L'arganier (*Argania spinosa L. Skeels*), vis-à-vis de sept souches pathogènes testées: *S.aureus* ATCC 33862, *Klebsiella pneumoniae* ATTC 13883, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella typhimurium* ATTC 14028, *B. cereus* ATCC10876 et un champignons *Candida albicans* ATCC 10231, en utilisant la méthode de diffusion en puits sur agar AWDT et en déterminant la Concentration Minimale Inhibitrice (CMI).

Les résultats de l'activité antibactérienne sont exprimés par les diamètres des zones d'inhibition, concernant l'extrait, les résultats diffèrent d'une souche à l'autre, ils sont compris entre 19mm et 26mm respectivement pour *S. aureus* ATCC 33862 et *Salmonella typhimurium* ATTC 14028. L'activité de la poudre les diamètres sont compris entre 18 et 10 mm pour *S. aureus* ATCC33862 et *C. albicans* ATCC 10231 respectivement.

Les valeurs enregistrées de CMI les plus élevée sont enregistré par *Salmonella typhimurium* ATTC 14028 avec une valeur 12.5 mg/µl pour l'extrait et de 100 mg/µl pour la poudre. La plus faible CMI est enregistrée par *S. aureus* ATCC 33862 et *C. albicans* ATCC 10231 avec une valeur de 6.25 mg/µl pour l'extrait, concernant la poudre on a enregistré les valeurs de 25 mg/µl pour les deux souches.

L'ensemble des résultats indiquent que l'extrait ainsi que la poudre des feuilles d'*Argania spinosa* possèdent un effet très intéressant et important vis-à-vis des pathogènes testés.

Mots-clés : *Argania spinosa L. Skeels*– Activité antimicrobienne – souches pathogènes– CMI.

ملخص

يهدف عملنا إلى معرفة تقييم التأثيرات المضادة للبكتيريا لمستخلص أوراق شجرة الأركان (*Argania spinosa* L. Skeels)، مقابل سبعة سلالات ممرضة تم اختبارها S. aureus ATCC 33862 : ، ، Pseudomonas ، Escherichia coli ATCC 25922 ، Klebsiella pneumoniae ATTC 13883 ، B. cereus ATCC10876، Salmonella typhimurium ATCC ، aeruginosa ATCC 27853 و14028 وفطر Candida albicans ATCC 10231 ، باستخدام طريقة انتشار البئر على AWDT وتحديد الحد الأدنى من تركيز المثبط. (MIC)

يتم التعبير عن نتائج النشاط المضاد للبكتيريا من خلال أقطار مناطق التثبيط، فيما يتعلق بالمستخلص، تختلف النتائج من سلالة إلى أخرى، فهي تتراوح بين 19 مم و 26 مم على التوالي لـ S. aureus ATCC 33862 و Salmonella typhimurium ATTC 14028. يتراوح نشاط أقطار المسحوق ما بين 18 و 10 مم لكل من S. aureus ATCC 33862 و C. albicans ATCC 10231 على التوالي.

تم تسجيل أعلى قيم MIC المسجلة بواسطة Salmonella typhimurium ATTC 14028 بقيمة 12.5 مجم / ميكرو لتر للمستخلص و 100 مجم / ميكرو لتر للمسحوق. تم تسجيل أدنى MIC بواسطة S. aureus ATCC 33862 و C. albicans ATCC 10231 بقيمة 6.25 مجم / ميكرو لتر للمستخلص، فيما يتعلق بالمسحوق، تم تسجيل قيم 25 مجم / ميكرو لتر للسلاطين.

تشير جميع النتائج إلى أن المستخلص ومسحوق أوراق نبات الأركانيا سبينوزا لهما تأثير مثير للاهتمام وهام للغاية ضد مسببات الأمراض المختبرة.

Abstract:

Our work aims to know the evaluation of the antibacterial effects of extract of the leaves of the argan tree (*Argania spinosa* L. Skeels against six test pathogenic strains: *S. aureus* ATCC 33862, *Klebsiella pneumoniae* ATTC 13883, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028 and a mushroom: *Candida albicans* ATCC 10231, using agar well diffusion method on AWDT and Minimum Inhibitory Concentration (MIC).

The results of the antibacterial activity are expressed by the diameters of the inhibition zones. Concerning the argan's leaves extract, the results differ from one strain to another, they are between 19mm and 26mm respectively for *S. aureus* ATCC 33862 and *Salmonella typhimurium* ATTC 14028.

The activity of the argan's powder diameters are between 18 and 10 mm for *S. aureus* ATCC 33862 and *C. albicans* ATCC 10231 respectively. The highest recorded MIC values is recorded by *Salmonella typhimurium* ATTC 14028 with a value of 12.5 mg/μl for the extract and 100 mg/μl for the powder. The lowest MIC is recorded by *S. aureus* ATCC 33862 and *C. albicans* ATCC 10231 with a value of 6.25 mg/μl for the extract, concerning the powder, values of 25 mg/μl were recorded for the two strains.

All the results indicate that the extract as well as the powder of the leaves of *Argania spinosa* have a very interesting and significant effect against the pathogens tested.

The highest recorded MIC values are recorded by *Salmonella typhimurium* ATTC 14028 with a value of 12.5 mg/μl for the extract and 100 mg/μl for the powder. The lowest MIC is recorded by *S. aureus* ATCC 33862 and *C. albicans* ATCC 10231 with a value of 6.25 mg/μl for the extract, concerning the powder, values of 25 mg/μl were recorded for the two strains. All the results indicate that the extract as well as the powder of the leaves of *Argania spinosa* L. Skeels have a very interesting and significant effect against the pathogens tested.

Keywords: *Argania spinosa* L. Skeels - Antimicrobial activity - pathogenic strains-MIC.

Liste d'abréviation:

ATCC: American Type Culture Collection.

AWDT: Agar Well Diffusion Test

B. Cereus: Bacillus cereus.

BHIB: Brain Heart Infusion broth

B. Subtilis : Bacillus Subtilis.

C. albicans : Candida albicans

CMI: Concentration Minimal d'inhibition.

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (α , α -diphényl- β -picrylhydrazyle)

ECET : Escherichia coli entérotoxigène

E. coli : Escherichia coli.

F.M.D.D : La fondation méditerranéenne de développement durable.

IC50: Concentration inhibitrice à 50%

LMBAFS : Laboratoire des Microorganismes Bénéfiques, des Aliments Fonctionnels et de la Santé.

mg : milligramme

ml : Millilitre

mm : millimètre

P. Aerogenosa : Pseudomonas Aeruginosa.

S. Aureus : Staphylococcus Aureus.

S. typhimurium : *Salmonella typhimurium*

µg : Microgramme

µl : Microlitre

Liste des tableaux

Tableau 01: La classification botanique de l'arganier.....	6
Tableau 2: La classification de la bactérie <i>Escherichia coli</i> est la suivante.....	11.
Tableau 3: Souches testées	17
Tableau 4 : Résultats des diamètres des zones d'inhibition pour l'extrait et la poudre.....	34
Tableau 5 : Résultats du test de détermination de CMI.....	35

Liste des figures :

Figure 1 : L'arbre arganier de Djanatu-Al-Arif.....	4
Figure 2 : Répartition géographique de l'arganier à Tindouf 2002. (Amzal, 2010).....	4.
Figure 3 : Répartition géographique de l'arganier dans l'Algérie(Amzal, 2010).....	6
Figure4 Collecte des feuilles d'Arganier au siège de la fondation méditerranéenne jannatu-al-arif.	6
Figure 5 : Séchage des feuilles.....	19
Figure 6: Broyage des feuilles.....	20
Figure 7: Extraction par Soxhlet de la poudre de feuilles d'arganier.....	21
Figure 8: Méthode d'extraction.....	22
Figure 9: Rotavapeur.....	22
Figure 10: Séchage du méthanol résiduel de l'extrait récupéré par rotavapeur.....	23
Figure 11: Réactivation des souches.....	23
Figure 12 : Protocole de réalisation de test d'activité antibactérienne (Chaalel <i>et al.</i> , 2015)..	25
Figure13 : Protocole de réalisation de test CMI(CLSI, 2008).....	26
Figure 14: Rendement de l'extrait.....	29
Figure 15: Résultats obtenus pour <i>E. coli</i> ATCC 25922, <i>E. coli</i> ATCC 25922 et <i>C. albicans</i> ATCC 10231.....	30
Figure 16: Diamètres des zones d'inhibitions <i>E. coli</i> ATCC 25922, <i>Kl. Pneumoniae</i> ATCC 13383 et <i>C. albicans</i> ATCC 10231.....	31
Figure 17 : Résultats obtenus pour Salmonella, <i>B. cereus</i> ATCC10876 et <i>S. aureus</i> ATCC 33862 et <i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853.....	32
Figure 18: Diamètres des zones d'inhibitions pour <i>Styphimurium</i> ATTC 14028B. <i>cereus</i> ATCC10876, <i>S. aureus</i> ATCC 33862 et <i>Pseudomonas</i> ATCC 27853.....	32

Figure 19: Diamètre des zones d'inhibition de *E. coli* ATCC 25922, *Kl. pneumoniae* ATCC 13383, *C. albicans* ATCC 10231, *Styphimurium* ATCC 14028, *B. cereus* ATCC 10876, *S. aureus* ATCC 33862 et *P. aeruginosa* ATCC 27853.....33

Figure 20: Graphe représente les diamètres des zones d'inhibition pour l'extrait et la poudre vis-à-vis des souches testées.....34

Figure 21: Graphe représentant la comparaison entre les résultats de test de détermination de CMI pour l'extrait et la poudre.....35

Table des matières

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Abstract	
Liste des abréviations	
Listes des tableaux et des figures	
Tables des matières	
Introduction.....	1
Chapitre I : Partie bibliographique	
I. L'arganier <i>Argania spinosa</i> L. Skeels.....	4
I.1. Généralité.....	4
I.2. Origine, répartition géographique et écologie de la plante.....	4
I.3. Systématique et nomenclature.....	6
I.4. Description botanique	6
I.4. Intérêt et usage de l'Arganier	7
I.4.1. Importance Alimentaire	7
I.4.2. Vertus thérapeutiques.....	8
I.4.3. Utilisation biologique	8
Chapitre II : Les bactéries pathogènes	
II. Les bactéries pathogènes	10

II.1. <i>Escherichia coli</i>	10
II.1.1 Caractéristiques	10
II .1.2. Pathogénicité et toxicité.....	10
II.1.2.1. Infection urinaire.....	10
II.1.2.2. Infection intestinale à <i>E. coli</i>	10
II.2. <i>Salmonella</i>	11
II.2.1 Caractéristiques	11
II .2.2.Pathogénicité et toxicité.....	11
II.3. <i>Klebsiella</i>	12
II.3.1. Caractéristiques	12
II.3.2. Pathogénicité et toxicité.....	12
II.3.2.1. Maladie respiratoire	12
II.3.2.2. Infections du système nerveux central	13
II.3.2.3 Infections urinaires	13
II .3.2.4 Maladie hépatique	13
II.4. <i>Staphylococcus aureus</i>	13
II.4.1. Caractéristiques	13
II.4.2. Pathogénicité et toxicité	13

