

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

*Option : Microbiologie environnementale et
infectieuse*

THEME

**Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne des extraits
éthanoliques de *Pistacia lentiscus*, *Citrullus colocynthis* et
Artemisia herba alba plantes utilisées en médecine traditionnelle
Algérienne.**

Présenté par : - Benmoussa Ikram
- Bendjilali Arwa

Devant le jury :

Président : Mr. Ziane Mohamed

Rapporteur: Mr. Gacem Mohamed Amine. Maitre-assistant A. Université de
Laghouat

Examineur: Mr. Rahmani Mokhtar

Soutenu publiquement le :30 juin 2016.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, à ma mère, A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout au long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et à me protéger.

Que dieu les gardes et les protège.

A ma adorable sœur

A ma belle famille

A mon mari, mon fils

A tous ceux qui me sont chères.

A tous ceux qui m'aiment.

A tous ceux que j'aime.

Je dédie ce travail

ARWA



Dédicace

*C'est avec profonde gratitude et sincères mots, que je dédie ce travail de fin
d'étude à mes chers parents*

*qui ont sacrifié leur vie pour mon réussite et m'ont éclairé le chemin par leurs
conseils judicieux.*

qu'Allah leur accorde une longue vie et bonne santé

Je dédie aussi ce travail à mes chères petites sœurs,

ma famille Benmoussa & Kazi,

*mes amis et mes collègues pour les moments agréables que nous avons passé
ensemble.*

sans oublier mes professeurs qui nous ont enseigné durant ces années.

Benmoussa Ikram



Remerciement

*Le présent travail est réalisé au laboratoire de Microbiologie. Université de
Amar Tlidji. Laghouat*

*Avant toute chose, Nous remercions Dieu, le tout puissant, de nous avoir
donné la force et la patience pour achever ce travail. Nous exprimons nos
profonds remerciements et nos vives reconnaissances à Mr. Jacem
Mohamed Amine, Maître Assistant A à la faculté des Sciences,
Université de Laghouat pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une
grande rigueur scientifique. Sa disponibilité, ses conseils et la confiance qui'il
nous a accordé afin de réaliser ce travail.*

Table des matières

Liste des abréviations	page
Liste des figures	I
Liste des photos	II
Liste des tableaux	III
Résumé	IV
Abstract	V
المخلص	VI
	VII

<i>Introduction</i>	01
---------------------	-----------

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Altération alimentaire par les moisissures

I.1. Les mycotoxines	03
I.1.1. Généralités sur les mycotoxines	03
I.1.2. Contamination des produits alimentaire par les mycotoxines	04
I.1.3. Champignons producteurs de mycotoxines	05
I.1.4. Classification des mycotoxines	05
I.1.5. Les type des mycotoxines	06
a. Les aflatoxines	06
a1. Définition	06
a2. Propriétés physico-chimiques des Aflatoxines	06
a3. Profil toxicologique des aflatoxines	06
b. Les ochratoxines	07
b1. Définition	07
b2. Propriétés physico-chimiques des Ochratoxines	07
c. La zéaralénone	08
d. Les trichothécènes	08
e. Les fumonisines	08
e. La patuline	09

II. Anti-bio-résistance microbienne

II.1. Définition de la résistance bactérienne	10
II.2. Modes d'émergence de la résistance bactérienne	11
II.2.1. Résistance naturelle	11
II.2.2. Résistance acquise	11
II.3. Lutte contre l'anti-bio-résistances	11
II.3.1. La phytothérapie	11
a. Médecine traditionnelle classique africaine, et arabe	11
b. Types de la Phytothérapie	12
b1. Aromathérapie	12
b2. Gemmothérapie	12
b3. Herboristerie	12
b4. Homéopathie	13
b5. Phytothérapie pharmaceutique	13
II.4. Les métabolites secondaires des plantes	13
a. Les composés phénoliques	13

a1. Tanins	14
a2. Coumarines	14
a3. Flavonoïdes	14
b. Les composés azotés	15
b1. Alcaloïdes	15
c. Les terpènes et les stéroïdes	15

III. Les plantes utilisées dans cette étude

III.1. La <i>Citrullus colocynthis</i>	16
III.1.1. Description morphologique	16
III.1.2. Noms vernaculaires	16
III.1.3. Taxonomie	17
III.1.4. Répartition géographique	17
III.1.5. Actions thérapeutiques	17
III.1.6. Toxicité	18
III.1.7. Composition chimique	18
III.2. <i>Pistacia lentiscus</i>	18
III.2.1. Description botanique	18
III.2.2. Noms vernaculaires	19
III.2.3. Classification taxonomique	19
III.2.4. Utilisation thérapeutique traditionnelle	19
III.2.5. Composition chimique	20
III.3. <i>Artemisia herba alba</i>	20
III.3.1. Présentation de la plante	20
III.3.2. Classification de la plante	21
III.3.3. Description botanique et systématique	21
III.3.4. Propriété thérapeutique et usage traditionnel	21
III.3.5. Composition chimique	22

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

I. Matériel et méthodes

I.1. Matériel végétal	23
I.1.1. Graine de <i>Citrullus colocynthis</i> , feuilles de <i>Pistacia lentiscus</i> et feuilles d' <i>Artemisia herba alba</i>	23
I.2. Souches microbiennes	25
I.3. Préparation des extraits et étude phytochimique	26
I.3.1. Préparation des extraits éthanoliques	26
a. Extraction par macération à l'éthanol	27
I.3.2. Détermination du rendement des extraits secs	27
I.3.3. Tests phytochimiques	28
a. Détection des polyphénols	29
a1. Détection des tanins	29
a2. Détection des flavonoïdes	29
a3. Détection des saponosides	29
a4. Détection des cumarines	29
b. Détection des alcaloïdes	29
c. Détection des terpènes	29
I.4. Evaluation du pouvoir antimicrobiennes des extraits organiques des plantes	30
I.4.1. Préparation des pré-cultures	30

I.4.2. Techniques d'évaluations de l'activité antimicrobiennes	30
a. Préparation de la suspension fongique	30
a1. Evaluation du pouvoir antifongique des extraits par la méthode des puits	30
a2. Evaluation du pouvoir antifongique des extraits par la méthode des disques.	31
b. Evaluation de l'activité antibactérienne	32
b1. Technique de diffusion sur gélose Mueller Hinton (méthode des disques)	32
b2. Technique de diffusion sur gélose Mueller Hinton (méthode de puits)	33
II. Résultats et discussion	
II.1. Extraction et étude phytochimique des extraits des plantes	34
II.1.1. Rendements des extractions éthanoliques	34
II.1.2. Tests phytochimique effectués sur les extraits organiques	34
DISCUSSION	35
CONCLUSION	36
II.2. Activité antimicrobiennes des extraits organiques des plantes	37
II.2.2. Activité antifongique des extraits organiques des plantes par la méthode des disques	37
a. Activité antifongique des extraits organiques des plantes sur <i>Aspergillus flavus</i>	37
b. Activité antifongique des extraits organiques des plantes sur <i>Aspergillus parasiticus</i>	38
c. Activité antifongique des extraits organiques des plantes sur <i>Fusarium gaminirium</i>	38
d. Activité antifongique des extraits organiques des plantes sur <i>Penicillium expansum</i>	39
II.2.3. Activité antifongique des extraits organiques des plantes par la méthode des puits	41
DISCUSSION	42
CONCLUSION	44
II.2.3. Activité antibactérienne des extraits organiques par la méthode des disques	44
II.2.4. Activité antibactérienne des extraits par la méthode des puits	47
DISCUSSION	49
CONCLUSION	51
Conclusion générale et perspectives	52
Référence bibliographique	53
Annexes	68

Liste des abréviations

ATCC :	American Type Culture Collection
CMF :	Concentration Minimale Fongique
DO :	Densité Optique
IAF :	Indice Antifongique
IBMC :	Institut Biologie Moléculaire Cellulaire
MH :	Mueller Hinton
MNHN :	Muséum National d'Histoire Naturelle
OTA :	Ochratoxine A
PDA :	Potato Dextrose Agar
Ppm :	Partie par million
Rd :	Rendement
URSS :	Union des République Socialistes Soviétique
UV :	Ultra-Violet

Liste des figures

	Page
Figure 01. Structure chimique des aflatoxines.	06
Figure 02. Structure chimique des ochratoxines.	08
Figure 03. Coloquinte <i>Citrullus colocynthis</i> .	16
Figure 04. <i>Pistacia lentiscus</i> arbuste commun des maquis et garigues en Algérie.	19
Figure 05. Armoise blanche.	21
Figure 06. Situation des différentes stations de prélèvements des échantillons	25
Figure 07. Préparation de la poudre des plantes sélectionnées pour extraction (photo originale).	27
Figure 08. Schéma du procédé d'extraction utilisé dans cette étude.	28
Figure 09. Evaluation de l'activité antifongique par la méthode des puits.	31
Figure 10. Evaluation de l'activité antifongique par la méthode de dilution sur milieu solide.	32
Figure 11. Evaluation de l'activité antibactérienne par la méthode des disques.	33
Figure 12. Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits organiques des plantes sur <i>Aspergillus flavus</i> par la méthode de disque.	37
Figure 13. Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits organiques de plantes sur <i>Aspergillus parasiticus</i> par la méthode de disque.	38
Figure 14. Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits organiques de plantes sur <i>Fusarium graminearum</i> par la méthode de disque.	39
Figure 15. Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits organiques de plantes sur <i>Penicillium expansum</i> par la méthode de disque.	39
Figure 16. Résultat de l'activité antibactérienne des extraits de <i>Citrullus colcoythis</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> et <i>Artemisia herba alba</i> par la méthode des disques à des différentes concentrations sur <i>S.aureus</i> .	45
Figure 17. Résultat de l'activité antibactérienne des extraits de <i>Citrullus colcoythis</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> et <i>Artemisia herba alba</i> par la méthode des disques à des différentes concentrations sur <i>M.luteus</i> .	46
Figure 18. Résultat de l'activité antibactérienne des extraits de <i>Citrullus colcoythis</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> et <i>Artemisia herba alba</i> par la méthode des puits à des différentes concentrations sur <i>S.aureus</i> .	48
Figure 19 : Résultat de l'activité antibactérienne des extraits de <i>Citrullus colcoythis</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> et <i>Artemisia herba alba</i> par la méthode des puits à des différentes concentrations sur <i>K. pneumoniae</i> .	48

Liste des photos

	Page
Photo 01. Fruit de <i>Citrullus colocynthis</i> .	24
Photo 02. Feuille de <i>Pistacia lentiscus</i> .	24
Photo 03. Feuille de <i>Artemisia herba alba</i> .	24
Photo 04. Résultats de l'activité antifongique de l'extrait organique <i>P. lentiscus</i> et <i>A. herba alba</i> sur par la méthode de disque	41
Photos 05. Résultat de l'activité antibactérienne de l'extrait organique d' <i>A. herba alba</i> à concentration 50mg/ml et 100mg/ml sur <i>M. luteus</i> ATCC 9341	46
Photos 06. Résultat de l'activité antibactérienne de l'extrait organique d' <i>A. herba alba</i> et <i>P. lentiscus</i> sur <i>S. aureus</i> .	47
Photos 07. Résultat de l'activité antibactérienne de l'extrait organique d' <i>A. herba alba</i> sur <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538.	49
Photos 08. Résultat de l'activité antibactérienne de l'extrait organique d' <i>A. herba alba</i> sur <i>K. pneumoniae</i> Strasbourg IBMC	49

Liste des tableaux

	Page
Tableau 01 : Les principales moisissures contaminant les céréales et les autres denrées alimentaires.	05
Tableau 02 : Origine et date de prélèvement des échantillons.	23
Tableau 03 : Souches fongiques utilisées pour tester l'activité biologique des extraits.	25
Tableau 04 : Souches bactériennes utilisées pour tester l'activité biologique des extraits.	26
Tableau 05 : Rendements des extractions éthanolique.	34
Tableau 06 : Tests photochimiques effectués sur les extraits éthanolique des graines de <i>Citrullus colocynthis</i> , <i>Pistacia lentiscus</i> et <i>Artemisia herba alba</i> .	35
Tableau 07 : Résultats de l'activité antifongiques des extraits organiques de plantes par la méthode de puits.	42

Résumé

Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne des extraits éthanoliques de *Pistacia lentiscus*, *Citrullus colocynthis* et *Artemisia herba alba* plantes utilisées en médecine traditionnelle Algérienne.

Les plantes médicinales sont très utilisées localement par la population algérienne pour traiter les différentes maladies grâce à leurs activités biologiques, leurs constituants ont une longue histoire comme agents antimicrobien afin de combattre l'antibiorésistances qui occupe actuellement une place très importante conduisant les chercheurs vers la recherche de nouvelle stratégie de prévention et de lutte.

Ce travail porte sur l'étude *in vitro* de l'activité antimicrobienne des extraits éthanoliques des graines de *Citrullus colocynthis* et des feuilles de *Pistacia lentiscus* et d'*Artemisia herba alba*, des plantes aromatique et médicinale de la flore algérienne, vis-à-vis de quelques bactéries pathogènes pour l'Homme et quelques moisissure toxino-géné de contamination d'aliments. Cette activité antimicrobienne est testée par deux méthodes différentes afin de bien divulguer leurs pouvoirs antibactériens et antifongiques.

L'analyse phytochimique des extraits éthanoliques des graines de *Citrullus colocynthis*, des feuilles de *Pistacia lentiscus* et d'*Artemisia herba alba* a révélé la présence de quelques groupes chimiques (polyphénols totaux, terpènes et alcaloïdes) susceptibles d'exprimer les activités antimicrobienne recherchées.

Les résultats obtenus durant cette étude ont démontré l'efficacité antimicrobienne des extraits éthanolique de ces plantes. L'extrait éthanolique d'*Artemisia herba alba* a montré son capacité à exercer un pouvoir antibactérien sur la totalité des souches bactériens que chez les moisissure par un diamètre d'inhibition de 51,42 mm contre *S. aureus*, et l'extrait éthanolique des feuilles de *Pistacia lentiscus* a prouvé un effet antifongique sur certain souche fongique.

Les résultats montrent que les extraits éthanoliques des feuilles d'*A. artemisia herba alba* et de *Pistacia lentiscus* utilisés à faible concentration pourraient avoir un potentiel important pour le contrôle biologique des bactéries pathogènes et des moisissures.

Mots clés : *Citrullus colocynthis*, *Pistacia lentiscus*, *Artemisia herba alba*, extrait éthanolique, analyse phytochimique, activité antibactérienne, activité antifongique.

Abstract

Contribution to the study of antimicrobial activities of ethanolic extracts of *Pistacia lentiscus*, *Citrullus colocynthis* and *Artemisia herba alba* plants used in traditional medicine Algeria.

Medicinal plants are widely used locally by the Algerian population to treat various diseases, through biological activities, their constituents have a long history as antimicrobial agents to combat the interim who currently occupies a very important place leading researchers to search for new prevention and control strategy.

This work focuses on the study in vitro antimicrobial activity of ethanolic extracts from the seeds of *Citrullus colocynthis* and leaves of *Pistacia lentiscus* and *Artemisia herba alba* plants aromatic and medicinal Algerian flora, with some human pathogenic bacteria and some contamination of food toxigenic mold. This antimicrobial activity is tested by two different methods in order to properly disclose their antibacterial and antifungal powers.

The phytochemical analysis of the ethanolic extracts of the seeds of *Citrullus colocynthis*, leaves of *Pistacia lentiscus* and *Artemisia herba alba* revealed the presence of some chemical groups (polyphenols totals, terpenes and alkaloids) likely to express desired antimicrobial activities.

The results obtained during this study showed the ethanolic extracts antimicrobial effectiveness of these plants. Extract ethanolic of *Artemisia herba alba* showed its capacity to exercise a power of antibacterial on all of the bacterial strains as in the mold by a diameter of inhibition 51.42 mm against *S. aureus*, and the ethanolic extract from the leaves of *Pistacia lentiscus* has proven an antifungal on certain fungal strain effect.