II.4.2.1. Septicémies et endocardites	14
II.5. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	14
II.5.1. Caractéristiques	14
II.5.2. Pathogénicité et toxicité	14
II.6. <i>Candida albicans</i>	14
II.6.1. Caractéristiques	14
II.6.2. Pathogénicité et toxicité	14
Chapitre III : Matériels et méthodes	
III .1 Lieu de stage	17
III .2 Origine de la plante	17
III.3 Origine des souches	17
III .4. Méthodologie de travail	17
III .4.1. La collection de feuilles	18
III .4.2. Le séchage	18
II .4.3. Le broyage.....	19
III .4.4. L'extraction	20
III .4.5. Séparation entre l'extrait et le méthanol	21
III.4.6. Séchage de l'extrait	23
III.4.7. Réactivation des souches	23

III.4.8. Réalisation de Tests d'activité antibactérienne (Chaalel <i>et al.</i> , 2015).....	24
III.5.Détermination de la concentration minimale d'inhibition.....	26
Chapitre IV. Résultats et discussion	
IV.1. Rendement de l'extrait de la poudre des feuilles d'arganier	29
IV.2. Efficacité antibactérienne de l'extrait et la poudre des feuilles d'arganier.....	29
IV.3. Résultat de test d'activité antibactérienne de l'extrait	30
IV.4. Résultat de test d'activité antibactérienne de la poudre.....	33
IV.5. Comparaisons entre les résultats obtenus pour l'extrait et la poudre	33
IV.6. Résultat de test de détermination de CMI	34
Conclusion.....	37
Références bibliographiques.....	38

Introduction générale :

Une plante médicinale est une plante utilisée pour ses propriétés thérapeutiques. Cela signifie qu'au moins une de ses parties (feuille, tige, racine etc.) peut être employée dans le but de se soigner. Elles sont utilisées depuis au moins 7.000 ans avant notre ère par l'homme et sont à la base de la phytothérapie (1).

L'expression de la médecine traditionnelle se rapporte aux pratiques, méthodes, savoirs et croyances en matière de santé qui impliquent l'usage à des fins médicales, de plantes entières ou parties de plantes soit séparément ou en association, dans le but de soigner, et prévenir des maladies.

Les plantes médicinales font partie de l'histoire de tous les continents à travers les siècles, dont les traces de leur utilisation sont souvent révélées. Les premières pratiques de la médecine à base des plantes remontent, à l'époque grecque, habituellement à Hippocrate (300ans av.J.-C.). Depuis, le savoir concernant les plantes s'est organisé, documenté et a été transmis de génération en génération, par l'oralité ou par les écrits à travers les différents groupes ethniques, a fin de donner naissance à différents types de médecines traditionnelles, telles que la médecine chinoise, indienne, africaine et américaine.

En Algérie comme au Maroc, carrefour culturel et transition naturelle entre l'Afrique noire au sud et l'Europe au nord et le Moyen-Orient, en effet, la phytothérapie constitue une partie intégrante de la culture locale, la population est dépositaire depuis de longues dates d'un savoir endogène qu'elle a acquis de façon empirique à travers les générations.

Certains de ces usages anciens sont aujourd'hui vérifiés par des études scientifiques et ont conduit à l'isolement de nouveaux principes actifs et/ou à la mise sur le marché de médicaments à base de plantes ou d'extraits standardisés. De la plante entière ou partie de plante utilisée au départ, on a ensuite utilisé des extraits totaux (obtenus par décoction, macération, infusion ou percolation avec différents solvants) liquides ou secs pour faciliter la prise et standardiser les traitements. (2)

L'*Argania spinosa* fait partie des plantes médicinales importantes utilisées depuis des siècles dans divers domaines médicaux, cosmétiques et économique. L'arganier constitue ainsi le dernier rempart contre la désertification qui affecte le sud du Maroc et de l'Algérie. Cette plante ligneuse protège le sol par l'ombre portée de sa cime dense dans les régions subdésertiques où l'ennemi principal de la végétation est la sécheresse et la dessiccation solaire.

Le but de notre travail c'est d'étudier l'activité antibactérienne de l'extrait et la poudre des feuilles d'arganier de la région de Mostaganem (issu de la fondation méditerranéenne de développement durable « Djanatu-al-Arif » F.M.D.D MOSTAGANEM) vis-à-vis des souches pathogènes de la collection du laboratoire des microorganismes bénéfiques, des aliments fonctionnels et de la santé (LMBAFS) de l'université Abdelhamid Ibn Badis à Mostaganem.

Ce travail comporte aussi la détermination de la concentration minimale d'inhibition de l'extrait et la poudre des feuilles d'arganier.

Le plan de notre travail est composé d'une étude bibliographie à fin de récolter des informations nécessaires sur la plante *Argania spinosa* ainsi que les bactéries pathogènes testées, suivie par une partie expérimentale, et en fin la partie résultats et discussions.

Chapitre I : partie bibliographique

I. L'arganier *Argania spinosa* L. Skeels

I.1. Généralité

L'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) représentant l'arbre du genre monotype, c'est le seul survivant de la flore tropicale hors de son aire naturel, est considéré comme un arbre endémique de l'Algérie et du sud-ouest marocain où il couvre d'importantes superficies dans les zones semi arides (Otmani, 1995).



Figure 1 :L'arbre d'arganier.

I.2. Origine, répartition géographique et écologie de la plante

L'Arganier, *Argania spinosa* (L.) est une angiosperme sapotacée endémique d'Afrique du Nord. Il se trouve surtout dans le Sud-Ouest Algérien dans la région de Tindouf et dans le sud atlantique Marocain (région d'Agadir) où il couvre environ 800.000 ha. Au Maroc, la plus grande masse des peuplements à arganier des différentes densités s'étend sur un secteur littoral et para littoral entre l'Oued Tensift au sud de Safi et la plaine du Souss (Kouidri, 2009).

En Algérie, son aire de répartition géographique couvre un territoire relativement important dans le Nord-Ouest de la wilaya de Tindouf. L'*Argania spinosa* est localisée essentiellement sur les lits de certains Oueds, notamment : Oued El-ma, Oued Elghahouane,

Oued Bouyadhine, Oued El-khebi, Oued Merkala et Oued Targant. Ainsi, elle est pourvue d'un entrelace épars de ruisseaux, coulant vers les petites dépressions entre les gorges Hamadienne du Drâa et les falaises de K'reb El-hamada, et la dépression du Nord de Tindouf (Lotfi et al., 2015).

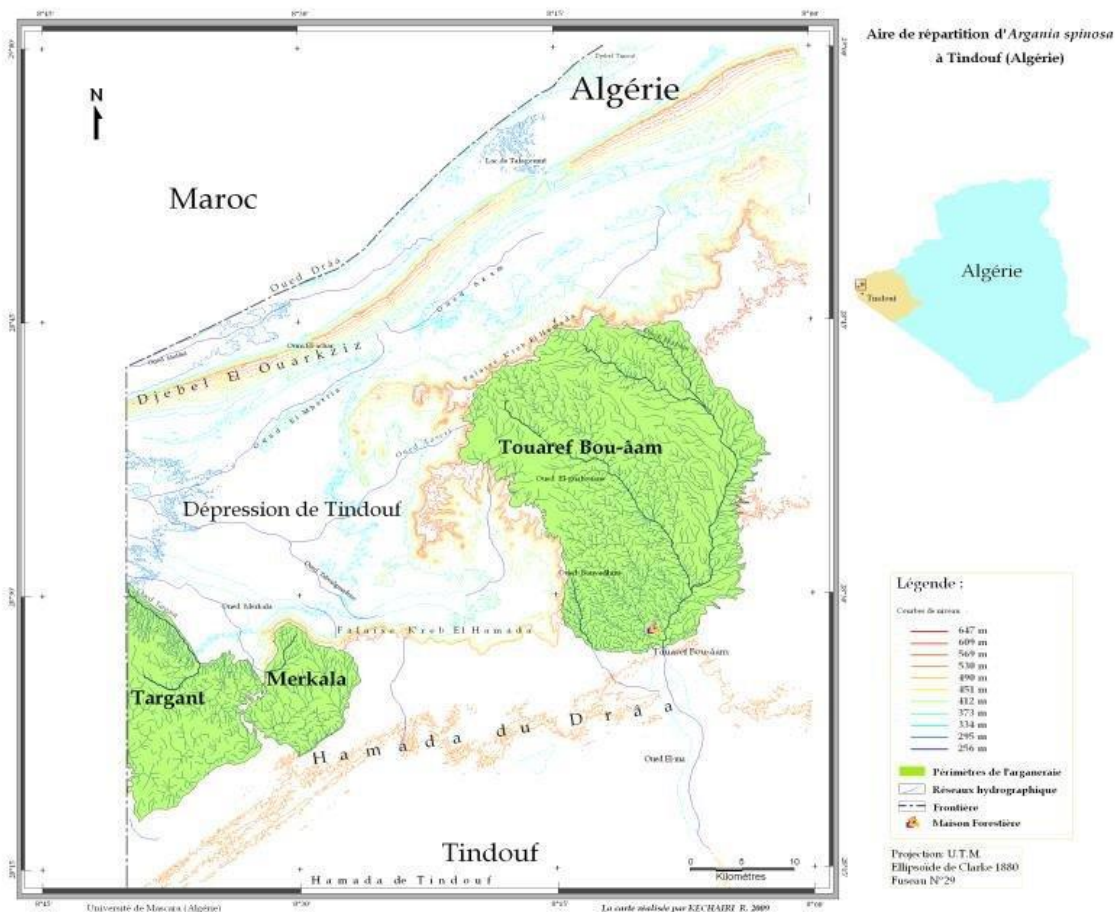


Figure 02 : Répartition géographique de l'arganier à Tindouf 2002. (Amzal, 2010)

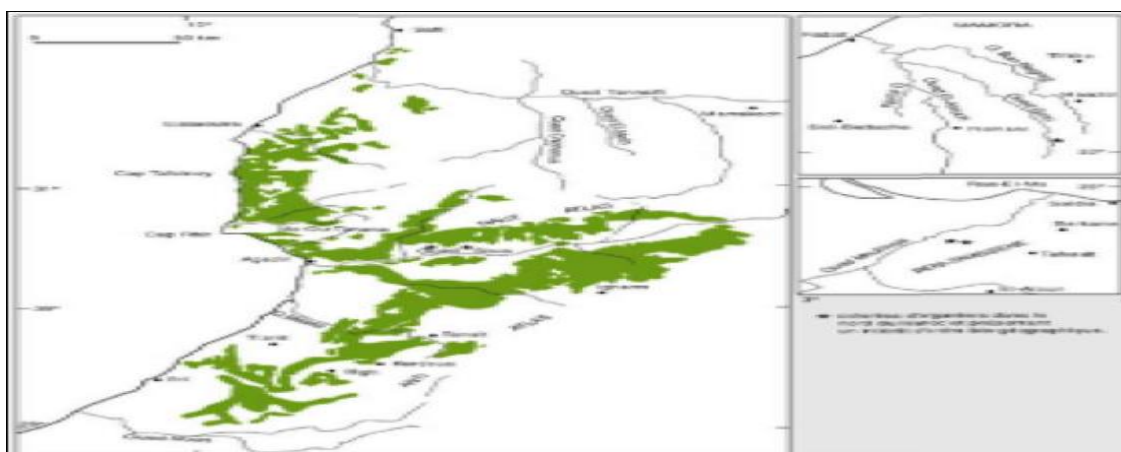


Figure 03 : Répartition géographique de l'arganier dans l'Algérie (Amzal, 2010).

I.3. Systématique et nomenclature

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, 2014).

Linnée en 1737, dénomme l'arganier dans un premier temps: « *Sideroxylon spinosum* (L.) » de genre *Rhammus* (Sapotacée). Puis Roemer et Schultes ont dénommé l'arganier (*Argania sideroxylon*), le nom de sideroxylon se justifie par le bois de l'arbre qui est extrêmement dur.

Tableau 01: La classification botanique de l'arganier.

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

I.4. Description botanique

L'arganier est un arbre oléagineux presque unique au Maroc. C'est un arbre épineux d'où le nom d'espèce « *spinosa* », de taille pouvant atteindre 8 à 10 m de hauteur selon les conditions écologiques, la cime est très grande et étalée, dense et à contours arrondis. Le tronc très vigoureux et court, avec une grande couronne, et l'écorce rugueuse craquelée en « peau de serpent », permettent aux chèvres de grimper dans la couronne pour brouter les feuilles et les fruits. Cela conduit à la réduction de l'arganier à l'état de buissons médiocre (7 à 10 m).

L'arganier est très résistant à la chaleur et à l'aridité. Il peut supporter des températures allant jusqu'à 50°C. Grâce à son système racinaire puissant, l'arganier maintient les sols, entretient leur fertilité et

les protège contre l'érosion hydrique et éolienne qui menacent de désertification d'une bonne partie du Maroc.

Le caractère polymorphe de l'arganier est très frappant du fait qu'on trouve des formes extrêmement variées selon les secteurs et le stade du développement de l'arbre.

Les feuilles alternes, souvent réunies en fascicules, entières lancéolées, généralement longues de 2 à 3 cm, de couleur vert sombre à la face supérieure, plus claire en dessous, glabres, avec une nervure médiane très nette et des nervures latérales très fines et ramifiées. Les feuilles d'arganier sont sub-persistantes même en période de sécheresse.

La fleur de l'arganier est monoïque (hermaphrodite), pentamère, constituée en glomérules localisés au niveau des entrenœuds et à l'aisselle des feuilles et pouvant être composés de 15 fleurs et plus. Celles-ci sont blanches à jaune verdâtre. Le calice de la fleur est composé de cinq sépales pubescents succédant à deux bractées. La corolle, en cloche, est formée de cinq pétales obtus et arrondis. La floraison a lieu en mai-juin et conduit à des fruits qui deviennent matures vers septembre.

Le fruit de l'arganier est une drupe dont la couleur à maturité évolue vers le jaune ou le rouge. Il présente six formes différentes : fusiforme ; ovale apiculée, ovale, goutte, arrondie et globuleuse. Sa taille varie de 1 à 5 cm.

Il est formé d'un péricarpe charnu qui couvre un noyau très dur (ou noix), représentant environ un quart du poids du fruit frais.

Au centre du fruit se trouve une noix constituée d'une à trois amandes albuminées et huileuses renfermant jusqu'à 55% d'huile. A maturation, le fruit prend une couleur jaune ou jaune-brun clair en fonction des arbres. La couleur sombre se développe après abscission.

I.4. Intérêt et usage de l'Arganier

I.4.1. Importance Alimentaire

L'arganier est en effet, un arbre multi-usagers, 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'Arganerais. 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.

I.4.2. Vertus thérapeutiques

L'huile d'argan a des propriétés protectrices, adoucissantes, cicatrisantes et nettoyantes pour la peau, les cheveux et les ongles. Elle a aussi des propriétés d'antivieillesse prématurée des cellules. De même, elle est utilisée en médecine traditionnelle tant qu'anti-inflammatoire et analgésique. L'acide linoléique qu'elle contient est déterminant dans la prévention de l'infarctus du myocarde et dans la réduction du taux de cholestérol. Aussi, sa teneur en polyphénols contribuerait à la prévention du cancer de la prostate (**Hachmi *et al.*, 2011**). Elle est aussi conseillée pour stimuler et développer les capacités cérébrales. Elle prévient les risques de fausse-couche et stimule la production de sperme (**Charrouf, 2002**).

I.4.3. Utilisation biologique

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 membranaires qui jouent un rôle prépondérant dans la perméabilité de l'épiderme (**Abdullah and Mohammed, 2012**).

Chapitre II :
Les bactéries
pathogènes

II. Les bactéries pathogènes

II.1. *Escherichia coli*

II.1.1 Caractéristiques

Escherichia coli entérotoxigène (ECET) appartient à la famille des Enterobacteriaceae (Nataro *et al.*,2007) Il s'agit d'un bacille Gram négatif, en forme de bâtonnet, asporulé, qui peut se déplacer au moyen de flagelles péritriches ou être non mobile.

Elles peuvent croître dans des conditions aérobies ou anaérobies , et produisent deux types d'entérotoxines : des entérotoxines thermolabiles (LT) (oligomériques) et des entérotoxines thermostables (ST) (monomériques) (Baylis *et al.*,2006 ; Nataro *et al.*,2007).

II .1.2.Pathogénicité et toxicité

II.1.2.1. Infection urinaire

Escherichia coli est la bactérie le plus souvent en cause dans les infections urinaires communautaires qu'elles soient basses (cystite) ou hautes (pyélonéphrite). L'infection des voies urinaire se fait en générale par voie ascendante. Elle est plus fréquente chez la femme en raison de la brièveté de l'urètre. La gravidité augmente le risque de pyélonéphrite. Chez l'homme, l'infection est également secondaire à un obstacle sur les voies urinaires. Elle peut se compliquer de prostatite. *E. coli* est souvent impliquée dans les infections urinaires nosocomiales (Nauciel et Vildé, 2005).

II.1.2.2. Infection intestinale à *E. coli*

Elle est responsable de gastro-entérites ayant des traductions cliniques variables : diarrhée d'allure banale, diarrhée peut entrainer assez rapidement un état de déshydrations. Dans certains cas (surtout chez l'enfant) le diamètre peut être suivi d'un syndrome hémolytique et urémique. Les diarrhées dues à *E. coli* sont probablement peu fréquente dans nos régions actuellement. Elles sont plus fréquentes dans les pays en voie de développement et peuvent atteindre les voyageurs qui les visitent.

Tableau 2: La classification de la bactérie *Escherichia coli* est la suivante.

Domaine	Bactérie
Phylum	Proteobacteria
Classe	Gammaproteobacteria
Ordre	Entérobactéries
Famille	Enterobacteriaceae
Genre	<i>Escherichia</i>
Espèce	<i>Escherichia coli</i> (Do Carmo et al., 2004).

Cette bactérie est responsable de plusieurs infections telles que :

- ✓ Infections intestinales
- ✓ Infections urinaires (femme).
- ✓ Infection abdominales.
- ✓ Infections méningées néonatales (Yang et al., 2017).

II.2. *Salmonella*

II.2.1 Caractéristiques

Salmonella c'est un groupe de bactérie anaérobies facultatives a gram négatif en forme de bâtonnet de la famille de enterobacteriaceae.

Leur habit principal est le tractus intestinal des humains et d'autres animaux. Certaines espèce existent chez les animaux sans provoquer de symptômes de maladie, tandis que d'autres peuvent entrainer une large gamme d'infections légères à graves généralement connues sous le nom de salmonellose. La plupart des infections humaines à *Salmonella* r » résultent de l'ingestion d'aliments ou d'eau contaminés.

II .2.2.Pathogénicité et toxicité

Les Salmonelles sont des bactéries de l'intestin. Chez de nombreux sujets, elles peuvent être présentes sans entraîner de symptômes (porteurs sains). Quelques sérovars sont spécifiquement humains: Typhi et Paratyphi.

D'autres ne se rencontrent que chez l'animal (Avril, 2005). Chez l'homme, elles colonisent la muqueuse intestinale et l'iléum. Le principal réservoir des salmonelles est le tractus gastro-intestinal

des hommes et des animaux, en particulier les porcs et les volailles. Elles sont excrétées dans les déjections animales et se retrouvent ainsi libérées dans l'environnement. Les aliments représentent le principal vecteur des salmonelles à l'homme en particulier les viandes crues et les oeufs. Les symptômes apparaissent environ 24 - 48 h après digestion de l'aliment contaminé et se traduisent par des nausées, des vomissements, des maux de tête et des diarrhées (**Delarras, 2007**).

Les fièvres typhoïdes et paratyphoïdes, maladies très sévères qui s'accompagnent dans 90% des cas d'une hospitalisation des patients, dues à des sérovars strictement humains: *Salmonella typhi*, *S. paratyphi* A. et, à un degré moindre, *S. paratyphi* B. La transmission est essentiellement interhumaine et se fait par l'eau et les aliments souillés. Les salmonelles hébergent fréquemment des plasmides porteurs de facteurs de résistance aux antibiotiques (**Joly et Reynaud, 2002**).

II.3. Klebsiella

II.3.1. Caractéristiques

Le genre *Klebsiella* a été nommé par Trevisan en 1887 pour honorer Klebs Edwin, un Microbiologiste Allemand du 19^{ème} siècle. L'espèce type est *Klebsiella pneumoniae*, connue autre fois sous le nom de pneumobacille de Friedlander. Ce dernier avait décrit cette bactérie dans les poumons d'un patient décédé d'une pneumonie (**Freney et al ;2000**).

II.3.2. Pathogénicité et toxicité

II.3.2.1. Maladie respiratoire

K. pneumoniae – est une cause importante de pneumonie et d'abcès pulmonaires d'origine communautaire ou nosocomiale. L'infection du lobe supérieur est plus fréquente. Les principaux symptômes sont la fièvre, les frissons, la leucocytose et les crachats de type « gelée de groseille » (**Janda et Abbot, 2006**). Les complications rares sont notamment l'infection pulmonaire évoluant en nécrose et en désagrégation touchant l'ensemble du lobe. *K. ozaenae* – provoque l'ozène, une rhinite atrophique primaire caractérisée par une inflammation chronique du nez. *K. rhinoscleromatis* – cause le rhinosclérome, une infection granulomateuse chronique qui touche surtout la cavité nasale.

II.3.2.2. Infections du système nerveux central

K. pneumoniae et *K. oxytoca* – sont une cause de méningite et d'abcès cérébral d'origine communautaire. Les symptômes cliniques incluent les suivants: céphalées, fièvre, altération de l'état de conscience, crises convulsives et choc septique (Janda et Abbot, 2006). *K. ozaenae* – est associée à de rares cas d'abcès cérébral et de méningite.