The results show that ethanolic extracts of the leaves of *A. herba alba* and *P.lentiscus* used at low concentrations could have significant potential for biological control of pathogenic bacteria and mold.

Keywords: *Citrullus colocynthis*, *Pistacia lentiscus*, *Artemisia herba alba*, ethanolic extract, analysis phytochemical, antibacterial activity, antifungal activity.

الملخص

مساهمة في دراسة الخصائص المضادة للبكتيريا للمستخلصات الإيثانولية النباتية للأعشاب الطبية المستعملة في الجزائر، نبات الحنظل نبات الضرو والشيخ

المستخلصات النباتية ومكوناتها لها تاريخ طويل كعامل مضاد للبكتيريا لمكافحة مقاومة المضادات الحيوية التي تشكل حاليا موضع دراسة مهم جدا مما يؤدي ب كبار الباحثين للبحث عن استراتيجيات جديدة للوقاية والسيطرة و يركز هذا العمل على المستخلصات العضوية لبذور نبات الحنظل وأوراق نبات الضرو والشيخ، نباتات عطرية و طبية متواجدة في الجزائر، و نشاطها المضاد لعدة بكتريا مسببة للأمراض للإنسان و فطريات مضرّة بالأغذية . يتم اختبار هذا النشاط المضاد للبكتيريا بطريقتين مختلفتين من أجل الكشف عن كامل صلاحياتها المضادة للجراثيم و الفطريات. التحليل الكيميائي للمستخلصات الإيثانولية لبذور نبات الحنظل وأوراق نبات الضرو والشيخ ، كشف وجود بعض المجموعات الكيميائية (متعدد الفينول الكلي، التيربينات، أشباه القلويدات) قابلة للتعبير عن الأنشطة المضادة للبكتيريا المطلوبة.

أظهرت نتائج هذه الدراسة النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات الإيثانولية لهذه النباتات ، المستخلص الإيثانولي لنبات الشيخ أظهر قدرته على ممارسة المضادة للبكتيريا على جميع السلالات البكتيرية على عكس عند الفطريات و اثباط ستافيلوكوكس اوريس ب 15,42 ملم،

و المستخلص الإيثانولي لأوراق نبات الضرو اثبت نشاط مضاد فطري على بعض السلالات الفطرية

وأظهرت النتائج أن المستخلص الإيثانولي لبذور نبات الحنظل وأوراق نبات الضرو المستخدمة بتركيزات منخفضة يمكن أن يكون لها إمكانيات كبيرة للمكافحة البيولوجية من البكتيريا المسببة للأمراض و الفطريات في المواد الغذائية **كلمات البحث:** نبات الحنظل ، نبات الضرو ، نبات الشيخ ، المستخلص الإيثانولي ، التحليل الكيميائي النباتي ، النشاط المضاد للبكتيريا، النشاط المضاد للفطريات.



Introduction

Introduction

L'homme a longtemps eu recours à des remèdes traditionnels à base de plantes (tisanes, poudres, décoctions) pour qu'il se soigne, administrées par inhalations, cataplasmes, massages ou encore par voie orale appelé aujourd'hui la phytothérapie. Même durant les guerres de l'époque actuelle, les plantes ont servi comme première source de médicaments pour les hommes, et elles ont continué à fournir à l'humanité, des remèdes thérapeutiques nouveaux et originaux jusqu'à aujourd'hui, l'intérêt des études a mené à la caractérisation et à l'identification de molécules majeures, et à l'isolation de composés chimiques actifs d'une importance thérapeutique incontestable (**Leduc et al., 2006**).

La phytothérapie est une thérapeutique alternative ou parallèle dans beaucoup de maladies aiguës et chroniques. Elle connaît un regain d'intérêt dans de nombreux pays à travers le monde, notamment dans les pays du Maghreb. En effet, un grand nombre de plantes sont utilisées en médecine traditionnelle en Algérie pour le traitement de diverses pathologies (**Lamba et al., 2000**).


La recherche de nouvelles stratégies de prévention contre les infections et les maladies d'origine fongique et bactérienne, comporte un intérêt majeur, d'une part pour la sécurité sanitaire des aliments et la santé du consommateur et d'autre part, pour la protection de l'économie du pays.

L'utilisation des substances naturelles dans la lutte contre les bactéries et les moisissures indésirables est à l'origine du choix de notre thème qui consiste en l'extraction de quelques métabolites à partir de quelques plantes médicinales à savoir *Citrulluscolocynthis*, *Pistacialentiscus* et l'*Artemisia herba alba* et la recherche de leurs effets antimicrobiens par différentes méthodes contre des souches bactériennes et fongiques potentiellement pathogènes.

Pour se faire, une synthèse bibliographique représentant la première partie de notre étude a été réalisée afin de regrouper les informations essentielles en trois chapitres qui incluent la contamination des denrées alimentaires par les champignons toxiques, une étude sur l'antibiorésistance et ses mécanismes ainsi que les méthodes de lutte et une étude botanique élargie sur *Citrulluscolocynthis*, *Pistacialentiscus* et *Artemisia herba alba* et leurs activités biologiques.

Dans la seconde partie de notre étude, la méthodologie est représentée par les techniques utilisées pour la réalisation de ce travail suivie des principaux résultats et leurs discussions.

L'étude est achevée par une conclusion générale et des perspectives.



*Première partie : étude
bibliographique*

I. Altération alimentaire par les moisissures

Les maladies d'origine alimentaire constituent à l'heure actuelle l'un des problèmes les plus répandus à l'échelle internationale. Leurs répercussions sur la santé et sur l'économie sont de plus en plus largement reconnues. Ces maladies sont causées par divers agents en particulier les microorganismes pathogènes. En plus des virus et des bactéries pathogènes, les champignons toxigènes constituent un danger réel pour la santé animal par la sécrétion de substances hautement toxiques (mycotoxines) au cours de leur prolifération **(Pavel, 2010)**.

Les denrées alimentaires sont souvent contaminées par des moisissures, et les toxines associées générées par certains d'entre eux au cours du stockage, transport et traitement post-récolte provoquent des pertes de qualité, la quantité, la composition des nutriments, et ainsi de réduire la valeur de marché **(Bhat et al., 2010)**. La situation est plus chronique et critique dans les zones tropicales et subtropicales en raison de leurs conditions environnementales favorables à la croissance des moisissures et la production de mycotoxines. Différentes moisissures et des mycotoxines ont été régulièrement rapportés avec une variété de produits alimentaires, y compris les céréales, les grains, les noix, les fruits, les légumes et les épices **(Bhanu et al., 2015)**.

Les céréales représentent la source la plus importante de nourriture dans de nombreux pays. Ils peuvent être contaminés par les mycotoxines, métabolites secondaires toxiques, qui peuvent être présents dans les céréales due à des infections de grains par les moisissures, à la fois sur le terrain et pendant le stockage. La contamination dépend de facteurs environnementaux comme la température, l'humidité, causée par les insectes, la sécheresse et les conditions de stockage inadéquates. Leurs présence dans les céréales et leurs sous-produits peut poser un risque pour la santé humaine et animale **(Kirincic et al., 2015)**.

Les conditions climatiques en Afrique subsaharienne sont favorables à la croissance des moisissures. L'augmentation des transports internationaux de denrées alimentaires et l'intensification des méthodes culturales induisent un risque accru de contaminations croisées par les mycotoxines **(Ruppel et al., 2004)**.

I.1. Les mycotoxines

I.1.1. Généralités sur les mycotoxines

Les mycotoxines (du grec « mycos », signifiant moisissure) sont des métabolites secondaires toxiques synthétisés pendant la phase stationnaire, elles sont de faibles masses

moléculaires dont l'ingestion provoque une intoxication chez le consommateur. Ce sont des produits contaminant les denrées alimentaire d'origine animale ou végétale (**Chapeland-Leclere et al., 2005 ; Dragacci et Grosso, 2005**)

Les mycotoxines sont des substances chimiques complexes. Certains dérivent des acides aminés (alcaloïdes de l'ergot, acides aspergillique, acides cyclopiazonique, salframine, gliotoxine, roquefortine, sporidesmine, fumitrimorgines), d'autres des polycétoacides (aflatoxines, ochratoxine A, patuline, citrinine, acide pénicillique, stérigmatocystine, zéaralénone) et d'autres sont des dérivés terpéniques (diacétoxyscirpénol, fusarénone, désoxynivalénol, roridines, toxine T-2, verrucarine) (**Riba, 2008**).

I.1.2. Contamination des produits alimentaire par les mycotoxines

Les mycotoxines sont capables à faibles concentrations d'induire un effet toxique en pénétrant par les orifices naturels (bouche, système respiratoire, peau). Ces substances présentent quatre modes de toxicité : aiguë, chronique, mutagénique et tératogénique (**Reboux, 2006**). En cas de forte contamination, elles peuvent donner lieu à une symptomatologie aiguë conduisant à la mort (**Ruppel et al., 2004**).

Les mycotoxines, sont produites dans des conditions sub-optimales de leur développement. Ces molécules sont parmi les contaminants naturels qui ont suscitées un grand intérêt scientifique du fait de leur présence dans tous les aliments et de leurs effets néfastes aussi bien sur le plan sanitaire et nutritionnel que sur les échanges commerciaux à travers le monde. Pour cela, elles posent un vrai problème de sécurité sanitaire des aliments au niveau mondial (**Komar et al., 2008**).

La contamination par les mycotoxines affecte aussi bien des produits naturels que transformés tels que les céréales, les oléagineuses, les fruits secs, les produits d'origine animale, le café, les plantes médicinales, aromatiques ou les épices, en dépit de la faible teneur en eau des épices, elles constituent une cible non négligeable pour les moisissures de type xérophiles de la famille des *Moniliacées*. Plusieurs espèces du genre *Aspergillus* et *Penicillium* peuvent être toxigènes, contribuant ainsi à la contamination des épices par des mycotoxines dont les plus fréquemment recherchées sont les Aflatoxines (AF) et l'Ochratoxine A (**Houmaïri et al., 2015**). Le Tableau 01 résume les principaux produits alimentaires contaminés.

Tableau 01. Les principales moisissures contaminant les céréales et les autres denrées alimentaires (Pfohl-Leszkowicz, 1999).

Mycotoxine	Moisissure	Denrée contaminée
Aflatoxines : B1 B2 G1 G2	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus parasiticus</i>	Graines d'arachide, maïs, blé, céréales, amandes, noix, pistaches, figues, dattes, cacao, café, manioc
Aflatoxine M1		Lait, produits laitiers sauf beurre
Ochratoxine A	<i>Aspergillus</i> <i>Penicillium verrucosum</i>	Céréales (blé, maïs, orge, riz, seigle, avoine), noix, poivre, fruits secs, abats d'animaux, jus de raisin, bière
Zéaralénone	<i>Fusarium</i>	Céréales : maïs, blé, sorgho
Trichothécènes	<i>Fusarium</i>	Céréales : blé, maïs, orge ; riz
Fumonisine : B1	<i>Fusarium moniliforme</i>	Maïs
Patuline	<i>Aspergillus</i> <i>Penicillium expansum</i>	Cidre, ensilage, jus de pomme

I.1.3. Champignons producteurs de mycotoxines

Ces métabolites secondaires toxiques produites par certaines espèces de moisissures présentes sur les céréales, et les champignons eux-mêmes, ont des impacts économiques et sanitaires importants tels que les diminutions de rendement en productions végétale et animale, des problèmes de santé publique (Levasseur-Garcia, 2013). Les principaux genres de champignons producteurs de mycotoxines sont *Aspergillus*, *Fusarium*, *Claviceps*, *Alternaria* et *Penicillium* (Ruppel et al., 2004).

I.1.4. Classification des mycotoxines

Les mycotoxines appartiennent à différentes catégories :

- **Les polyacétates** : aflatoxines, citrinines, ochratoxines, patuline, zéaralénone, fumonisine.
- **Les terpènes** : trichothécènes (sesqui), toxine T-2, verrucarine, roridines, fusarénone, trémorgènes (di), désoxynivalénol, diacétoxyscirpénol.
- **Les peptides** : ergotamine, tryptoquivaline, acide aspergillique, acide cyclopiazonique, slaframine.

I.1.5. Les types des mycotoxines

a. Les aflatoxines

a1. Définition

En 1965, l'aflatoxine était la première mycotoxine isolée et caractérisée. Elle présente le profil toxicologique le plus sérieux et le plus célèbre (Pfohl-Leskowicz, 1999). Elle constitue un groupe de dix-huit composés dont quatre sont les formes les plus couramment rencontrées dans les aliments. Il s'agit des aflatoxines B₁, B₂, G₁ et G₂ (Yannikouris et al., 2002) (Figure 01).

a2. Propriétés physico-chimiques des Aflatoxines

Les mycotoxines sont peu solubles dans l'eau mais très solubles dans les solvants organiques. Les aflatoxines sont dégradées par l'ammoniaque et l'hypochlorite de sodium en formant des composés toxiques (Cole et Cox, 1981)

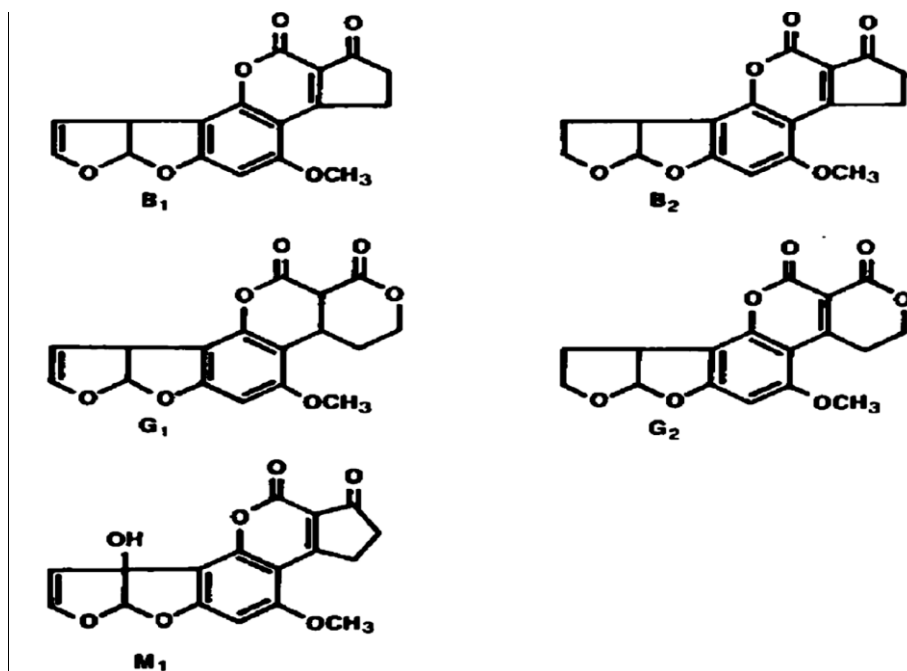


Figure 01. Structure chimique des aflatoxines (Pfohl-Leskowicz, 1999).

a3. Profil toxicologique des aflatoxines

L'AFB₁ est la plus toxique, suivie par ordre décroissant de toxicité par l'AFM₁, l'AFG₁, l'AFB₂ et l'AFG₂ (Bilgrami et Sinha, 1992). L'AFB₁ est considérée par plusieurs auteurs comme un antibiotique vu ses propriétés d'inhibition de la croissance bactérienne. L'AFB₁ bloque la multiplication cellulaire chez les espèces sensibles à des concentrations létales. Alors qu'à des concentrations sub-létales, elle produit des aberrations morphologiques

et physiologiques (**Jakab et al., 1994**). Les aflatoxines inhibent la croissance des bactéries par inhibition de la synthèse ou blocage de la réplication de l'ADN et par blocage de la synthèse protéique (**Bilgrami et Sinha, 1992**).

b. Les ochratoxines

b1. Définition

Les ochratoxines sont les mycotoxines les plus fréquemment rencontrées sur le continent américain et en Europe occidentale. Neufs composés ont été décrits, seule l'ochratoxine A représenté un risque de toxicité notamment pour le rein. Elle est produite par des moisissures des genres *Aspergillus* et *Penicillium*. Leur développement a lieu au cours du stockage lorsque les conditions de conservation sont mauvaises (**Pfohl-Leskowicz et al., 2002**). L'ochratoxine A est un contaminant fréquent des céréales, du café, des noix, du poivre, des fruits secs, du jus de raisins, de la bière et des abats des animaux (**Lo Curto et al., 2004**). C'est la plus toxique des mycotoxines par ces effets toxiques observés même pour de faibles doses (2 ppm). On leur reconnaît un pouvoir immunosuppresseur, génotoxique et cancérigène (**Pfohl-Leskowicz et al., 2002 ; Oswald et al., 2000**).

b2. Propriétés physico-chimiques des Ochratoxines

L'OTA est un acide organique faible à une masse molaire de 403,8 g et de structure cristalline variant de l'incolore au blanc. Elle possède une intense fluorescence en lumière UV, de couleur verte en milieu acide et bleu en milieu alcalin (**Miller et Trenholm, 1994**). L'OTA est soluble dans les solvants organiques polaires (alcools, cétones, benzène, chloroforme) mais faiblement soluble dans l'eau et insoluble dans l'éther de pétrole et les hydrocarbures saturés. Cette molécule possède un point de fusion proche de 90°C. Ce point s'élève à 169°C lorsqu'elle est cristallisée dans le xylène (**IARC, 1993**). L'ochratoxine possède une stabilité élevée, elle est résistante à l'acidité et aux hautes températures. Ainsi, une fois contaminées, les denrées alimentaires peuvent difficilement être débarrassées de cette molécule. L'OTA peut résister pendant 3 heures à un autoclavage de 121°C (**Trivedi et al., 1992**), même à 250°C, sa destruction n'est pas complète (**Boudra et al., 1995**).