II.3.2.3 Infections urinaires

Les espèces du genre *Klebsiella* sont une cause fréquente d'infections urinaires. On fait état de cas graves de bactériurie imputables à *K. ozaenae* (Janda et Abbot, 2006).

II.3.2.4 Maladie hépatique

K. pneumoniae – est un agent étiologique important des abcès pyogènes du foie, dont les symptômes incluent de la fièvre, des douleurs au niveau du quadrant supérieur droit, des nausées, des vomissements, de la diarrhée ou des douleurs abdominales, et une leucocytose. Les abcès surviennent surtout dans le lobe droit et sont solitaires.

II.4. *Staphylococcus aureus*

II.4.1. Caractéristiques

S. aureus est une bactérie à Gram positif, il se retrouve donc dans le règne bacteria puis dans le phylum firmicutes. Sa taxonomie complète le positionne dans la classe des Bacilli puis dans l'ordre des Basilicales. En 2001, les chercheurs Garrity et Holt ont proposé de radier les *S. aureus* de la famille des *Micrococcaceae* (genre *Micrococcus* et *Stomatococcus*) grâce l'analyse des séquences de la sous-unité 16S de l'acide ribonucléique ribosomique (ARNr 16S) ainsi que d'autres analyses génétiques (Do Carmo *et al.*, 2004). Sa position taxonomique est maintenant bien définie et il a une famille à son nom : *Staphylococcaceae* (Do Carmo *et al.*, 2004).

II.4.2. Pathogénicité et toxicité

Les Staphylocoques sont responsables chez l'homme d'infections qui peuvent être localisées et de propagation directe en atteignant essentiellement le revêtement cutané. Elles peuvent aussi diffuser par voie sanguine en prenant un caractère septicémique avec un polymorphisme symptomatique extrême (Do Carmo *et al.*, 2004).

II.4.2.1. Septicémies et endocardites

Chez les consommateurs de drogues illicites, chez les porteurs d'une valve cardiaque artificielle ou chez les porteurs de cathéter intraveineux infecté.

II.5. *Pseudomonas aeruginosa*

II.5.1. Caractéristiques

Par définition, les bactéries du genre *Pseudomonas* sont des bacilles à Gram négatif, non Sporulés, généralement mobiles grâce à une ou plusieurs flagelles polaires, aérobies à métabolisme strictement respiratoire et chimio-organotrophes. Mais cette définition ne permet Pas de les différencier des autres bactéries à Gram négatifs, et doit être complétée par d'autres Caractéristiques phénotypiques (Pailleron, 2008).

II.5.2. Pathogénicité et toxicité

La bactérie est responsable de plusieurs types d'infection. Celles-ci touchent principalement aux voies respiratoires ou pulmonaires, au système urinaire, aux brûlures, aux plaies ouvertes ou aux septicémies (infection du sang) (Mena & Gerba, 2009).

II.6. *Candida albicans*

II.6.1. Caractéristiques

Est un champignon diploïde et encapsulé classé parmi les polymorphes car il peut prendre l'aspect de levures ou l'aspect de pseudo-hyphes selon la température, le pH et les nutriments du milieu.

La forme levure est associée à une production de blastoconidies et est la forme de *C. albicans* la plus couramment observée. Les pseudo-hyphes sont quant à eux caractérisés par une absence des structures propres aux hyphes vrais (parois parallèles, septum, etc.), ces derniers prenant l'allure de longs filaments et pouvant produire des chlamydo-spores aux parois épaisses. La reproduction asexuée se produit par bourgeonnement pour donner des blastoconidies (Ryan, 2004 ; Hazen et Howell, 2007).

II.6.2. Pathogénicité et toxicité

C. albicans est un microorganisme commensal qui fait partie des flores microbiennes endogènes gastro-intestinale, oropharyngée et génitale féminine (Ryan, 2004). Cependant, il s'agit aussi chez l'humain d'un pathogène opportuniste (Odds, 2010) pouvant causer des affections potentiellement mortelles chez les sujets immunodéprimés comme immunocompétents (Schell, 2006). La manifestation clinique la plus fréquente de l'infection à *C. albicans* est la candidose buccale.

Candida albicans peut aussi entraîner des infections des ongles (paronychie et onychomycose à *Candida*), des atteintes superficielles des muqueuses, des infections cutanées consécutives à une macération de la peau (plis inguinaux et région fessière, chez le jeune enfant) et des infections oculaires (enophtalmies, etc) (Ryan, 2004).

**Chapitre III :
Matériel et
méthodes**

Chapitre III : Matériels et méthodes

III .1 Lieu de stage

Cette étude a été réalisée au niveau de laboratoire des microorganismes bénéfiques, des aliments fonctionnels et de la santé (LMBAFS) de l'université Abdelhamid Ibn Badis à Mostaganem.

III.2 Origine de la plante

Les feuilles d'arganier utilisé dans notre travail ont été collectés à la fondation méditerranéenne de développement durable « Djanatu-al-Arif » F.M.D.D MOSTAGANEM. Après la collection des feuille été posée dans un endroit bien aéré et à l'abri de l'humidité et de la lumière pour un bon séchage. Puis ont a broyé les feuilles sec par la méthode traditionnelle pour obtenir une poudre prés a l'opération de l'extraction.

III.3 Origine des souches

Le laboratoire LMBAFS de recherche nous a fourni une collection des souches pour utilisée dans notre travail.

Tableau 3: Souches testées

Souches	Références
<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 33862
<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25922
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853
<i>Candida albicans</i>	ATCC10231
<i>S.typhimurium</i>	ATTC 14028
<i>Klebsiella Pneumoniae</i>	ATCC 13383
<i>B. cereus</i>	ATCC10876

III .4. Méthodologie de travail

La préparation d'extrait l'extrait méthanolique des feuilles d'*Argania spinosa* à été faite en suivant ces étapes :

- La collection des feuilles
- Le séchage
- Le broyage
- L'extraction

- Séparation entre l'extrait et le méthanol.
- Séchage de l'extrait
- Réactivation des souches
- Réalisation de Tests d'activité antibactérienne.
- Lecture et mesure des résultats.
- Réalisation de l'expérience de CMI (la concentration minimale d'inhibition).
- Lecture des résultats.

III .4.1. La collection de feuilles

A l'aide de cadre administratif de la fondation méditerranéenne de développement durable « Djanatu-al-Arif » F.M.D.D MOSTAGANEM.ont a choisis des feuilles parmi plusieurs plantes d'arganier disponible à la fondation. cette opération fait à la fin de mois de mars 2023.



Figure 4:Collecte des feuilles d'Arganier au siège de la fondation méditerranéenne Djanatu-al-Arif.

III .4.2. Le séchage

Les feuilles collectées à été bien nettoyées et séchées à l'abri de l'humidité et de la lumière pendant environ un mois.



Figure 5 : Séchage des feuilles.

III .4.3.Le broyage

Après le séchage, le broyage des feuilles sec a été fait par la méthode traditionnelle.



Figure 6: Broyage des feuilles.

III .4.4. L'extraction

L'extraction méthanolique de la poudre obtenue à été faite à l'aide d'un rotavapore montré sur la figure ci-dessus :



Figure 7: Extraction par Soxhlet de la poudre de feuilles d'arganier.

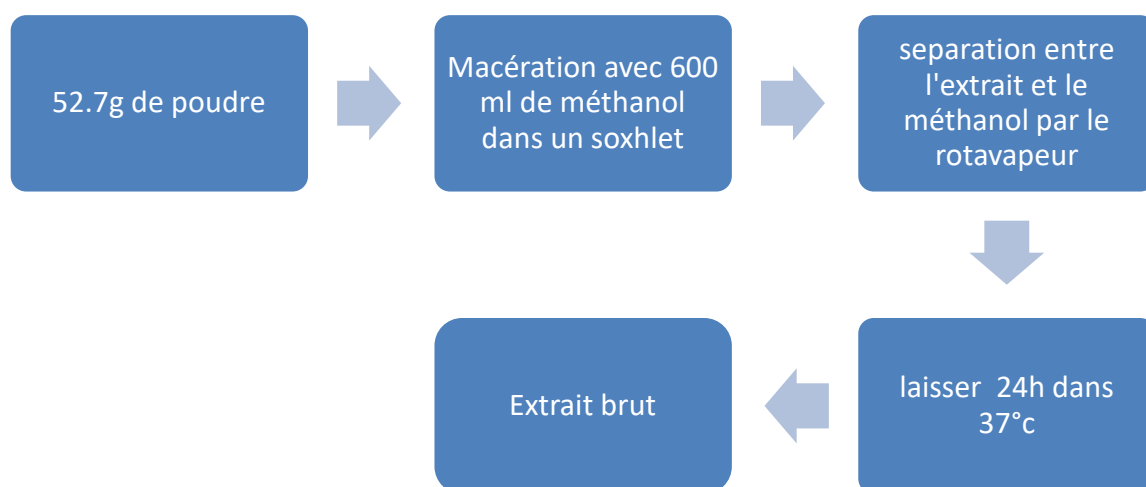


Figure 8: Méthode d'extraction (Moujahid *et al.*, 2004)

III .4.5.Séparation entre l'extrait et le méthanol

Cette opération consiste à séparer l'extrait du méthanol qu'on a utilisé à l'opération précédente à l'aide du rota vapeur.



Figure 9 : Rotavapeur.

III.4.6. Séchage de l'extrait

L'extrait est laissé 24 heures dans une étuve à 37°C.



Figure 10: Séchage du méthanol résiduel de l'extrait récupéré par rotavapeur.

III.4.7. Réactivation des souches

La réactivation des souches pathogènes à été effectué par ensemencement dans un bouillon BHIB à 37°C pendant 24 heures d'incubation avant chaque test d'antagonisme pour obtenir une culture jeune, puis ajuster la densité optique entre l'intervalle de 0.08 à 0.1 à une longueur d'onde de 600 nm qui correspond à 10^8 UFC / ml.



Figure 11: Réactivation des souches.

III.4.8. Réalisation de Tests d'activité antibactérienne (Chaalet *et al.*, 2015)

Le test de l'activité antibactérienne a été fait selon les étapes suivantes :

- Remplissage des boîtes Pétri par 1ml des bactéries actives (chaque bactérie dans une boîte)
- Verser le milieu de culture à une température de 45°C dans chaque boîte.
- Laisser sécher pendant 30 min.
- Réalisation des puits à l'aide d'un embout jaune stérile.
- Remplissage des puits par l'extrait/poudre de l'arganier
- Incubation des boîtes pendant 24h à 37°C.
- Lecture des résultats par la mesure des zones d'inhibitions.

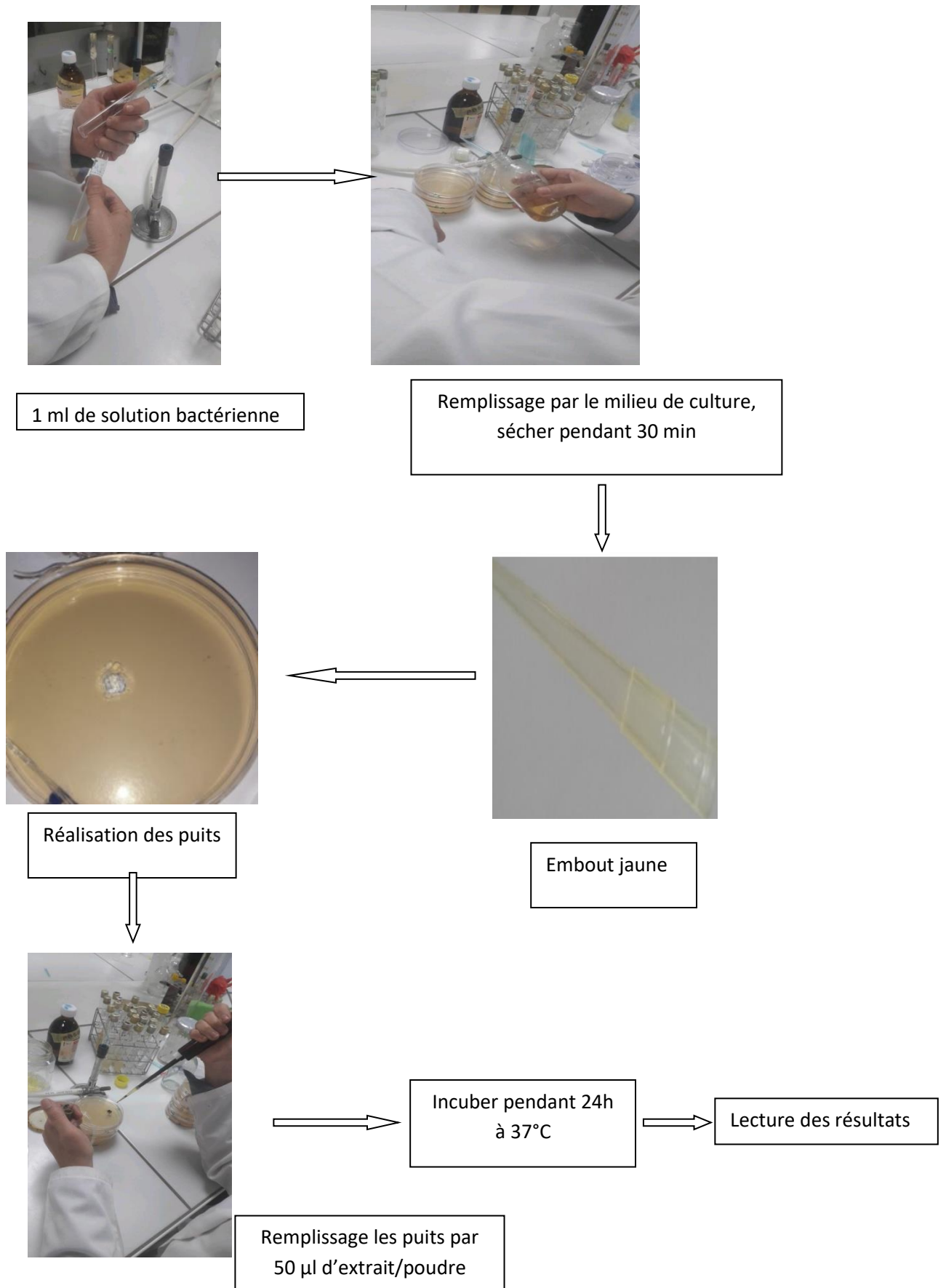


Figure 12 : Protocole de réalisation de test d'activité antibactérienne (Chaalel *et al.*, 2015).

III.5.Détermination de la concentration minimale d'inhibition

Cette expérience dépend à l'utilisation des microplaques à fond rond contient de 96 puits. On dépose 100µl de bouillon nutritif dans une ligne et on sotte une ligne et dépose a l'autre pour éviter la contamination.(CLSI, 2008).

Dans le premier puit on dépose 200µl de l'extrait et on mélange bien le contenu, on prélève 100µl du contenu dans le premier puit et on le dépose dans le deuxième. On répète ce processus jusqu'au onzième puit. Cette opération permet d'obtenir une dilution de un demi entre les puits. Le dernier puit reste comme un témoin négatif car il contient que le bouillon nutritif.

Ensuite, on ajoute 10µl de la solution bactérienne à partir du deuxième puit pour chaque ligne. On répète cette dernière manipulation avec 90µl de bouillon nutritif.

Pour la réalisation du test CMI de la poudre des feuilles d'arganier on fait la même démarche mais avec la poudre à la place de l'extrait. Enfin, on incube les microplaques pendant 24h à 37°C.

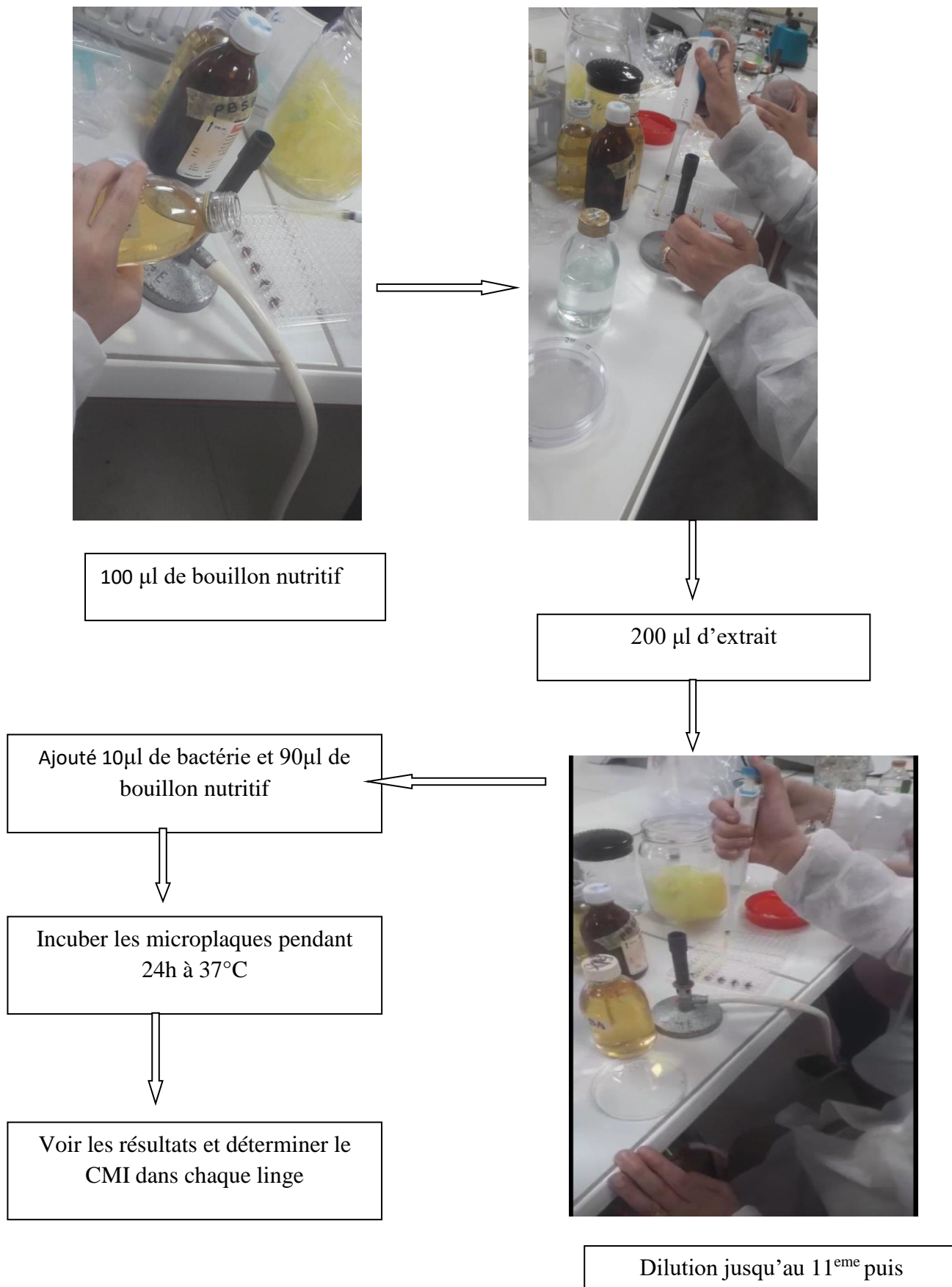


Figure13 : Protocol de réalisation de test CMI (CLSI, 2008).

**Chapitre IV :
Résultats et
discussion**

IV. Résultats et discussion

IV.1. Rendement de l'extrait de la poudre des feuilles d'arganier

Dans l'opération d'extraction on a utilisé une quantité de 52.7g de poudre et on obtienne une quantité 7.9g d'extrait brut après l'opération d'extraction. D'après ces deux valeurs on va calcule le rendement d'extrait à l'aide de la formule suivante :

$$Rh = (m'/m) * 100$$

Avec : m' : la masse d'extrait brut

m : la masse de la poudre utilisée

Application numérique :

$$m' = 7.9g$$

$$m = 52.7g$$

$$\text{Alors : } Rh = (7.9/52.7) * 100$$

$$Rh = 14.99\%$$

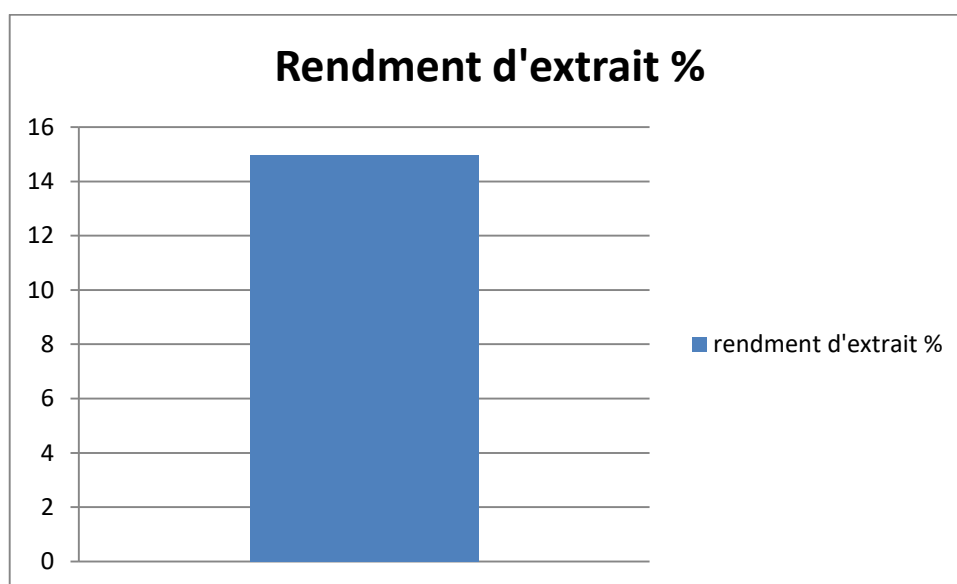


Figure 14: Rendement de l'extrait.