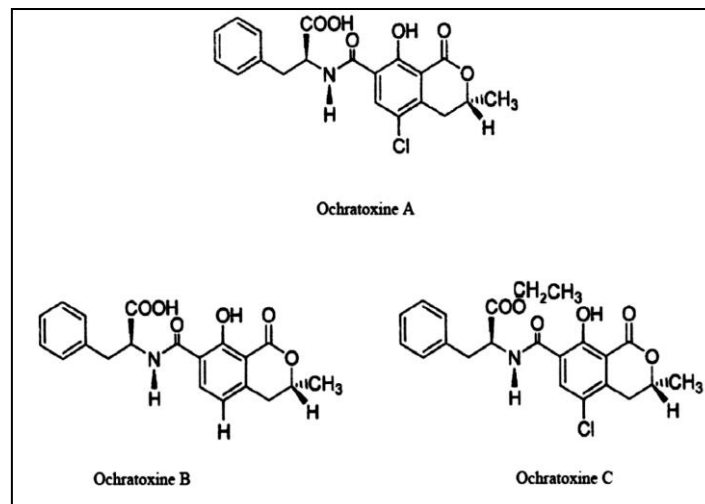


Figure 02. Structure chimique des ochratoxines (COLE et al., 2003).

c. La zéaralénone

Cette mycotoxine était découverte de manière fortuite dans les années cinquante alors que des chercheurs tentaient de mettre au point des molécules anabolisantes à partir de micro-organismes. La zéaralénone est produite par divers espèces du genre *Fusarium*. C'est un contaminant des céréales : maïs, blé, sorgho. Elle pose des problèmes dans les élevages de porcs où, si elle est présente dans l'aliment, elle provoque, chez le porc, une hypertrophie du tractus génital femelle et une atrophie des testicules chez le mâle (Castegnaro et al., 2002).

d. Les trichothécènes

Regroupent un ensemble de composés (déoxynivalénol, T2-toxine, vomitoxine) synthétisés par les moisissures du genre *Fusarium*. La contamination et leur développement à lieu au champ sur les épis de céréales (blé, orge, avoine) et sur le maïs. Des cas d'intoxication alimentaire, anémie sévère avec aplasie, leucopénie et thrombopénie, ont été observés en URSS au milieu du XXe siècle (Aldred et al., 2004).

e. Les fumonisines

Cette toxine est identifiée assez tardivement dans les années 80 en raison de leur caractère soluble qui rendait leur extraction impossible par les méthodes de détections de routine. Elles ont été découvertes à partir de cultures de *Fusarium moniliforme*. C'est un contaminant du maïs. La fumonisine B1 provoque des oedèmes pulmonaires chez le porc. (Pfohl-Leskowicz et al., 1999 ; Soriano et al., 2004).

f. La patuline

C'est un contaminant fréquent des pommes abîmées et stockées ainsi que des ensilages (maïs, pulpe de betterave). Elle est synthétisée par des moisissures de stockage du genre *Aspergillus* et *Penicillium*, en particulier *P. expansum* (Norma et al., 2001).

II. Anti-bio-résistance microbienne

Pour qu'il y ait une infection, il faut la présence d'un agent infectieux qu'ait une interaction avec un hôte. Toute interaction entre un agent infectieux et un hôte n'aboutit pas à une infection car dans la grande majorité des cas, Pour qu'il y ait infection, il faut qu'il y ait une rupture de cet équilibre. Il existe différents agents infectieux classés dans différentes catégories telles que :Les bactéries ;les virus ; les champignons ; les parasites.

Tous les micro-organismes n'ont pas les mêmes capacités à provoquer des infections, certains étant pratiquement toujours associés à des manifestations cliniques, alors que d'autres ne provoquent qu'exceptionnellement des maladies (**Petignat et al., 2006**). Les maladies infectieuses étaient dominées par les maladies contagieuses épidémiques ou endémiques à morbidité et/ou mortalité élevées. Les lits d'hôpital sont remplis de malades atteints d'infections opportunistes dues à des germes commensaux présents normalement sur la peau, dans les cavités naturelles et le tube digestif. A l'hôpital, les maladies infectieuses se rencontrent dans des disciplines différentes. En pratique courante, les infections représentent la première cause de consultation d'urgence (**Cronberg et al., 1988**).

II.1. Définition de la résistance bactérienne

Il existe de différentes définitions de la résistance bactérienne dans la littérature. En effet, selon la discipline considérée, l'approche de la résistance et son expression ne sont pas tout à fait les mêmes (**Afssa, 2006**) :

- Pour le **clinicien**, une souche bactérienne est résistante à un antibiotique si le traitement n'est pas efficace.
- Pour le **pharmacologue**, une souche bactérienne est résistante à un antibiotique si les concentrations atteintes au site d'action, sont inférieures à la concentration minimale inhibitrice.
- Pour le **microbiologiste**, une souche bactérienne est résistante à un antibiotique si elle dispose d'un mécanisme de résistance augmentant la valeur de la concentration minimale inhibitrice.
- Pour l'**épidémiologiste**, une souche bactérienne est résistante à un antibiotique si elle a une concentration minimale inhibitrice significativement différente de celle de la population normale.

II.2. Modes d'émergence de la résistance bactérienne

La résistance aux antibiotiques apparaît selon différentes modalités à savoir : l'une naturelle, l'autre acquise. Il est important de les distinguer car leurs enjeux ne sont pas les mêmes (Afssa, 2006 ; Guérin-Faublée, 2010 ; Scott, 2009).

II.2.1. Résistance naturelle

Les bactéries peuvent présenter une résistance naturelle à certaines familles d'antibiotiques. Ces mécanismes de résistance sont spontanés et assez constants. Cette résistance peut être due à l'absence de la cible (comme l'absence de paroi chez les mycoplasmes les rendant insensibles aux β -lactamines) ou à l'absence de pénétration de l'antibiotique (rôle de la membrane externe chez les bactéries Gram négatifs résistantes à la vancomycine)(Afssa, 2006 ; Guérin-Faublée, 2010 ; Scott, 2009).

Cette résistance concerne l'ensemble des souches d'une même famille. Ainsi, elle définit le spectre d'activité naturelle des différentes familles et sous-familles d'antibiotiques. Par exemple, la pénicilline G est naturellement active sur des cocci Gram-positifs, sur les bacilles Gram-positifs anaérobies mais elle est inactive sur les bactéries Gram-négatives (Afssa, 2006 ; Guérin-Faublée, 2010 ; Scott, 2009).

II.2.2. Résistance acquise

Cette acquisition peut avoir un support chromosomique (mutation) ou plasmidique(acquisition d'un élément mobile porteur de la résistance). Suite à cette modification spontanée, la bactérie peut alors échapper à l'action de l'antibiotique. La résistance acquise concerne une proportion variable de souches appartenant à une même espèce. Elle est imprévisible sur le plan individuel. Une fois cette résistance acquise est établie, elle peut diffuser rapidement dans une population surtout par la transmission horizontale d'éléments mobiles (Afssa, 2006 ; Guérin-Faublée, 2010 ; Scott, 2009).

Des phénomènes de tolérancesont aussi décrits, notamment chez des streptocoques pour les antibiotiques de la famille des β -lactamines. Ainsi, suite à une mutation, l'antibiotique perd son effet bactéricide mais conserve son effet bactériostatique (Guérin-Faublée., 2010).

II.3. Lutte contre l'anti-bio-résistances

II.3.1. La phytothérapie

a. Médecine traditionnelle classique africaine, et arabe

La médecine traditionnelle africaine dont l'usage est très répandue en Afrique et sous ses formes variées, est une approche holistique impliquant à la fois le corps et l'esprit. Le guérisseur généralement diagnostique et traite la base psychologique d'une maladie avant de prescrire des médicaments pour traiter les symptômes (**Vigneau, 1985**).

Contrairement aux soins modernes, la médecine traditionnelle est accessible, disponible et populaire, dans la mesure où environ 80 % d'Africains y ont recours pour leurs besoins de santé (**OMS, 2003**).

La médecine traditionnelle arabe est issue de deux courants majeurs ; l'un, ayant reçu les influences des médecines indienne et mésopotamienne, l'autre, appelé la Médecine du Prophète (**Iserin, 2001**).

Dans le Maghreb-Machrek, la médecine traditionnelle et la médecine moderne ont souffert de rapports problématiques et conflictuels à cause d'un héritage colonial douloureux. En dépit des défis de la médecine moderne, la médecine traditionnelle est largement plébiscitée tant son efficacité est prouvée dans de nombreux domaines. En plus, les soins traditionnels sont très peu coûteux et peuvent bénéficier à des populations qui n'ont pas de couverture médico-sociale (**Iserin, 2001**).

b. Types de la Phytothérapie

b1. Aromathérapie

Aromathérapie est une thérapeutique qui utilise les essences des plantes, ou huiles essentielles, substances aromatiques secrétées par de nombreuses familles de plantes, ces huiles sont des produits complexes à utiliser souvent à travers la peau (**Strang, 2006**).

b2. Gemmothérapie

Se fonde sur l'utilisation d'extrait alcoolique de tissus jeunes de végétaux tels que les bourgeons et les radicules (**Strang, 2006**).

b3. Herboristerie

Correspond à la méthode de phytothérapie la plus classique et la plus ancienne. L'herboristerie se sert de la plante fraîche ou séchée. Il utilise soit la plante entière, soit une partie de celle-ci (écorce, fruits, fleurs). La préparation repose sur des méthodes simples, le plus souvent à base d'eau : décoction, infusion, macération. Ces préparations existent aussi sous forme plus moderne de gélule de poudre de plante sèche que le sujet avale (**Strang, 2006**).

b4. Homéopathie

À recours aux plantes d'une façon prépondérante, mais non exclusive ; les trois quarts des souches sont d'origine végétale, le reste étant d'origine animale et minérale (**Strang, 2006**).

b5. Phytothérapie pharmaceutique

Utilise des produits d'origines végétales obtenus par extraction et qui sont dilués dans de l'alcool éthylique ou un autre solvant. Ces extraits sont dosés en quantités suffisantes pour avoir une action soutenue et rapide. Ils sont présentés sous forme de sirop, de gouttes, de gélules, de lyophilisats...etc (**Strang, 2006**).

II.4. Les métabolites secondaires des plantes

Les métabolites secondaires sont des molécules nécessaires à la défense de la plante contre les agressions extérieures. Ils sont produits en très faible quantité, et présentent une grande variété structurale (plus de 200 000 structures définies) (**Hartmann, 2007**).

Les produits naturels sont les principales sources de molécules bioactives (**Priya et Aparna., 2012**).

Parmi les métabolites secondaires bioactifs présents dans les plantes :

- Les composés phénoliques : tanins, quinones, coumarines, flavonoïdes.
- Les composés azotés : alcaloïdes.
- Les terpènes (**Priya et Aparna, 2012**).

a. Les composés phénoliques

Durant ces dernières années, plusieurs chercheurs se sont intéressés aux composants phénoliques à cause de leur pouvoir à piéger les radicaux libres et les bienfaits potentiels de leur consommation sur la santé humaine (**Manach et al., 2004**).

Les composés phénoliques regroupent un vaste ensemble de plus de 8 000 molécules, divisées en une dizaine de classes chimiques, qui présentent tous un point en commun : la présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique à 6 carbones, lui-même porteur d'un nombre variable de fonctions hydroxyles OH (**Hennebelle et al., 2004**).

Les composés phénoliques diffèrent dans leur structure selon le nombre et la position des hydroxylations et méthylations du cycle aromatique (**Bourgou et al., 2008**). On les

retrouve dans de nombreux fruits, légumes, le café, les prunes, les myrtilles, le raisin et les pommes. Les composés possédant les activités antioxydantes et antiradicalaires sont l'acide caféique, l'acide gallique et l'acide chorogénique (**Bossokpi, 2002**).

a1. Tanins

Les tanins, sont des constituants naturels du thé vert, vin rouge, et d'autres produits végétaux (**Keil et al., 2004**). Ce sont un groupe diversifié de métabolites secondaires des plantes qui ont deux caractéristiques communes : tous sont des polyphénols et tous ont la capacité de fixer les protéines. Cependant, l'étude des effets nutritionnels des tanins est complexe parce que les plantes contiennent une grande diversité de tanins. Certains tanins produisent des effets toxiques tandis que d'autres bénéficient de la santé et de la nutrition (**Harvey, 2006**).

Les tanins inhibent la peroxydation lipidique des mitochondries du foie et des microsomes mais aussi l'oxydation de l'acide ascorbique et du linoléate. Lors de la peroxydation les tanins donnent des protons face aux radicaux libres, et ainsi, des radicaux taniques stables sont formés. Ce qui permet de stopper la réaction en chaîne de l'auto-oxydation lipidique. Les effets bénéfiques du thé vert ne sont plus à prouver. Le thé par ces polyphénols en particulier le gallate d'épigallocatechine, possède des propriétés antioxydantes et capte les radicaux libres. Les polyphénols du thé vert ont en plus des propriétés antimutagènes ; des propriétés anticancéreuses qui ont été démontrées (**Ekoumou, 2003**).

Chez les végétaux supérieurs, il y'a deux groupes de tanins qui diffèrent par leur structure et leur origine biogénétique : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (**Biaye, 2002**).

a2. Coumarines

Les coumarines et leurs dérivés sont des produits naturels qui sont largement utilisés pour des fins pharmaceutiques, agricoles et cosmétiques (**Moussaoui et Bensalem, 2007**). Ils ont des activités anti-thrombotiques, anti-inflammatoires et vasodilatatrices (**Cowan, 1999**). Ils ont la capacité de capter les radicaux hydroxyles, superoxydes, et peroxydes. Ils préviennent également la peroxydation des lipides membranaires (**Anderson et al., 1996**).

a3. Flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent le groupe le plus large des composés polyphénoliques. Ils sont classés en flavonols, flavones, flavanones, chalcones, flavanes, isoflavones, flavanols et anthocyanes (**Derbel et Ghedira., 2005**). Du fait de leurs propriétés antioxydantes, liées à

leur structure polyphénolique, les flavonoïdes ingérés avec nos aliments sont réputés pour protéger l'organisme contre les effets délétères des apports environnementaux oxydants (Stoclet et Schini-Kerth, 2011).

b. Les composés azotés

b1. Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances organiques d'origine végétale, azotées et à caractère alcalin. Bien que beaucoup d'entre eux soient toxiques (comme la strychnine ou l'aconitine), ils représentent les principes actifs de nombreuses plantes médicinales. Ils ont joué un rôle important dans la découverte des médicaments (morphines, quinine cocaïne, atropine...) et dans le développement de l'industrie pharmaceutique (Omulokoli et al., 2000). L'étude de leur mécanisme d'action a conduit à les employer comme réactifs biologiques en neurochimie et en chimiothérapie. Ils sont dotés aussi d'un pouvoir antioxydant (Roué, 2011).

c. Les terpènes et les stéroïdes

Ce sont des produits naturels, formés de l'assemblage d'un nombre entier d'unités isoprénique à l'exception des sesquiterpènes (Connolly et Hill, 1991). Les terpènes sont actifs contre les bactéries (Barre et al., 1997 ; Tassou et al., 1995), les mycètes (Rana et al., 1997).

III. Les plantes utilisées dans cette étude

III.1. La *Citrullus colocynthis*

III.1.1. Description morphologique

C'est une plante rampante herbacée, annuelle ou vivace :

- Les tiges angulaires, rugueuses, rampantes ou migrantes et rudes.
- Les feuilles de 5 à 10 cm de longueur, ont un limbe découpé en 5 à 7 lobes.
- Les fleurs jaune verdâtre, monoïques à sexes séparés, solitaires, apparaissent l'été entre Mai et Août à l'aisselle des feuilles. La corolle de couleur jaune comporte cinq lobes.
- Les fruits sphériques de 7 à 10 cm de diamètre, ressemblant à une petite pastèque, de couleur verte panachée de jaune clair, devient complètement jaune à maturité. La chair légère, spongieuse, de couleur jaune orangé. Une plante produit 15 à 30 fruits (**Figure 03**).
- Les graines de petite taille (6mm de longueur), ovoïdes et aplaties, lisse, de couleur variant de l'orange au brun noirâtre et ont une saveur amère (**John et Cincinnati, 1898 ;Duke, 1983**).



Figure 03. Coloquinte *Citrullus colocynthis* (**Duke, 1983**).

a = rameau ; b = fruit ; c = fleur mâle; d = vrille; e = feuille (**Zoro et al., 2003**)

III.1.2. Noms vernaculaires

- **Arabe:** Handal, Hadag, Handhal; Hantal, Hadjja;
- **Berber :** Taberka, Tefersite, Tadjellet,
- **Français :** coloquinte, chicotin
- **Anglais :** Colocynth, bitter apple, bitter gourd, egusi(**John et Cincinnati, 1898 ; MeradChiali, 1973 ; Batanouny et al., 1999**).

III.1.3. Taxonomie

- Règne : Végétale
- Sous règne : plantes vasculaires
- Super division : spermaphytes
- Division : angiospermes
- Classe : dicotylédones
- Sous classe : dialypétales
- Ordre : violales
- Famille : cucurbitacées
- Genre : *Citrullus*
- Espèce : *Citrullus colocynthis*

III.1.4. Répartition géographique

La coloquinte, originaire des sols arides, est très fréquente dans les régions tropicales humides ou modérément sèches, elle est peu présente dans les zones tempérées (Bruneton,1996). Elle occupe une région très vaste qui s'étend du Nord-Africain, du Sahara, Egypte, Arabie Saoudite jusqu'au Inde, ainsi que la région méditerranéenne (John et Cincinnati,1898 ; Batanouny et al., 1999).

III.1.5. Actions thérapeutiques

Les graines de la coloquinte sont largement répandus dans la médecine traditionnelle, car elles possèdent diverses propriétés thérapeutiques : purgatives, anti-tumorale (Darwish-Sayed et al., 1973 ; Ziyat et al., 1997 ; Abdel-Hassan et al., 2000 ; Al-Yahya et al.,2000), anti-inflammatoire (Barth, et al., 2002 ; Al Ghaithi et al., 2004), antirhumatismal (Adam et al., 2001), laxative (Al Faraj, 1995 ; Ziyat et al., 1997), contre les troubles urogénitaux, la leucémie, l'ictère, la fièvre, l'ascite, les désordres biliaires, les hémorroïdes (Duke, 1978; Ziyat et al., 1997)la constipation, l'oedème, les infections bactériennes et le cancer (Delazar et al., 2006).

Les racines sont employées dans les traitements de l'ictère, les maladies urinaires et le rhumatisme, les douleurs de joint, l'inflammation et extérieurement dans les maladies ophtalmiques. Les feuilles sont employées pour le traitement de l'ictère et l'asthme (Baquare et Tasnif, 1984 ; Kirtikar et Basu, 1984). Elles sont utilisées contre l'hémorragie, prescrites pour soulager les douleurs des membres inférieurs, le dos et les articulations (Banarjee et Dandiya, 1967).

L'huile extraite à partir des graines est employée pour traiter des morsures (de serpent, de scorpion), épilepsie, pour favoriser la croissance de cheveux et pour noircir les cheveux gris

(Roy et al., 2007). Plusieurs effets thérapeutiques des différentes parties de la coloquinte ont été recherchés scientifiquement au laboratoire *in vivo* et *in vitro*

III.1.6. Toxicité

Depuis les périodes bibliques, les fruits de la coloquinte sont considérés comme poison mortel (Yanif et al., 1999). La coloquinte est une plante irritante. Elle agit même à des doses modérées, produisant abondamment des évacuations aqueuses, des inflammations de la membrane muqueuse des intestins, des vomissements et des selles sanglantes. Les effets toxiques après utilisation chronique de cette plante, provoquent une hypokaliémie, oligurie et les oedèmes, semblable à une néphrite aiguë (Hammouda et al., 2005).

III.1.7. Composition chimique

Le screening phytochimique de différentes parties de la coloquinte (racines, tiges, graines et feuilles) permet de caractériser les familles de composés chimiques existants dans les plantes. Les graines de coloquinte contiennent 26,6% d'huiles, 13,5% des protéines, 2,1% des cendres, 52,9% des fibres brutes, 4,9% d'azote libre et contient 322 mg/100g de potassium, 119 mg/100g de phosphore et 3,3 mg/100 g de fer (Sawaya et al., 1986). Elles contiennent aussi la phytosteroline (ipurand), 2 phytostérols, 2 hydrocarbures, saponines, alcaloïdes, polysaccharides, glycosides, et des tanins, comme métabolites secondaires (Duke, 1978).

III.2. *Pistacia lentiscus*

III.2.1. Description botanique

Arbrisseau dioïque thermophile de 1 à 3 mètres, à odeur résineuse forte et à écorce lisse et grise ; les feuilles persistantes, composées, alternes pourvues d'un pétiole ailé, paripennées à 4- 10 petites folioles elliptiques-obtuses, mucronulées, coriaces, luisantes en dessus, mates et pâles en dessous.

Les fleurs en grappes spiciformes denses, naissant 1 ou 2 à l'aisselle d'une feuille et égalant au plus la longueur d'une foliole. Le fruit petit, subglobuleux, apiculé, rouge, puis noir à la maturité. (Yahya M., 1992, Iserin P., 2001, More D. et White. J., 2005).

Le pistachier lentisque est très commun dans le bassin méditerranéen il se trouve à l'état sauvage, dans les maquis et les garrigues dans tout type de sols, bien qu'il préfère les terrains siliceux. En Algérie, le lentisque se trouve sur le long du tell et dans les zones forestières. (More D. et White J., 2005)



Figure 04. *Pistacia lentiscus* [Anacardiaceae], arbuste commun des maquis et garigues en Algérie (Boukeloua A, 2009)

III.2.2. Noms vernaculaires

- **Français** : Arbre au mastic, Lentisque
- **Anglais** : Chios mastic tree
- **Arabe** : Derw, darw (Selon : Torkelson, 1996, Feideman, 2005)

III.2.3. Classification taxonomique

Le *Pistacia lentiscus* est une espèce appartenant à la famille des *Anacardiaceae* (syn. *Pistaciaceae*). En Algérie, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces, en l'occurrence *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica* (Quezel P. et Santa S., 1962).

Parmi les espèces du genre *Pistacia*, le *Pistacia lentiscus* L. est un arbrisseau très commun dans notre pays (Mitcheh, 1986 ; Baudière et al., 2002)

- Règne : Plantae
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Sapindales
- Famille : Anacardiaceae
- Genre : Pistacia
- Espèce : *Pistacia lentiscus*

III.2.4. Utilisation thérapeutique traditionnelle

Les médecines traditionnelles pratiquées de part et d'autre des rives de la méditerranée, attribuées au lentisque des vertus dans le traitement des ulcères, des plaies et brûlures légères. La médecine traditionnelle algérienne utilise surtout l'huile grasse obtenue

par expression des fruits de lentisque dans le traitement des petites blessures, brûlures légères et érythèmes.

L'huile est aussi employée par voie orale contre les problèmes respiratoires d'origine allergique et les ulcères de l'estomac. Ces usages sont surtout répandus à l'Est du pays (région d'El-Milia, Skikda, Guelma). L'huile est également très utilisée pour les mêmes indications en Tunisie (Yahya M, 1992 ;Iserin, 2001 ;Baudoux, 2003 ; Grosjean, 2007).

Les études expérimentales effectuées sur cette plante ont mis en évidence différents activités biologiques et pharmacologiques. Une activité anti-ulcéreuse du *Pistacialentiscus* a été signalée par plusieurs auteurs (Al-Said et al., 1986) tels que l'effet antifongique (Ali-Shtayeh et al., 1999), antibactérien(Iauk L., 1996), anti-ulcéreux duodéal (Al-Said et al., 1986) et hepatoprotecteur(Janakat S. et Al- Merie H., 2002).

En médecine traditionnelle, on utilise la résine de pistachier lentisque afin de combattre les ulcères d'estomac. Son efficacité contre la bactérie *Helicobacterpylori* a en effet été confirmée. Cette méthode consiste à éliminer la bactérie *H. pylori* par mastication de résine du pistachier lentisque, comme une gomme à odeur prononcée. L'huile de lentisque est souvent utilisée en médecine comme astringent, expectorant, et cicatrisant. (Seigue A., 1985).

III.2.5. Composition chimique

La phytochimie de la plante est relativement peu étudiée (Grosjean, 2007), la plante est composée de huiles grasse (Charef et al., 2008), de tanins condensés et hydrolysables(Abbas et al., 2007), de glycosides flavonoïques(Vaya et al., 2006), d'anthocyanes (Longo et al., 2007), une résine « mastic dechio » (Leonti et al., 2001),et de triterpènes(Atmani et al., 2009).

III.3. *Artemisia herba alba*

III.3.1. Présentation de la plante

Le genre *Artemisia* appartient à la famille des Astéracées (Composites), avec plus de 350 espèces différentes qui se trouvent principalement dans les zones arides et semi arides d'Europe, d'Amérique, d'Afrique du Nord et d'Asie. Les espèces d'*Artemisia* sont largement utilisées comme plantes médicinales en médecine traditionnelle (Nikolova et al., 2010).

L'armoise la plus connue en Algérie. C'est une plante en forme de touffe de plus de 20 cm de hauteur ; odeur aromatique ; saveur amère ; tige tomenteuse et très ramifiée ; feuilles

blanches et les rameaux se terminent par des capitules assez petits, globuleux ou ovoïdes, regroupant deux à quatre fleurs jaunâtres ; le fruit est un akène oblong (Rabbas et al., 2012).

III.3.2. Classification de la plante

La botanique à laquelle incombe la classification des espèces végétales, différencie la famille des cucurbitacées de la façon suivante :

- Règne : Plantae
- Sous-règne : Tracheobionta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous-classe : Asteridae
- Ordre : Asterales
- Famille : Asteraceae
- Genre : Artemisia
- Espèce : *Artemisia herba alba* (Asso)

III.3.3. Description botanique et systématique

L'armoise blanche est une plante herbacée à tiges ligneuses, ramifiées et tomenteuses de 30 à 50 cm de long. Les feuilles sont courtes, sessiles, pubescentes et argentées. Les capitules sont groupés en panicules de petite taille de 1,5 à 3 mm allongés et étroits contenant de 3 à 6 des fleurs jaunâtres. Les bractées externes de l'involucre sont orbiculaires et pubescentes (Quezel et Santa, 1962) (Figure 05).



Figure 05. Armoise blanche (Rabbas et al., 2012).

III.3.4. Propriété thérapeutique et usage traditionnel

L'*Artemisia herba alba* est très utilisé en médecine traditionnelle lors d'un désordre gastrique tel que la diarrhée et les douleurs abdominales. Elle est aussi utilisée en tant que

remède de l'inflammation du tractus gastro-intestinal (**Ghrabi et Sand, 2008**). Plusieurs études scientifiques ont également prouvées l'efficacité de l'armoise blanche en tant qu'agent antidiabétique (**Tastekin et al., 2006**), les hmanicide (**Hatimi et al., 2001**), antiparasitaire, antibactérien, antiviral, antioxydant, antimalarien, antipyrétique, antispasmodique et antihémorragique (**Yin et al., 2008**).

Les feuilles broyées sont très efficaces pour la migraine et les douleurs des dents. Les gouttes issues de la mastication de certaines feuilles de cette plante sont utilisées pour traiter le bourdonnement des oreilles (**Rabbas et al., 2012**).

III.3.5. Composition chimique

Plusieurs métabolites secondaires ont été isolés et identifiés de l'*Artemisia herba alba* dont les plus importants sont les sesquiterpènes lactones tels que les eudesmanolides et les germacranolides (**Marco, 1989**). Les flavonoïdes détectés dans l'armoise montrent aussi une diversité structurale allant des flavonoïdes communs (flavones glycosides et flavonols) jusqu'aux flavonoïdes méthylés qui sont très inhabituel. Les flavonoïdes glycosides comprennent les O-glycosides tels que quercitine-3-glucoside et des flavones C-glycosides qui sont rares dans le genre *Artemisia*, ainsi que dans l'ensemble des Astéracée (**Salah, 2005**).



*Deuxième partie : étude
expérimentale*



Matériel et méthodes

Ce travail est réalisé au sein du laboratoire de « Microbiologie » Département de Biologie-Faculté des Sciences- Université Ammar Thlidji-Laghout.

I. Matériel et méthodes

I.1. Matériel végétal

I.1.1. Graine de *Citrullus colocynthis*, feuilles de *Pistacia lentiscus* et feuilles d'*Artemisia herba alba*

Les fruits mûr de *Citrullus colocynthis* proviennent de la commune d'Al Asafia (Wilaya de Laghouat) situé à environ 12 km de la ville de Laghouat, les feuilles de *Pistacia lentiscus* proviennent de la commune de Balloul (Wilaya de Saida), et enfin, les l'*Artemisia herba alba*, est collecté de la région de Boussaâda (**Photo 01, 02,03**) (**Figure 06**).

Les dates, les lieux d'échantillonnages, le nombre et le poids des échantillons étudiés sont consignés dans le tableau 02.

Tableau 02. Origine et date de prélèvement des échantillons.

Echantillons	Date de prélèvement	Lieu du prélèvement	Quantité de chaque échantillon (g)
Fruit de <i>Citrullus colocynthis</i>	01/11/2015	Commune d'Al Asafia	500 g
Feuille de <i>Pistacia lentiscus</i>	01/01/2016	Commune de Balloul	500 g
Feuille d' <i>Artemisia herba alba</i>	01/12/2015	Région de Boussaâda	500 g

L'identification botanique des espèces végétales est effectuée au niveau du laboratoire de physiologie végétale à l'université de Laghouat par les enseignants de spécialités sur l'appui de leur expérience et de certaines documentations relatives à la taxonomie de ces espèces au sein du règne végétal, telles que la caractérisation botanique et agronomique de trois espèces de cucurbites consommées en sauce en Afrique de l'Ouest : *Citrullus sp.*, *Cucumeropsismannii Naudin* et *Lagenariasiceraria (Molina) Standl.*



Photo 01. Fruit de *Citrullus colocynthis*.