IV.2. Efficacité antibactérienne de l'extrait et la poudre des feuilles d'arganier

Dans notre étude on a examiné l'efficacité antibactérienne de l'extrait et la poudre par la méthode de diffusion par puits sur un milieu gélose solide Muller-Hinton. L'activité antibactérienne de la poudre des feuilles d'arganier a été déterminée par la mesure de diamètre d'inhibition dans chaque boîte de pétri auteur de puits qui contient l'extrait ou bien la poudre, les microorganismes examinés qui proviennent de la collection du laboratoire LMBAFS et qui sont *S. aureus* ATCC

33862, *E. coli* ATCC 25922, *P. aeruginosa* ATCC 27853, *B. cereus* ATCC10876, *Salmonella typhimurium* ATCC 14028, *Kl. Pneumoniae* ATCC 13383 et une levure *C. albicans* ATCC 10231.

IV.3. Résultat de test d'activité antibactérienne de l'extrait

D'après les résultats obtenus on remarque que notre extrait montre un grand effet sur les microorganismes testés, les diamètres d'inhibitions mesurées sont compris entre 19mm et 26mm qui sont des bonnes valeurs qui dépassent la valeur minimale d'inhibition qui est égale à 8mm.

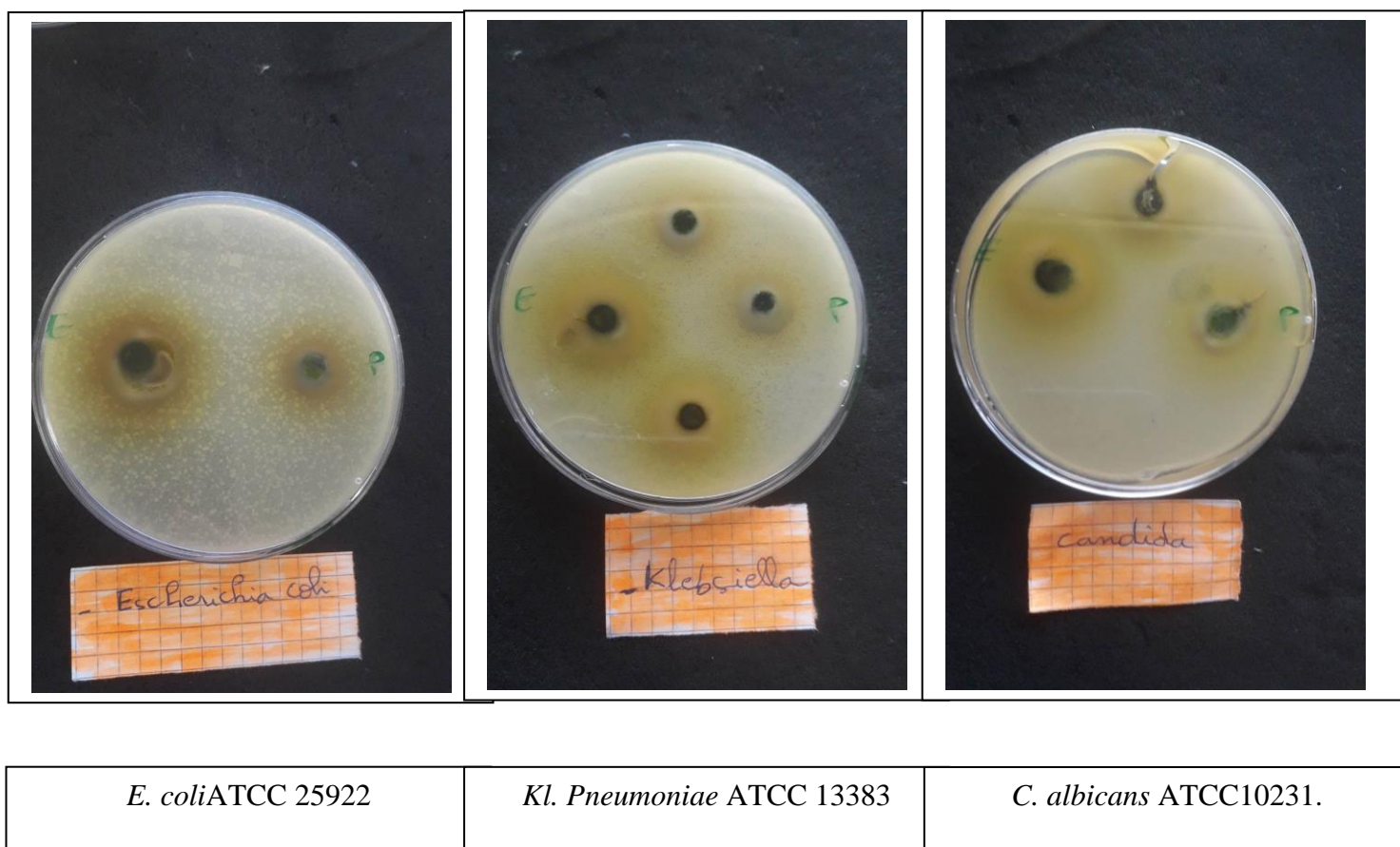


Figure 15: Résultats obtenus pour *E. coli* ATCC 25922, *Kl. Pneumoniae* ATCC 13383 et *C. albicans* ATCC 10231.

Les diamètres d'inhibitions obtenus pour *E. coli* ATCC 25922, *Kl. Pneumoniae* ATCC 13383 et *C. albicans* ATCC 10231 sont respectivement comme suite : 22mm, 20mm et 20mm.

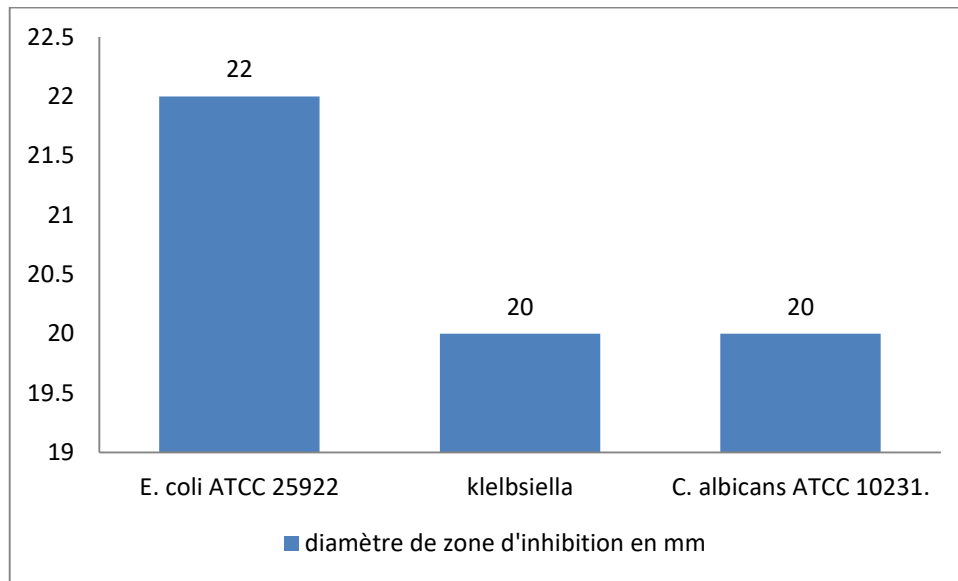
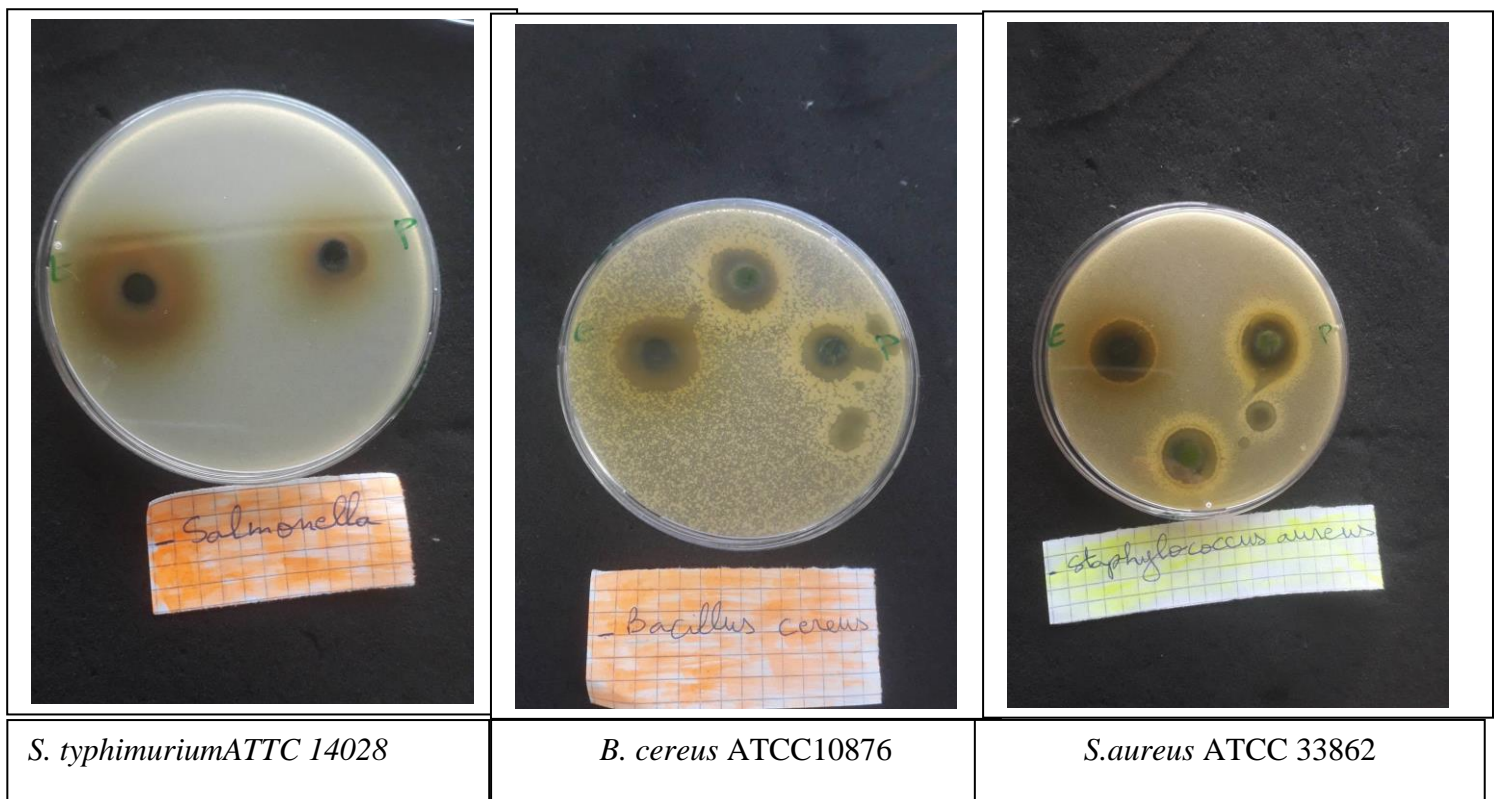
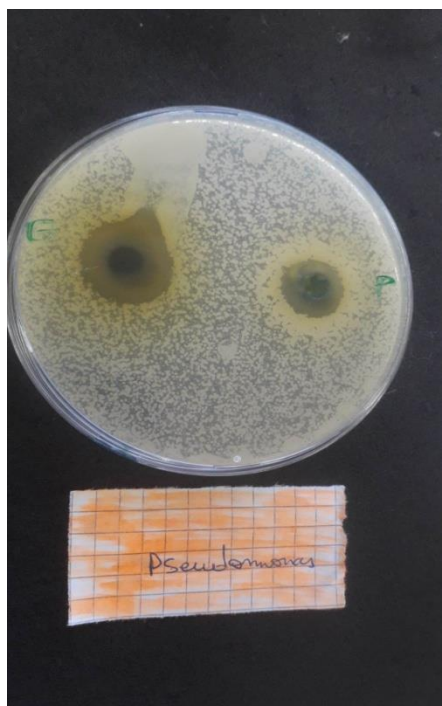


Figure 16: Diamètres des zones d'inhibitions *E. coli* ATCC 25922, *Kl. pneumoniae* ATCC 13383 et *C. albicans* ATCC 10231.