Photo 02. Feuille de *Pistacia lentiscus*.



Photo 03. Feuille de *Artemisia herba alba*.



Figure 06. Situation des différentes stations de prélèvements des échantillons (Encarta, 1998).

I.2. Souches microbiennes

Les souches microbiennes utilisées pour tester l’activité biologique des extraits organiques des plantes sont des champignons microscopiques réputés toxigènes et des bactéries pathogènes. Ils sont à l’origine d’importantes maladies. Ces souches sont regroupées dans les deux **Tableau 03**, **Tableau 04**.

Tableau 03. Souches fongiques utilisées pour tester l’activité biologique des extraits

Souches fongiques	Origine
<i>Aspergillus flavus</i>	Laboratoire de phytoprotection- Département d’Agronomie. Faculté des sciences –Université de Laghouat
<i>Aspergillus parasiticus</i>	
<i>Fusarium graminearum</i>	
<i>Penicillium expansum</i>	

Les quatre souches fongiques ont été choisies soigneusement pour :

- Les différentes altérations alimentaires provoquées.
- Les problèmes potentiels qu’ils posent en clinique.

Tableau 04. Souches bactériennes utilisées pour tester l'activité biologique des extraits

Souches testées		Origine
Bactéries à Gram (+)	<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 6538	MNHN
	<i>Micrococcus luteus</i> ATCC 9341	MNHN
Bactéries à Gram (-)	<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739	MNHN
	<i>Klebsiella pneumoniae</i> Strasbourg IBMC	

- **ATCC:** American Type Culture Collection.
- **IBMC:** Institut de biologie moléculaire et cellulaire.
- **MNHN :** Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris).

Les cinq souches bactériennes ont été choisies soigneusement pour :

- Les différences de la structure de la paroi.
- Les problèmes potentiels qu'ils posent en clinique et le défi qu'ils opposent à l'antibiothérapie moderne.

Ces souches bactériennes proviennent du laboratoire de Microbiologie, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Amar-Tlidji. Laghouat.

I.3. Préparation des extraits et étude phytochimique

Dans ce volet de notre travail, nous avons essayé de recueillir un ensemble d'informations sur notre matériel végétal qui est les graines de *Citrullus colocynthis*, les feuilles de *Pistacia lentiscus* et d'*Artemisia herba alba*. Les graines et les feuilles ont été nettoyées et lavées avec de l'eau du robinet puis séchées à l'ombre. Elles ont ensuite été pesées et broyées grossièrement (**Figure 07**). Et conservée à la température du laboratoire dans un bocal hermétiquement fermé pour préserver leur qualité initiale.

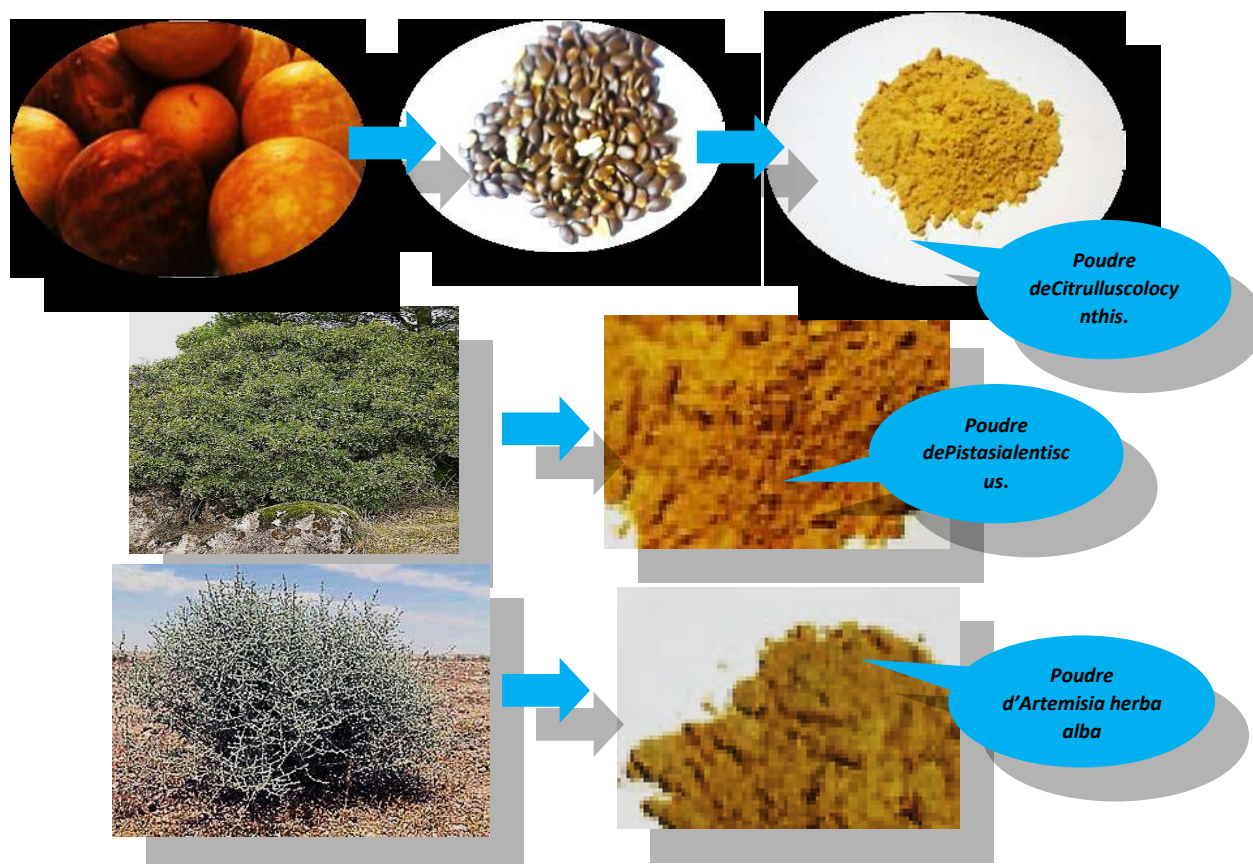


Figure 07. Préparation de la poudre des plantes sélectionnées pour extraction (photo originale).

I.3.1. Préparation des extraits éthanoliques

a. Extraction par macération à l'éthanol

Les extractions ont été effectuées seulement sur les graines de *Citrullus colocynthis* et les feuilles de *Pistacia lentiscus* d'*Artemisia herba alba*. La technique appliquée pour l'extraction à éthanols est celle utilisée par **Senhajiet al (2005)**.

Une quantité de 20 g est prise dans un erlenmeyer, à laquelle nous avons ajouté 100 ml de solvant (éthanol). Après 3 heures de macération sous agitation continue à 200 tours/min, le mélange est ensuite centrifugé à 3600 tour pendant 30 minutes. Le surnageant est récupéré puis filtré sur papier filtre Wattman N° 01. Cette opération est répétée quatre fois. A la fin de l'extraction, les fractions obtenus sont récupérées dans un flacon et conservées à 4°C à l'abri de la lumière jusqu'au moment de leurs utilisations. La figure 08 résume les étapes de l'extraction éthanoliques.

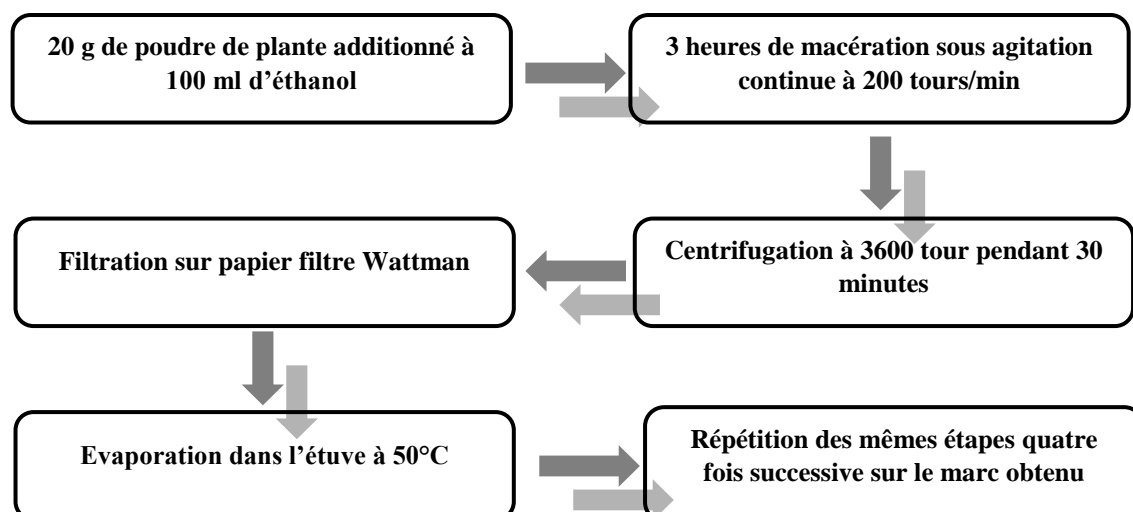


Figure 08. Schéma du procédé d'extraction utilisé dans cette étude

I.3.2. Détermination du rendement des extraits secs

Afin de pouvoir calculer le rendement de chaque extrait éthanoliques, les extraits sont récupérés sec par évaporation d'éthanol dans le rotavapor. Le rendement est déterminé par le rapport du poids de l'extrait sec après évaporation sur le poids de la matière végétale sèche utilisée pour l'extraction, multiplié par 100% (**Bekhechi-Benhabib, 2001**).

$$\text{Rd \%} = (m1 \times 100) / m0$$

- m1 : masse en gramme de l'extrait sec ;
- m0 : masse en gramme de la matière végétale sèche ;
- Rd : rendement.

I.3.3. Tests phytochimiques

Les composés chimiques sont déterminés par une étude phytochimique qui consiste à caractériser les différentes catégories de molécules existantes dans les extraits de plantes. Ces dernières vont servir à obtenir des principes actifs utilisés comme agents thérapeutiques (**Bruneton, 1996**).

Pour ce faire, les différents extraits obtenus ont été soumis aux tests phytochimiques. Ces derniers sont basés sur des essais de solubilité, des réactions de colorations et de précipitations, ainsi que des examens en lumière ultraviolette. Les différentes familles de composés chimiques recherchées dans cette étude sont les suivantes :

a. Détection des polyphénols**a1. Détection des tanins**

Les tanins sont mis en évidence à partir de 1 ml d'extrait placé dans un tube en présence de quelques gouttes de FeCl₃ (1% préparé au méthanol). Après agitation de l'extrait, la couleur vire au bleu noir en présence de tanins galliques et au brun verdâtre en présence de tanins catéchiques (**karumi et al., 2004**).

a2. Détection des flavonoïdes

Un mélange de quelques gouttes de Mg²⁺ et de gouttes d'HCL concentré, placé dans un tube, est ajouté à 2ml d'extrait. L'apparition de la coloration rose, orange ou rouge indique la présence des flavonoïdes (**Malec et Pamelio, 2003**).

a3. Détection des saponosides

Pour la détection des saponosides, 10 ml d'extrait placé dans un tube à essais sont agités pendant 15 secondes puis déposés durant 15 minutes. Une hauteur de mousse persistante, supérieure à 1 cm indique la présence de saponosides (**Koffi et al., 2009**).

a4. Détection des coumarines

Les coumarines sont révélés à partir de 5 ml d'extrait placé dans un tube porté à ébullition jusqu'à l'obtention d'un volume de 1 ml, ce volume est ajouté à 1ml d'eau chaude. Après agitation, le volume total est divisé en deux volume, l'un sert de témoin et l'autre est ajouté à 0.5 ml de NH₄OH (10%) puis examiné sous lampe UV. L'émission de la fluorescence indique la présence des coumarines (**BRUNETON, 1999**).

b. Détection des alcaloïdes

Les alcaloïdes ont été caractérisés à partir des réactifs de Mayer ou Wagner. 10 ml d'extrait sont évaporés jusqu'à l'obtention d'un volume de 0,2ml, sur lequel 1,5 ml de HCl à (2%) sont ajoutés. Après agitation de la solution acide, 1 à 2 gouttes du réactif de Mayer ou Wagner sont ajouté. L'apparition d'un précipité blanc jaunâtre ou brun indique la présence d'alcaloïdes (**Mojab et al., 2003**).

c. Détection des terpènes

Les terpènes sont révélés après addition de 5 ml d'anhydride acétique à 5 ml d'extrait à chaud. Le mélange est ajouté à 0,5 ml d'acide sulfurique concentré. Après agitation l'apparition, à l'interphase, d'un anneau pourpre ou violet, virant au bleu puis au vert, indique une réaction positive (**Bruneton, 1999**).

I.4. Evaluation du pouvoir antimicrobiennes des extraits organiques des plantes

I.4.1. Préparation des pré-cultures

Le PDA et Mueller Hinton sont les milieux de culture utilisé pour l'entretien des souches fongiques et bactériens et la réalisation des tests antifongiques et antibactériens. Afin de préparer des cultures jeunes, les souches fongiques et bactériens utilisées ont été cultivées dans des boîtes de Pétri contenant 20 ml de milieu PDA (pour les champignons) suivi d'une incubation de trois à sept jours à $27 \pm 2^\circ\text{C}$, et au milieu Mueller Hinton (pour les bactéries) suivi d'une incubation de 27h à 37°C

I.4.2. Techniques d'évaluations de l'activité antimicrobiennes

L'activité antimicrobienne des différents extraits a été évaluée par des méthodes de références :

- La technique de diffusion sur gélose (méthode des disques).
- la technique de diffusion sur gélose (méthode de puits).

a. Préparation de la suspension fongique

Pour chaque champignon, l'inoculum doit être préparé à partir d'une culture de 7 jours en milieu PDA à 25°C . Récupérer les spores en imbibant un écouvillon stérile avec du Tween 80 et de le transférer dans 10 ml de solution saline stérile 8.5%. Pour empêcher l'agglutination des spores, mélanger vigoureusement à l'aide d'un vortex la suspension de spores pendant 15-20 secondes, puis transférer le surnageant dans un tube stérile et ajuster la densité optique (DO) à l'aide d'un spectrophotomètre à 530 nm pour obtenir une suspension de stock de $0.4-5 \times 10^6$ spores/ml. Les suspensions fongiques sont ensuiteensemencées par inondation d'un volume de 100 μl pour chaque souche sur les milieux PDA solidifié sur les boîtes.

a1. Evaluation du pouvoir antifongique des extraits par la méthode des puits

La fourchette de concentrations finales ainsi obtenue après solubilisation des extraits secs dans de l'eau distillée stérile correspond à 5mg/ml, 15mg/ml, 25mg/ml, 50mg/ml et 100mg/ml. Un volume de 40 μl est déposé dans chaque puits préparé préalablement par perforation des milieux PDA coulés, solidifiés et ensemencés. Ces boîtes sont enfin incubées à $27 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant une durée de 48 heures (**Figure 9**).

L'activité antifongique est mesurée par le rapport entre la surface de l'inhibition créée par l'extrait et la surface de la boîte entière multipliée par 100. Le résultat obtenu est évalué comme suit :

- 0.1-3% : Faible activité antifongique
- 3- 8% : Activité antifongique moyenne
- Supérieur à 8% : Bonne activité antifongique.