E. coli exhibe un diamètre d'inhibition de l'ordre de 22mm, ce qui prouve la forte sensibilité de cette souche.

Pour *Kl. Pneumoniae* ATCC 13383 et *C. albicans* ATCC 10231 on constate une réaction positive et efficace avec un diamètre de l'ordre de 20mm.





P. aeruginosa ATCC27853

Figure 17 : Résultats obtenus pour *Salmonella typhimurium* ATTC 14028, *B. cereus* ATCC 10876, *S. aureus* ATCC 33862 et *P. aeruginosa* ATCC 27853.

Les diamètres d'inhibitions obtenus pour *Salmonella typhimurium* ATTC 14028 *B. cereus* ATCC10876 et *S. aureus* ATCC 33862 sont respectivement comme suite 26mm, 20mm et 19 mm respectivement.

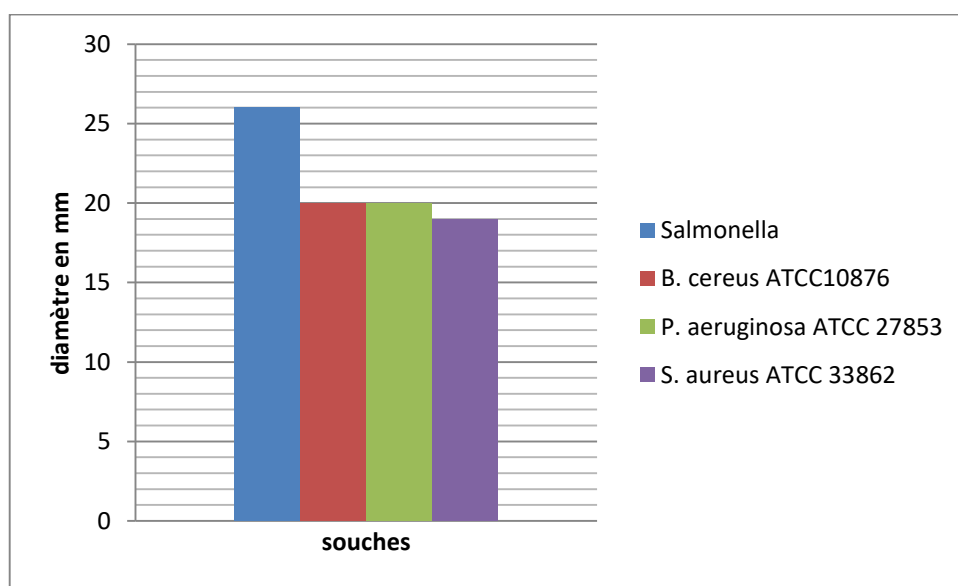


Figure 18:Diamètres des zones d'inhibitions pour *S. typhimurium* ATTC 14028 *B. cereus* ATCC10876, *P. aeruginosa* ATCC 27853 et *S. aureus* ATCC 33862.

Nous constatons d'après nos résultats que la *S. typhimurium* ATTC 14028 est la souche la plus sensible parmi la collections des souches testées avec un diamètre égal a 26mm, suivie par *B. cereus* ATCC10876 et *P. aeruginosa* ATCC 27853 dont les diamètres de zone d'inhibition sont égaux et qui sont de l'ordre de 20mm. Alors que *S. aureus* ATCC 33862 a été légèrement moins sensible par rapport aux autres souches avec un diamètre de 19mm.

IV.4.Résultat de test d'activité antibactérienne de la poudre

La poudre des feuilles d'arganier faire un effet remarquable par rapport au seule de l'extrait ou l'on note que les diamètres des zones d'inhibitions mesurés sont presque les même diamètres enregistrés par l'extrait. Les résultats obtenus par la poudre sont représentés par le graphe suivant :

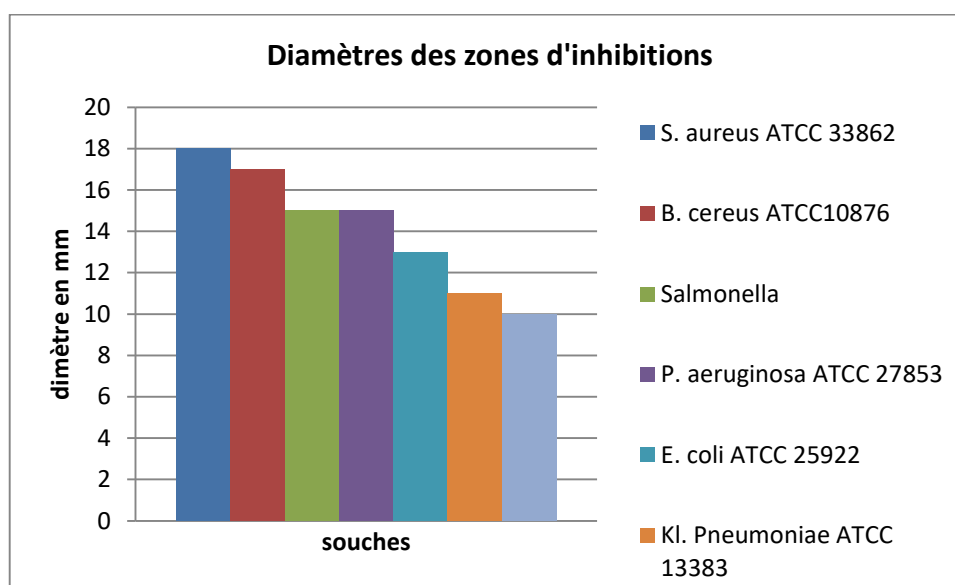


Figure 19: Diamètre des zones d'inhibition d'*E. coli* ATCC 25922, *Kl. pneumoniae* ATCC 13383, *C. albicans* ATCC 10231, *S. typhimurium* ATTC 14028, *B. cereus* ATCC10876, *S. aureus* ATCC 33862 et *P. aeruginosa* ATCC 27853.

En utilisant la poudre sèche dans le test des puits, on remarque que les résultats sont différent d'une souche à l'autre, la plus sensible *S. aureus* ATCC 33862 avec 18 mm de diamètre suivie par *B. cereus* ATCC10876 avec 17mm et par suite la *P. aeruginosa* ATCC 27853 et *Typhimurium* ATTC 14028 avec 15mm de diamètre. la plus résistante souche dans le cas de la poudre c'est le *C. albicans* ATCC 10231 avec 10mm de diamètre.

IV.5. Comparaisons entre les résultats obtenus pour l'extrait et la poudre

Dans l'ensemble des résultats obtenus sur cette plante en utilisant son extrait et sa poudre, on note que il y a des souches présentant des diamètres presque identique, comme par exemple pour *S.*

aureus ATCC 33862 où le diamètre obtenu est de 19mm pour l'extrait et de 18mm pour la poudre. Pour *B. cereus* ATCC10876 on note de 20mm pour l'extrait et 17mm pour la poudre.

Le tableau ci-dessus représente les résultats des diamètres des zones d'inhibition pour l'extrait et de la poudre vis-à-vis les sept souches étudiées dans ce travail :

Tableau 4 : résultats des diamètres des zones d'inhibition pour l'extrait et la poudre.

Souches	Diamètre de zone d'inhibition en mm pour l'extrait	Diamètre de zone d'inhibition en mm pour la poudre
<i>S. typhimurium</i> ATTC 14028	26	15
<i>E. coli</i> ATCC 25922	22	13
<i>Kl. Pneumoniae</i> ATCC 13383	20	11
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	20	10
<i>B. cereus</i> ATCC10876	20	17
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	20	15
<i>S. aureus</i> ATCC 33862	19	18

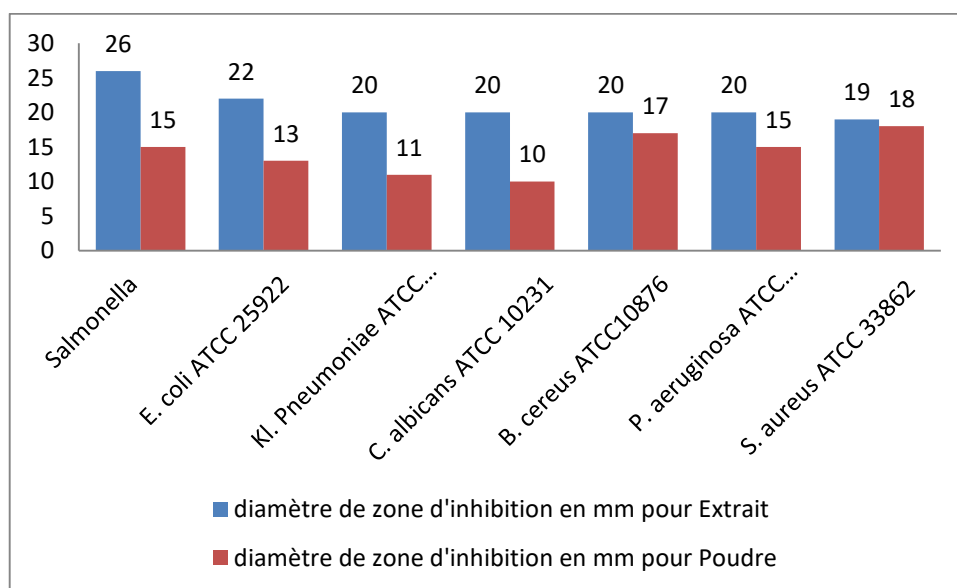


Figure 20: Graphe représentant les diamètres des zones d'inhibition pour l'extrait et la poudre vis-à-vis des souches testées.

IV.6. Résultat de test de détermination de CMI

Le tableau ci-dessus représente la CMI pour chaque souche, ces résultats sont obtenus après 24h d'incubation à 37°C :

Tableau 5 : Résultats du test de détermination de CMI.