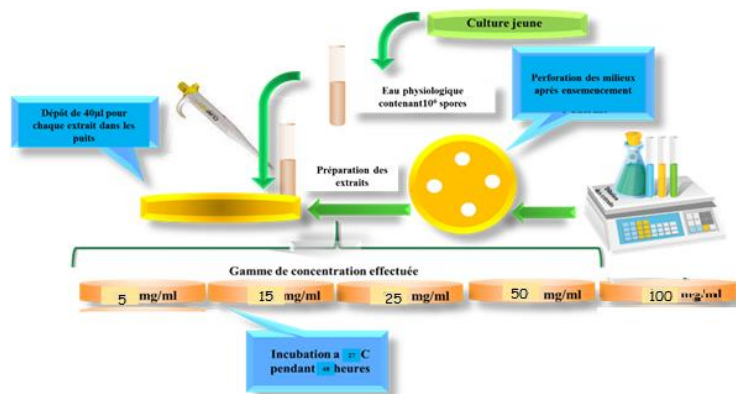


Figure 09. Evaluation de l'activité antifongique par la méthode des puits. (Magusson et al., 2003).

a2. Evaluation du pouvoir antifongique des extraits par la méthode des disques

La méthode de dilution en milieu solide permet la détermination de la concentration minimale fongicide (CMF) à partir d'une gamme variable de concentrations de nos extraits éthanoliques dans le milieu de culture. La CMF est définie comme étant la plus petite concentration d'antifongique qui tue $\geq 99.9\%$ de l'inoculum (Lass-Florl et al., 2010).

D'après la méthode de Billerbeck et al(2002), une solution-mère de chaque extrait est réalisée avec de l'eau distillée stérile pour les extraits éthanoliques. Une série de dilutions est ensuite réalisée pour pouvoir étudier l'effet antifongique de nos extraits sur les souches fongiques sélectionnées

La fourchette de concentrations finales ainsi obtenue correspond à 5mg, 15mg, 25mg, 50mg et 100mg par 20 ml de milieu PDA. Après solidification du milieu PDA, l'inoculation se fait par le dépôt d'un disque mycélien d'environ 0,6 cm de diamètre contenant 20 μ l de suspension fongique de 0.4-5 $\times 10^6$ spores/ml (Figure 10).

Des témoins de croissance sont réalisés pour chaque souche et chaque série d'essais. Tous les essais sont réalisés à double reprise. Après incubation à $27 \pm 2^\circ\text{C}$ pendant cinq jours, la croissance est comparée à celle du témoin (sans extrait).

A partir des résultats obtenus, on peut donc déterminer l'indice antifongique (IAF) de chaque extrait par la formule décrite par Wang et al (2005).

$$\text{Indice antifongique} = (1 - (D_a / D_b)) \times 100\%.$$

Avec :

- D_a : le diamètre de la zone de croissance de l'essai
- D_b : le diamètre de la zone de croissance du témoin.

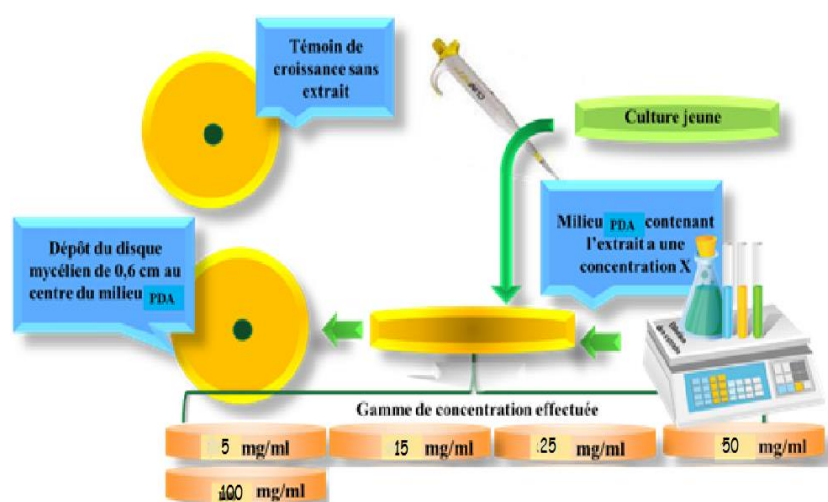


Figure 10. Evaluation de l'activité antifongique par la méthode de dilution sur milieu solide (Billerbeck et al.,2002).

b. Evaluation de l'activité antibactérienne

b1. Technique de diffusion sur gélose Mueller Hinton (méthode des disques)

Nous avons utilisé la méthode de diffusion des extraits sur gélose (méthode de disques). L'obtention de l'inoculum final pour les bactéries s'effectue à partir d'un pré culture jeune sur gélose Mueller Hinton, nous avons prélevé quelques colonies que nous avons resuspendu dans 5ml de bouillon nutritif. L'inoculum est ajusté à 10^8 cellules/ml (une DO de 0,08 à 0,1) par lecture de la densité optique à une longueur d'onde de 620 nm. La concentration cellulaire finale, fixée à 10^6 cellules/ml, est obtenue par dilution de l'inoculum initial à $1/100^{\text{ème}}$ dans de l'eau physiologique (0,9% de NaCl).

Les boîtes de Pétri contenant de la gélose Mueller Hinton sont ensemencées aseptiquement par inondation. Ensuite elles sont séchées à proximité de la flamme. Des disques de 6 mm de diamètre préparés à base de papier filtre, puis stérilisés par autoclavage sont imprégnés de l'extrait à tester puis placés sur la gélose préalablement ensemencée par les bactéries à tester. Les disques sont préparés en extemporané.

Les boîtes ainsi préparées sont pré incubées pendant 15 minutes à température ambiante avant d'être placées dans une étuve à 37°C pendant 18 à 24 heures. La lecture se fait par mesure des diamètres des zones d'inhibition autour du disque (**Clinical and Laboratory Standards Institute, 2006**).

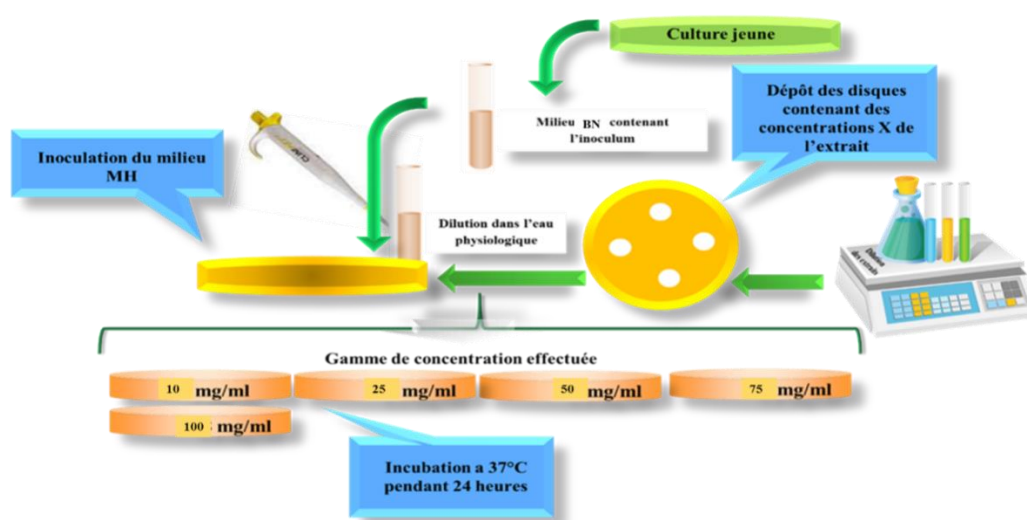


Figure 11. Evaluation de l'activité antibactérienne par la méthode des disques (**CLSI, 2006**).

b2. Technique de diffusion sur gélose Mueller Hinton (méthode de puits)

Des boîtes de Pétri contenant du milieu Mueller Hinton sont ensemencées aseptiquement par une suspension bactérienne de 10^6 cellules/ml (une DO de 0,08 à 0,1) qui provient d'un pré culture jeune sur gélose Mueller Hinton. Après séchage des boîtes, la gélose Mueller Hinton est perforée à l'aide de la partie supérieure d'une pipette Pasteur. Les cavités ainsi formées sont remplies chacune des fractions des extraits bruts à tester (environ 20 µl par puits), avec une gamme de concentration allant de 10 mg/ml jusqu'à 100 mg/ml. Les boîtes sont mises à incubées dans une étuve à 37°C pendant 48h.

L'action inhibitrice se manifeste par la formation d'une auréole autour du puits. La lecture des résultats s'effectue par mesure des diamètres des zones d'inhibitions. Un produit est considéré actif, si le diamètre de la zone d'inhibition est supérieur à 8 mm (**Ela et al., 1996**).



Résultats et discussions

II. Résultats et discussion

II.1. Extraction et étude phytochimique des extraits des plantes

II.1.1. Rendements des extractions éthanoliques

Le résultat de cette expérimentation a permis l'obtention de trois extraits différents au moins dans leur couleur. Pour l'extrait éthanolique du *P. lentiscus*, la couleur ressemblée est le vert foncé avec un aspect poudreux après l'évaporation de l'éthanol. Pour l'extrait éthanolique de *C. colocynthis*, la couleur ressemblée est le jaune avec un aspect pâteux toujours après l'évaporation de l'éthanol. L'extrait éthanolique d'*Artemisia herba alba* est lui-même pâteux avec une couleur qui migre vers le marron.

Le calcul du rendement par rapport au poids total de la poudre sèche utilisée dans l'extraction montre que, les plantes ont donné des masses en extraits secs supérieures à 1 g / 100 g de poudre. Du point de vue rentabilité en poids, l'extrait organique de *P. lentiscus* a donné les proportions les plus élevées en le comparant avec les deux autres extraits éthanoliques (*A. herba alba* et *C. colocynthis*), les proportions sont respectivement 24.12%, 16.73% et 6.03% (**tableau 5**).

Tableau 5. Rendements des extractions éthanolique.

Plantes utilisées	Rendement de l'extraction éthanolique (%)
<i>P. lentiscus</i>	24.12%
<i>C. colocynthis</i>	6.03%
<i>A. herba alba</i>	16.73%

II.1.2. Tests phytochimique effectués sur les extraits organiques

Le résultat des tests phytochimiques effectués sur la poudre des extraits éthanoliques obtenus après évaporation des extraits est reporté dans le tableau 6.

Tableau 6. Tests photochimiques effectués sur les extraits éthanolique des graines de *Citrullus colocynthis*, *Pistasia lentiscus* et *Artemisia herba alba*

Famille photochimiques	Extrait de <i>Citrullus colocynthis</i>	Extrait de <i>Pistasia lentiscus</i>	Extrait de <i>Artemisia herba alba</i>
Alcaloïdes	+	+	+
Polyphénols	Tanins	+	+
	Flavonoïdes	+	+
	Coumarines	-	+
	Saponosides	-	+
Terpènes	+	+	+

Les résultats obtenus révèlent que les trois extraits éthanolique possèdent presque la même composition chimique. Les flavonoïdes, les alcaloïdes, les tanins et les terpènes sont présents dans tous les extraits organiques, alors que les coumarines et saponosides sont absentes seulement dans l'extrait de *C. colocynthis* (**Tableau 6**).

DISCUSSION

La méthode d'extraction effectuée sur la poudre de *P. lentiscus*, *C. colocynthis* et *A. herba alba* menée à une température ambiante permet d'extraire le maximum de composés et de prévenir leur dénaturation ou modification probables (**Yagoub, 2008**).

Il est difficile de comparer les résultats d'extraction avec ceux de la bibliographie. Le rendement n'est que relatif et dépend de la méthode et des conditions dans lesquelles l'extraction a été effectuée (**Lee et al., 2003**).

Le rendement d'extraction éthanolique effectué sur les graines de *C. colocynthis* que nous avons obtenu est nettement similaire à ceux de **Marzouk et al (2009)** et **(2011)**. Le rendement d'extraction de *P. lentiscus* est très supérieur en le comparant avec les travaux de **Remila et al (2015)** qui ont utilisé l'éthanol.

Le screening phytochimique des extraits révèle que les graines de *C. colocynthis*, les feuilles de *P. lentiscus* et d'*A. herba alba* sont une source importante de polyphénols. Cette classe regroupe essentiellement les tanins, les flavonoïdes et les saponosides avec l'absence des coumarines chez *C. colocynthis*. Les terpènes et les alcaloïdes sont également présents dans la composition chimique des trois extraits.

Les résultats obtenus dévoilent la richesse des graines de *Citrullus colocynthis* du point de vue qualitatif en métabolites secondaires tels que les tanins. Ces composés ont été signalés dans le fruit de *Citrullus colocynthis* par **Najafi (2010)**, **Gurudeeban et al (2010)**

ainsi que **Adebayo-Tayo (2010)** ont marqué la présence des tannins dans les de *Citrullus colocynthis*.

La présence des tanins dans l'extrait de *Pistasia lentiscus* a été signalée dans les travaux de **Remila et al (2015)** qui ont dévoilé que le fruit de cette plante contient une quantité importante en le comparant avec celle des feuilles. Cette classe de métabolites secondaires est aussi présente dans l'extrait d'*Artemisia herba alba* avec une quantité indéterminée. Les études effectuées par **Ksouri et al (2015)** et **Khelifi et al (2013)** ont signalé la présence de cette classe de métabolite secondaire dans les extraits l'*Artemisia heba alba*

La présence des flavonoïdes dans les extraits éthanolique des graines de *Citrullus colocynthis*, des feuilles de *Pistasia lentiscus* et d'*Artemisia herba alba* est également rapportée par plusieurs auteurs (**Najafi et al., 2010 ; Gurudeeban et al., 2010 ; Adebayo-Tayo et al., 2010 ; Ambi et al., 2007 ; Khelifi et al., 2013**).

Nos résultats indiquant la présence des saponoside dans l'extrait organique de *Pistasia lentiscus* est en accord avec l'étude réalisé par **Bammou et al (2015)**. Plusieurs études ont montré que les terpènes sont largement répandus dans le genre *Citrullus* (**Ali et Pandey, 2007 ; Gurudeeban et al., 2010**). **Adebayo-Tayo et al., 2010**) ont révélé leur existence dans les feuilles de cette espèce.

Les résultats relatifs au criblage phytochimique de la dernière classe de métabolites secondaires, montrent que les alcaloïdes sont présents dans les trois extraits aqueux. Ce résultat est confirmé par **Ambi et al (2007)** qui ont détecté les alcaloïdes au niveau des graines de cette espèce et **Marzouk et al (2010)** qui ont démontré que, les graines de *Citrullus colcoynthis* contiennent 1.64 mg d'alcaloïde par 100g de matière sèche. La présence des alcaloïdes dans les graines de *Citrullus colcoynthis* indique son intérêt pharmacologique et médicinale tel que signalé par **Iserin et al (1997)**. Certains de ces métabolites secondaires ont aussi été identifiés, tel que signalé par **Darwish-Sayed et al (1973)** qui ont pu identifier la présence de trois alcaloïdes dans les graines de cette espèce.

La présence d'alcaloïdes dans les extraits de *Pistasia lentiscus* est aussi signalée dans les travaux de **Bammou et al (2015)**

CONCLUSION

La méthode d'extraction à température ambiante permet d'extraire le maximum de molécules bioactives avec une éventuelle protection contre les dénaturations ou les modifications probables des constituants chimiques de la plante.

Les examens phytochimiques effectués sont d'une extrême importance. Ils démontrent que les extraits éthanoliques de *P. lentiscus*, *C. colocynthis* et *A. herba alba* sont une source privilégiée de molécules biologiquement actives tels que les polyphénols, les terpènes et les alcaloïdes.

II.2. Activité antimicrobiennes des extraits organiques des plantes

II.2.2. Activité antifongique des extraits organiques des plantes par la méthode des disques

Les résultats de l'activité antifongique des extraits organiques des plantes testés séparément *in vitro* sur les souches fongiques sélectionnées sont représentés dans les figures. Ces figures enregistrent les indicateurs antifongiques notés pour chaque concentration d'extrait testée.

a. Activité antifongique des extraits organiques des plantes sur *Aspergillus flavus*

Le résultat obtenu avec les extraits éthanoliques des trois plantes, testé contre l'espèce *Aspergillus flavus* sur milieu PDA par la méthode de dilution, indique une activité antifongique moyenne pour la quasi-totalité des extraits (**Figure 12**).