Souches	CMI pour l'extrait (mg/μl)	CMI pour la poudre (mg/μl)
<i>S typhimurium</i> ATTC 14028	12.5	100
<i>P. aeruginosa</i> ATCC 27853	25	50
<i>B. cereus</i> ATCC10876	12.5	50
<i>Kl. Pneumoniae</i> ATCC13383	25	25
<i>S. aureus</i> ATCC 33862	6.25	25
<i>C. albicans</i> ATCC 10231	6.25	25

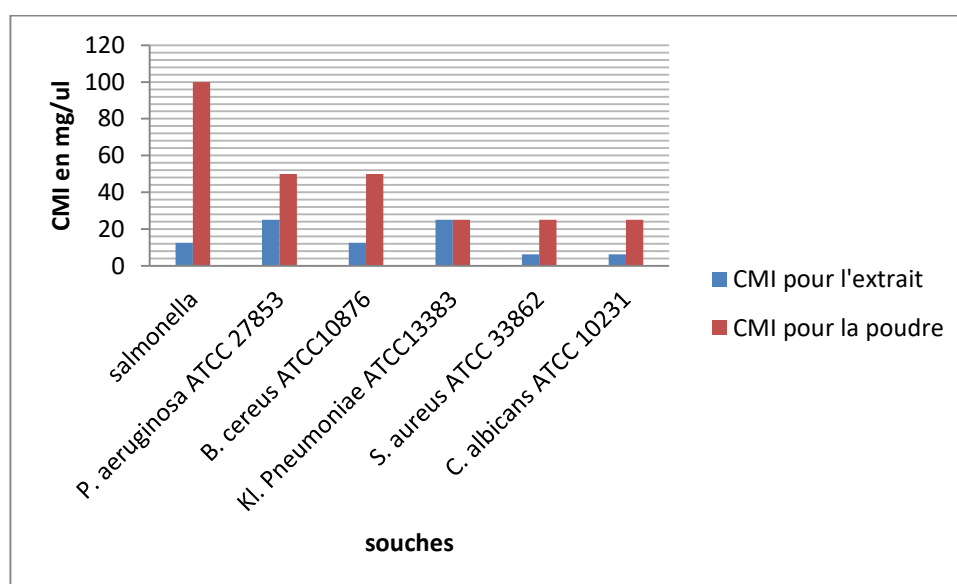


Figure 21: Graphe représentant la comparaison entre les résultats de test de détermination de CMI pour l'extrait et la poudre.

L'échantillon de l'extrait des feuilles d'arganier utilisé dans ce travail vis-à-vis une collection des souches à gram négatif et positif a donné un effet efficace d'une façon générale et qui est traduit par un diamètre maximal de zone d'inhibition de l'ordre de 26mm enregistré par la souche *S. typhimurium* ATTC 14028 ce qui montre sa forte sensibilité à l'extrait de l'arganier.

Les différences des diamètres des zones d'inhibitions enregistrées, peut être le résultat de la différences en contenances des substances actives contenues dans l'extrait ou dans la poudre (Ivana *et al.*, 2011), cette différence varie aussi selon les souches testées, selon la structure, la composition ainsi que la nature de la paroi cellulaire bactérienne (Lambert, 2002).

Pour les souches bactériennes qui ont montré une résistance aux extraits, cela pourrait être dû aux bactéries ayant une membrane capable d'empêcher son effet inhibiteur (Hanafy et Hatem, 1991).

Certaines études ne révèlent aucune activité antimicrobienne vis-à-vis des bactéries Gram (-) (**Guesmi & Boudabous, 2006**). La résistance de certaines bactérie peut être attribuée à la capacité de l'agent antibactérien de diffuser uniformément dans gélose du milieu de culture (**Hayouni et al., 2007**).

L'extrait de l'*Argania spinosa* montre une bonne activité inhibitrice vis-à-vis des germes testés. Cependant, les microorganismes étudiés n'ont pas manifesté la même sensibilité vis-à-vis la poudre. Chez les bactéries, *S. typhimurium* ATTC 14028 a montré une plus grande sensibilité par rapport les autres souches vis-à-vis l'extrait de l'Arganier étudié. Cette constatation confirme ce qui a été rapporté par plusieurs travaux.

Dans une étude similaire réalisée par **Dakiche et al. (2016)**, sur *A. spinosa*, Le test DPPH de l'extrait de feuille a donné une valeur de concentration efficace médiane (IC50) de l'ordre de $125,60 \pm 1,87 \mu\text{g}$. *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Bacillus cereus* ATCC 14579, *Yersinia enterocolitica* ATCC 23715, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Escherichia coli* ATCC 25922). Les feuilles d' *A. spinosa* L. ont montré une activité antibactérienne contre les bactéries Gram (+) et Gram (-), L'extrait de feuilles a inhibé la croissance des souches bactériennes (diamètres de la zone d'inhibition de 12 à 17 mm pour les bactéries Gram (+) et de 10 à 14 mm pour les bactéries Gram (-) avec une activité particulièrement marquée contre *B. subtilis* (zone d'inhibition, 16 mm).

Conclusion

Agrainia spinosa L. est une plante médicinale de la famille des sapotaceae. C'est une plante d'intérêt nutritionnel et médicinal, qui se trouve dans les régions tropicales. Ce travail a été consacré à l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits des feuilles de l'arganier vis-à-vis de six souches pathogènes par la méthode de diffusion en puits AWDT.

Les résultats de l'activité antibactérienne sont exprimés par les diamètres des zones d'inhibition, concernant l'extrait s'est marqué par un maximum d'activité obtenu sur la souche *Salmonella typhimurium* ATTC 14028 avec un diamètre de l'ordre de 26mm. Concernant le maximum de zone noté par la poudre de feuilles d'*Agrainia spinosa*, il est de l'ordre de 18mm enregistré sur *S. aureus* ATCC33862.

On conclut que la poudre et l'extrait des feuilles d'*Agrainia spinosa* L représentent un effet inhibiteur très intéressant contre les souches pathogènes testées, ce qui nous permet d'envisager de les utiliser en industries agroalimentaires dans le but d'améliorer voir étendre leur durée de conservation, et aussi minimiser l'utilisation des conservateurs chimiques qui cachent souvent un danger pour le consommateur.

En perspective, plusieurs travaux peuvent être envisagés dans la continuité des travaux entamés :

- Elargir le cadre de l'optimisation des conditions d'extraction des composés phénoliques par l'utilisation d'autres méthodes d'extraction et d'autres parties de plante avec l'étude de l'effet des autres paramètres.
- L'identification des principes actifs responsables de l'activité biologique, avec la détermination des conditions optimales pour l'extraction de ces principes actifs.

Références bibliographiques

-A-

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."

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

-C-

Chaael A., Riazi A., Dubois-Dauphin R and Thonart P (2015). Screening of plantaricin EF and JK in an Algerian *Lactobacillus plantarum* isolate. *Asian Pac J Trop Dis.*5(6): 474-482.

Charrouf Z. 2002. Valorisation de l'arganier : Résultats et perspectives. *Espérance Médicale*, 8: 261-270.

Clinical and Laboratory Standards Institute, M100-S18 (2008). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. Seventeenth Informational Supplement Clinical Laboratory Standards Institute, Wayne, PA.

-D-

Do Carmo L.S., Cummings C., Roberto Linardi V., Souza Dias R., Maria De Souza J., De Sena M.J., Aparecida Dos Santos D., Shupp J.W., Karla Peres Pereira R., Jett M. (2004). A case study of a massive staphylococcal food poisoning incident. *Food borne Pathogens & Disease*. 1 : 241-246.

-F-

Freney J.R.F., Hansen W., Boll T.C. (2000). Précis de bactériologie Clinique., 2^{ème} édition.

-H-

Hachmi M., Qarro M., Sesbou A., Sabir M. et Charif S. 2011. Analyse de la filière 'huile d'argan' au niveau de la zone forestière d'Amsitten dans la région d'Essaouira. Actes du Premier Congrès International de l'Arganier, 12: 475-486.

-I-

Ivana K., Milena N. and Miodrag L., (2011). Comparison of antioxidant and antimicrobial activities of methanolic extracts of the artemisia sp. recovered by different, extraction techniques. *Biotechnology and bioengineering Chinese journal of chemical engineering*, 19(3): 504-511p.

-K-

- **Kouidri M. (2009).** Extraction et caractérisation physico-chimique de l'huile d'argan provenant d'arbres cultivés des deux régions de l'Algérie (Tindouf et Moustaganem). Thèse de magister en sciences alimentaires. Université Hassiba Ben Bouali, Faculté des sciences agronomiques et sciences biologiques, Chlef, 77 p.

-L-

Lambert P., (2002). Cellular impermeability and uptake of biocides and antibiotics in gram - positive bacteria and mycobacteria. *Jornal of applied microbiology* .92:46-54.

-**Lotfi N., Chahboun N., El Hartiti H., Kabouche Z., El M'Rabet M., Berrabeh M., Touzani R., Ouhssine M. et Oudda H.** 2015. Study of the antibacterial effect of Argan oil from Bechar region of Algeria on hospital resistant strains. *Journal of Materials and Environmental Science.*, 6 (9) : 2476-2482.

-M-

Mena, K. D., & Gerba, C. P. (2009). Riskassessment of *Pseudomonas aeruginosa* in water. In D. M. Whitacre (Ed.), *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* (Vol. 201, pp. 71-115) : Springer US.

Moujahid, A ., Bencharki, B., Hilali, I., Bagri, A. et Najim, I.(2004). Activités antibactérienne et antifongique des extraits d'algues marines d'origine marocaine. *Biologie et sante*, **4**, 299- 305.

-N-

Naucial Charles et Louis Vildé Jean(2005). Livre de Bactériologie médicale *Staphylococcus aureus*. p: 77-141.

-O-

Odds FC (2010). Molecular phylogenetics and epidemiology of *Candida albicans*. Future Microbiology. 5(1): 67-79.

-P-

Palleroni, N.J., 2008. The road to the taxonomy of Pseudomonas. In : Cornelis, P.(Ed.), Pseudomonas : Genomics and Molecular Biology. Caister Academic Press, Belgium, pp. 1–18.

-R-

Ryan KJ (2004). *Candida, Aspergillus* and other opportunistic fungi. In Ryan, K.J. and Ray, C.G. (Ed.), *Sherris Medical Microbiology*. P: 659-668.

-S-

Schell WA (2006). Mycotic agents of human disease. In *Fleming, D.O., and Hunt, D.L. (Ed.), Biological Safety: Principles and Practises* pp. 163-178.

-Y-

Yang, C.-R., et al. (2006). "Antifungal activity of C-27 steroidal saponins." *Antimicrobial agents and chemotherapy* 50(5): 1710-1714.

Yang S.-C., Lin C.-H., Aljuffali I.A., Fang J.-Y. (2017). Current pathogenic *Escherichia coli* Foodborne outbreak cases and therapy development. *Archives of Microbiology*. 199 :811-825.

-Z-

- **Ziani, S. (2014).** Multiplication de l'Arganier (*Argania spinosa* L. Skeels) par vitro semis, microbouturage, microgreffage, organogénèse et/ou embryogénèse somatique, SAADIA.

(1) (2). <https://agronomie.info/fr/wp-content/uploads/2017/09/fr-art-5>. Dernier accès le 17 mai 2023