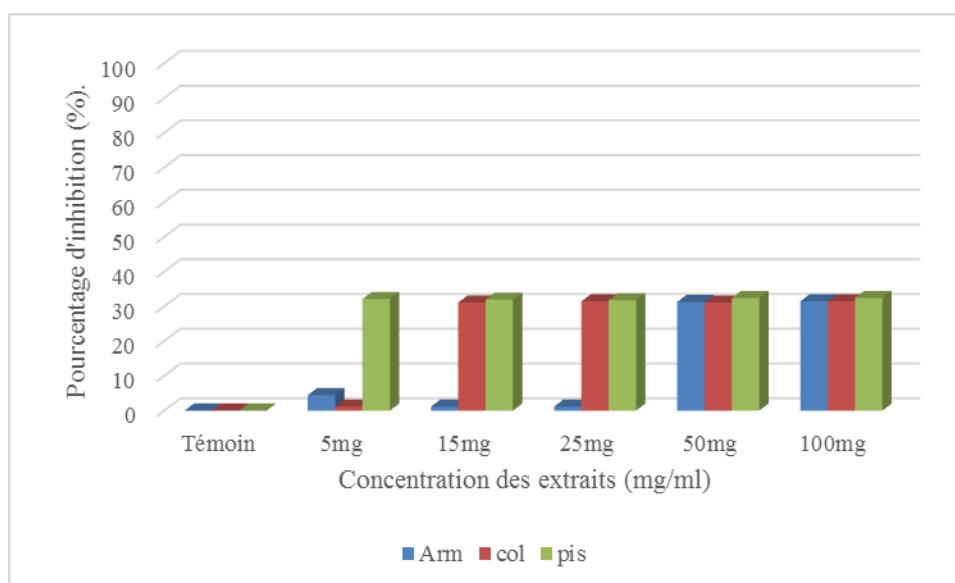


Figure 12. Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits organiques des plantes sur *Aspergillus flavus* par la méthode de disque.

Le résultat obtenu avec l'extrait éthanolique de *P. lentiscus* dévoile une activité antifongique importante avec un pourcentage d'inhibition de 32,45% suivi de *C. colocynthis* et d'*A. herba alba* avec un pourcentage d'inhibition de 31,46% à 100 mg pour chaque extraits.

b. Activité antifongique des extraits organiques des plantes sur *Aspergillus parasiticus*

Pour le deuxième essai effectué sur *Aspergillus parasiticus*, la figure 13 montre que l'espèce *Aspergillus parasiticus* est très résistante vis-à-vis les trois extraits éthanoliques.

Les extraits éthanoliques des plantes testées contre *Aspergillus parasiticus* enregistrent un indice antifongique nul pour toute la gamme de concentrations réalisées avec une exception de l'extrait éthanolique de *P. lentiscus* qui a enregistré une inhibition de 32,24% à 100mg d'extrait.

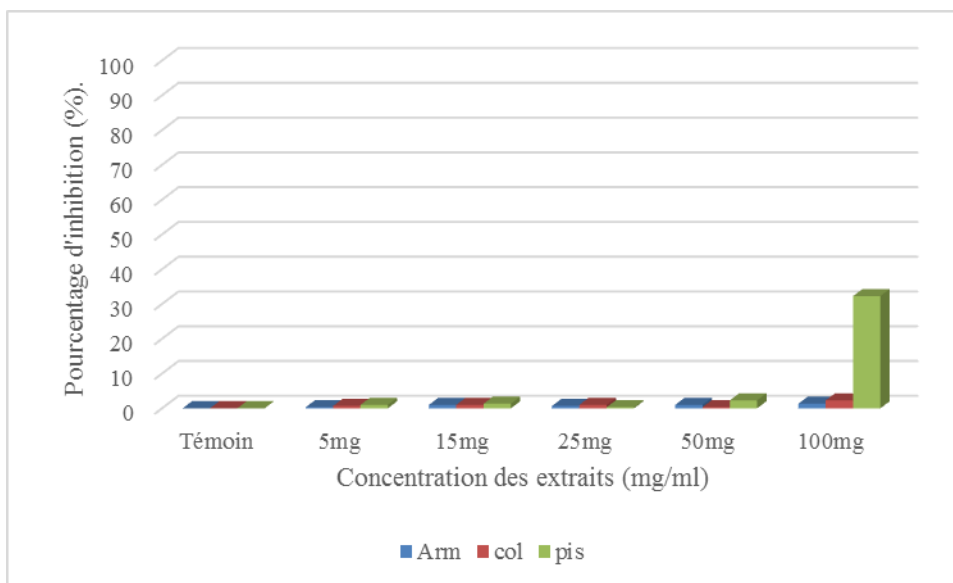


Figure 13. Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits organiques de plantes sur *Aspergillus parasiticus* par la méthode de disque.

c. Activité antifongique des extraits organiques des plantes sur *Fusarium gaminirium*

Suivant le résultat affiché sur la figure 14, *Fusarium gaminirium* apparaît plus résistant à la totalité des concentrations d'extraits éthanoliques réalisés pour *A. herba alba* et *C. colocynthis*.

Sur la gamme de concentration d'extrait de *P. lentiscus* allant de 25 mg jusqu'à 100 mg, l'indice antifongique restera toujours constant, il est de 20,47%.

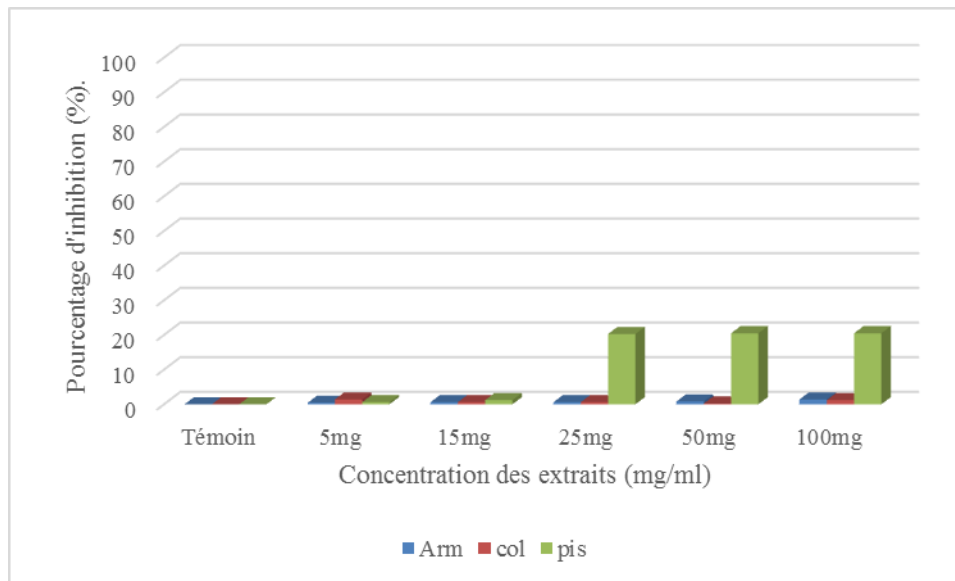


Figure 14. Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits organiques de plantes sur *Fusarium graminearum* par la méthode de disque.

d. Activité antifongique des extraits organiques des plantes sur *Penicillium expansum*

Les extraits éthanoliques des plantes possèdent à peu près le même indice antifongique contre cette souche de moisissure. L'inhibition est de 5,66% à la concentration 100 mg pour les trois extraits donc, une activité antifongique très faible. En dessous de cette concentration, l'effet des extraits commence à s'affaibli jusqu'à la concentration 10 mg ou on enregistre une disparition complète d'effet (**Figure 15**).

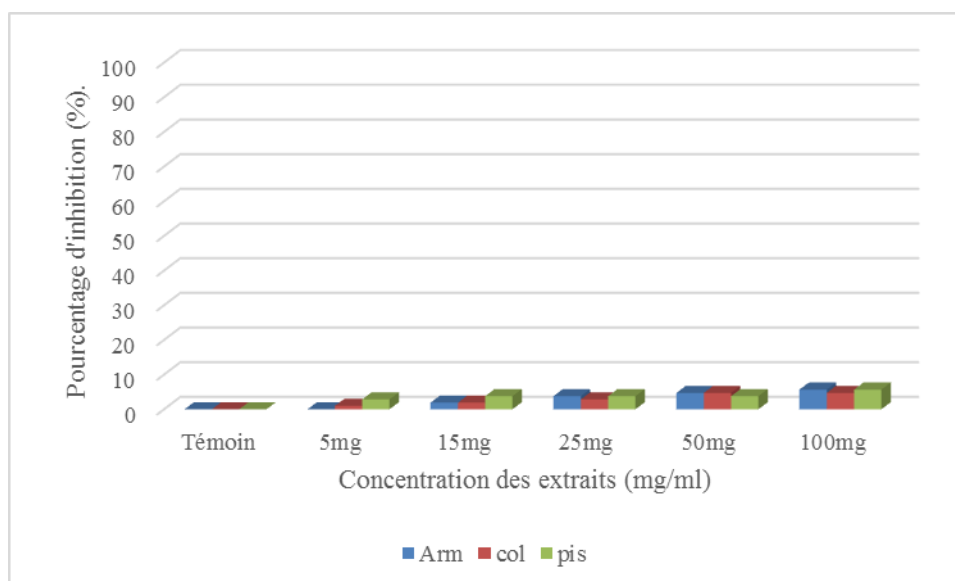
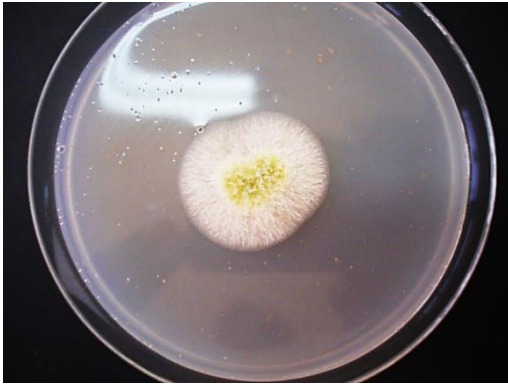


Figure 15. Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits organiques de plantes sur *Penicillium expansum* par la méthode de disque.

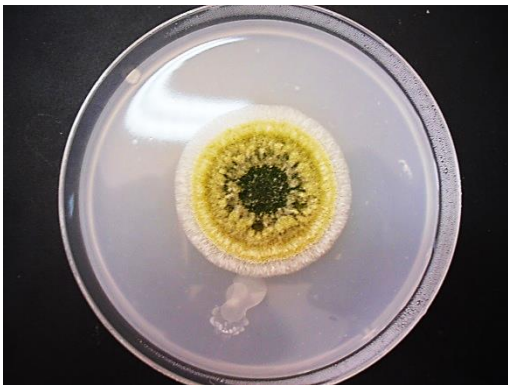
La comparaison de la sensibilité des différentes souches fongiques aux différents extraits organiques des plantes révèle que *Aspergillus flavus* est la plus sensible avec un indice antifongique de 32,45% marqué pour l'extrait organique de *P. lentiscus* suivie de *Fusarium graminearum* qui s'est apparait sensible vis-à-vis le même extrait. *Penicillium expansum* et *Aspergillus parasiticus* sont les souches les plus résistantes devant les différentes concentrations d'extraits des plantes.



Témoin d'*A.flavus*



50 mg de *P. lentiscus* sur *A.flavus*



Témoin d'*A.parasiticus*



100 mg de *P. lentiscus* sur *A.parasiticus*



Témoin de *F.graminirum*



100 mg d'*A.herba alba* sur *F. graminirum*



Témoin de *P.expansum*



50mg de *P. lentiscus* sur *P. expansum*

Photos 04. Résultats de l'activité antifongique de l'extrait organique *P. lentiscus* et *A. herba alba* sur par la méthode de disque

II.2.3. Activité antifongique des extraits organiques des plantes par la méthode des puits

Les résultats de cette expérimentation permettent d'une part, de vérifier la diffusion de l'extrait dans le milieu de culture et d'autre part, d'évaluer la qualité de l'activité antifongique des extraits après avoir calculé le rapport entre la surface d'inhibition obtenues avec l'extrait et la surface de la boîte entière.

Tableau 7. Résultats de l'activité antifongiques des extraits organiques de plantes par la méthode de puis.

	Concentration d'extraits organiques des plantes														
	5 mg			15 mg			25 mg			50 mg			100mg		
	Arm	Col	Pis	Arm	Col	Pis	Arm	Col	Pis	Arm	Col	Pis	Arm	Col	Pis
<i>A. flavus</i>	-	-	-	-	+++	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+
<i>A. parasiticus</i>	-	-	+++	-	-	+++	-	+++	+++	-	+++	+++	-	+++	++
<i>F. graminirium</i>	+++	-	-	-	-	-	-	-	+++	+++	-	-	+++	-	-
<i>P. expansum</i>	+++	-	-	-	+++	-	+++	-	+++	+++	+++	++	+++	+++	+++

- : Pas d'activité antifongique, + : Activité antifongique faible, ++ : Activité antifongique moyenne, +++ : Bonne activité antifongique.

Selon les résultats affichés dans le tableau 7, à la concentration 100 mg/ml de *C. colocynthis* l'activité antifongique est très bonne avec un pourcentage d'inhibition de 36,4% et 30,3% contre *Aspergillus parasiticus* et *P. expansum* respectivement. L'extrait organique d'*A. herba alba* a une très bonne activité sur *P. expansum* à partir de la concentration 5 mg/ml jusqu'à la concentration 100 mg/ml.

Pour le reste d'extraits, l'activité reste faible (inférieur à 3%) même pour les concentrations les plus élevés contre *Aspergillus flavus*.

DISCUSSION

La recherche des effets antifongiques de la coloquinte, l'armoise et le lentisque sur les souches rencontrées dans les denrées alimentaires a révélé une efficacité moyenne des extraits organiques de ces plantes sur la majorité des souches fongiques sélectionnées, ce qui confirme que les substances bioactives des plantes sont considérées comme des composés non phytotoxiques et potentiellement efficaces contre les champignons pathogènes. Le développement de la sécurité des agents antifongiques pour le contrôle des phytopathogènes dans l'agriculture connaît une place importante dans la recherche (Field et al., 2006 ; Lee, 2007).

Les effets antifongiques des extraits organiques des graines de la coloquinte et les feuilles de l'armoise et le lentisque, peuvent être attribués aux différentes substances phytochimiques détectées lors du screening phytochimique. Parmi les substances

phytochimiques douées d'une activité antifongique, on cite principalement les alcaloïdes, les flavonoïdes, les polyphénols et les terpènes (**Irobi et Daranola, 1994 ; Brantner et al., 1996 ; Yan et al., 2008**).

Dans leur étude, **Abdel Ghani et al (2008)** mettent en relation l'activité antifongique des extraits avec les substances bioactives de la plante. La tendance de ces substances phytochimiques d'avoir une activité plus élevée sur l'ensemble des souches est en fonction de leurs concentrations dans les extraits (**Fogliani et al., 2005 ; Yan et al., 2008**).

L'importance de ces familles phytochimiques est influencée par la répartition géographique des plantes, ce qui influe par la suite sur leurs activités biologiques. L'activité antimicrobienne des extraits dépend donc de la plante, de sa composition, de l'organe végétal à tester, de la nature de l'extrait et de la souche fongique à étudier (**Graven et al., 1992**).

Le pouvoir antifongique élevé enregistré chez *P. lentiscus* est due essentiellement a la présence de flavonoïde qui est responsable à la perturbation des membranes microbiennes (**Kessler et al., 2003**). Les alcaloïdes renferment un effet détoxifiant et possèdent une très bonne activité antifongique (**Zee-Cheng, 1997**), les tanins qui sont responsables de la précipitation des protéines indispensables des micro-organismes ainsi les Coumarines, Saponosides et Terpènes qui ont une très bonne activité antimicrobienne.

L'avantage des extraits de plantes est donc leur bioactivité, une caractéristique qui les rend attrayants pour la protection des produits stockés tels que les grains de céréales contre l'attaque des champignons et même le blocage de leur écotoxigénèse (**Tripati et Dubey, 2004 ; Sidhu et al., 2009**).

La *Citrullus colocynthis* peut également être utilisée comme un facteur de premier plan dans un large éventail d'activités contre de nombreux phytopathogènes, où ces pathogènes ont développé une résistance contre les fongicides spécifiques (idazoles benzim, dicarboximides, diethofuncarband et les inhibiteurs de la biosynthèse des stérols) (**ELAD, 1991**).

Le dépistage d'agents bioactifs à partir des plantes est l'un des axes les plus intensif dans la recherche des produits naturels aujourd'hui, car l'activité des extraits de plantes présente un grand intérêt en particulier contre les souches multi résistantes, mais le domaine est loin d'être épuisé et seulement 10% de toutes les plantes avaient été étudiées en détail pour leur agents bioactifs (**Abdel-Ghani et al., 2008**).

CONCLUSION

L'étude de l'activité antifongique des extraits des graines de *Citrullus colocynthis* et des feuilles d'*Artemisia herba alba* et *Pistacia lentiscus* par la méthode de dilution en milieu solide et par la méthode des puits a révélé que les extraits éthanoliques possèdent une remarquable activité antifongique liée à leur richesse en composés bioactifs largement répandus dans les plantes médicinales.

L'extrait organique de *Pistacia lentiscus* possède une bonne activité antifongique sur les souches testées. L'extrait organique d'*Artemisia herba alba* a démontré son effet fongicide sur *P. expansum* et *A. flavus* en forte concentration. L'extrait organique de *Citrullus colocynthis* exerce une bonne activité antifongique contre *A. flavus* et *P. expansum* mais faible activité antifongique sur *F. gramineum* et *A. parasiticus*.

L'extrait organique de *Pistacia lentiscus* et *Citrullus colocynthis* ne possèdent aucune activité antifongique sur *F. gramineum*.

II.2.3. Activité antibactérienne des extraits organiques par la méthode des disques

Les résultats obtenus avec la gamme de concentration réalisée pour chaque extrait organique indiquent une absence totale d'inhibition de la croissance bactérienne jusqu'à la concentration 100 mg/ml pour extrait organique de *C. colocynthis* sauf chez *S. aureus* qui a montré une bonne sensibilité pour toute la gamme de concentration (**figure 16**).

Selon la méthode décrite par **Sheng-Hsien** et ses collaborateurs (2007) l'activité antibactérienne est décrite comme suit :

- $\leq 6.4\text{mm} \Rightarrow$ pas d'activité antibactérienne.
- $6,5 \leq \phi \leq 6,9\text{mm} \Rightarrow$ activité antibactérienne faible.
- $7 \leq \phi \leq 7,4\text{mm} \Rightarrow$ activité antibactérienne modeste.
- $7,5 \leq \phi \leq 7,9\text{mm} \Rightarrow$ activité antibactérienne moyenne.
- $\geq 8\text{mm} \Rightarrow$ bonne activité antibactérienne.

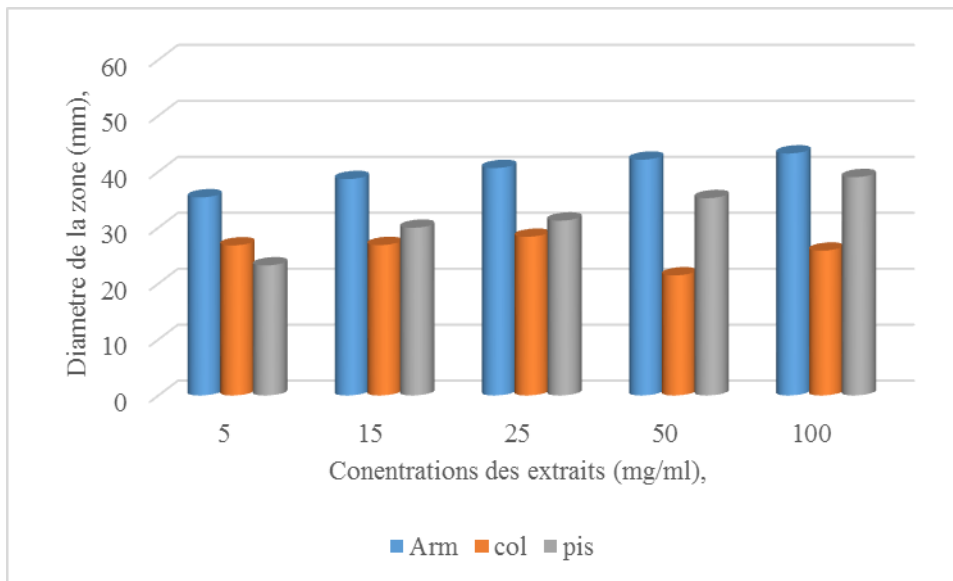


Figure 16. Résultat de l'activité antibactérienne des extraits de *Citrullus colcoythis*, *Pistacia lentiscus* et *Artimisia herba alba* par la méthode des disques à des différentes concentrations sur *S.aureus*.

En ce qui concerne l'extrait organique d'*A.herba alba*, les résultats obtenus n'ont enregistré aucune inhibition de la croissance sur *E. coli* et *K. pneumoniae* même pour les fortes concentrations.

Concernent l'extrait organique de *Pistacia lentiscus*, une absence totale d'inhibition de la croissance bactérienne jusqu'à la concentration 25mg/ml pour *M. luteus* et 100 mg/ml pour *K. pneumoniae* (**Figure 17**).

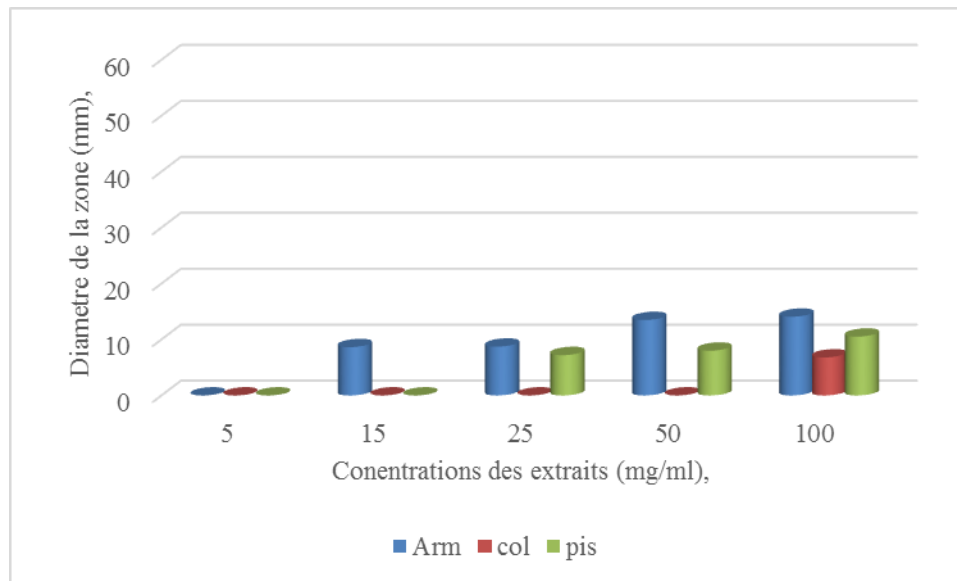


Figure 17. Résultat de l'activité antibactérienne des extraits de *Citrullus colcoythis*, *Pistacia lentiscus* et *Artemisia herba alba* par la méthode des disques à des différentes concentrations sur *M.luteus*.

La souche *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 est la souche la plus sensible dans l'ensemble des souches sélectionnées avec un diamètre d'inhibition de 43,25 mm suivie par *M.luteus* ATCC 9341 avec un diamètre d'inhibition de 14,08 mm. *K.pneumoniae* strasbourg IBMC et *E. coli* ATCC 8739 sont les souches bactériennes les plus résistantes avec une zone d'inhibition de 09mm.



Photo 5. Résultat de l'activité antibactérienne de l'extrait organique d'*A.herba alba* à concentration 50mg/ml et 100mg/ml sur *M.luteus* ATCC 9341.



5mg/ml *P. lentiscus*



100mg/ml *P. lentiscus*



5mg/ml *A. herba alba*



100mg/ml *A. herba alba*

Photos 06.. Résultat de l'activité antibactérienne de l'extrait organique d'*A. herba alba* et *P. lentiscus* sur *S. aureus*.

II.2.4. Activité antibactérienne des extraits par la méthode des puits

Cette méthode permet aussi d'évaluer l'activité antibactérienne des extraits organiques de nos plantes. Selon les résultats affichés sur la figure 20 et la figure 21 l'extrait d'*A. herba alba* exerce une très bonne activité biologique contre la majorité des souches bactériennes. *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 est la souche la plus sensible avec un diamètre d'inhibition de 51,42 mm suivie *M. luteus* ATCC 9341 de 37,58mm et *K. pneumoniae* IBMC Strasbourg de 25,25mm suivie par *E. coli* ATCC 8739 à 17,81mm de diamètre (**Figure 18**).

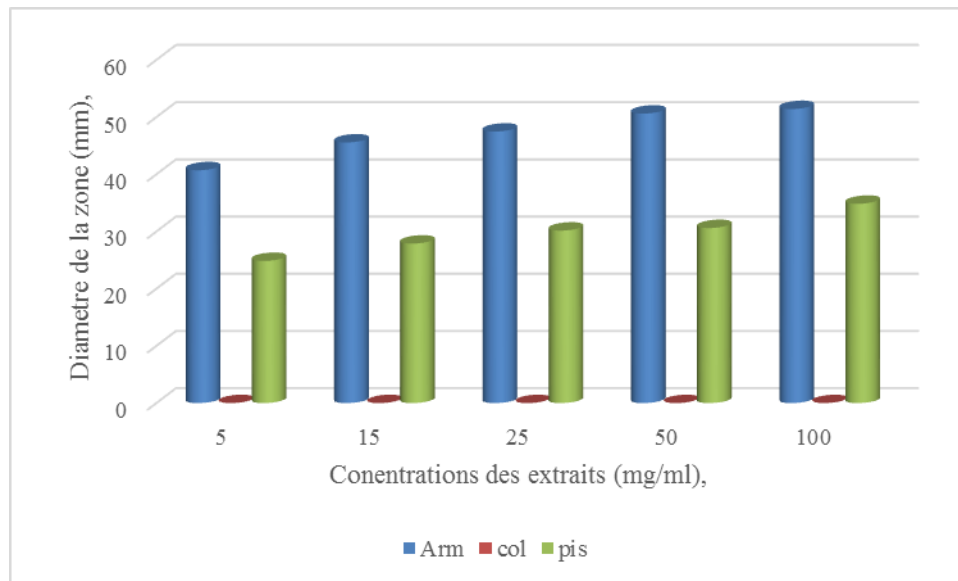


Figure 18. Résultat de l'activité antibactérienne des extraits de *Citrullus colcoythis*, *Pistacia lentiscus* et *Artemisia herba alba* par la méthode des puis à des différentes concentrations sur *S.aureus*.

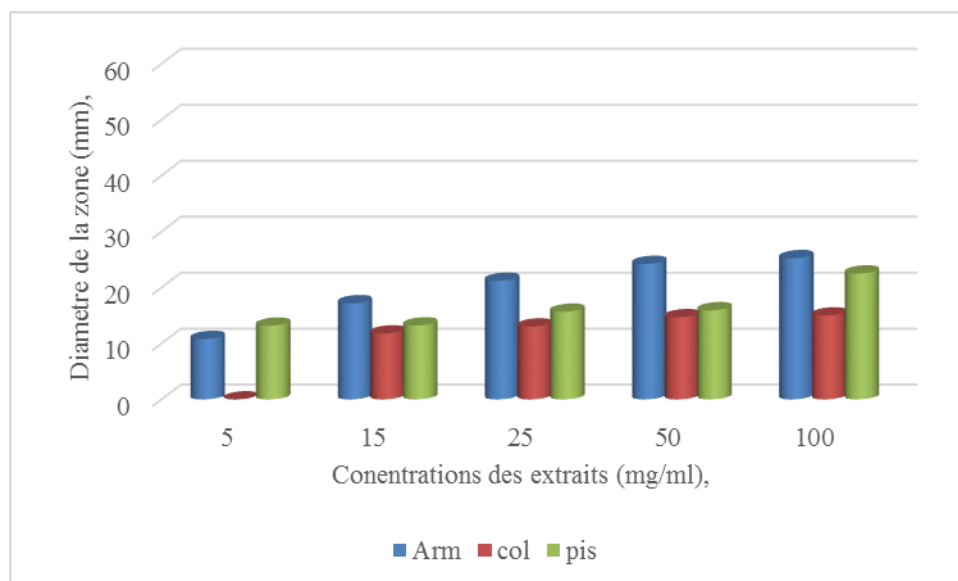
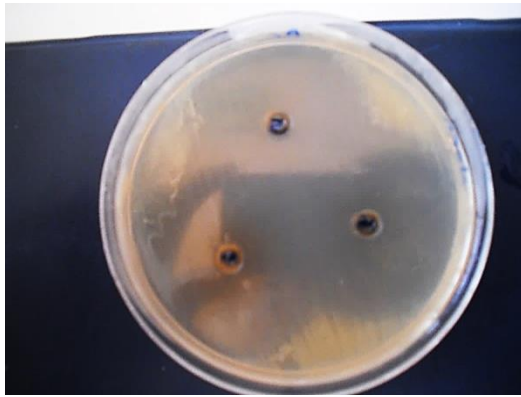


Figure 19. Résultat de l'activité antibactérienne des extraits de *Citrullus colcoythis*, *Pistacia lentiscus* et *Artemisia herba alba* par la méthode des puis à des différentes concentrations sur *K. pneumoniae*.

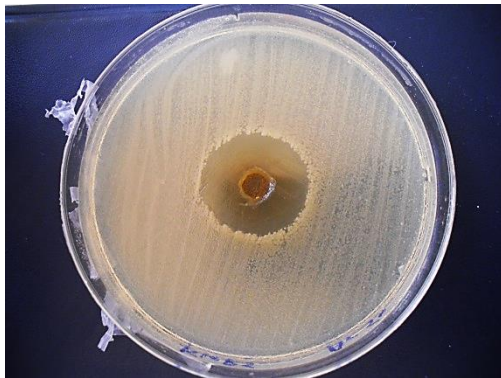


5mg/ml, 15mg/ml et 25mg/ml

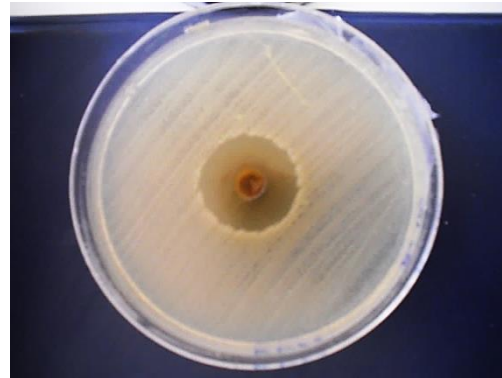


50mg/ml, 100mg/ml

Photos 07. Résultat de l'activité antibactérienne de l'extrait organique d'*A. herba alba* sur *Staphylococcus aureus* ATCC 6538.



100mg/ml



50mg/ml

Photos 08. Résultat de l'activité antibactérienne de l'extrait organique d'*A. herba alba* sur *K. pneumoniae* Strasbourg IBMC.

DISCUSSION

La recherche des effets antibactérienne de la cloquinte, l'armoise et du lentisque sur les souches pathogènes a révélé une efficacité des extraits organiques de ces plantes sur la majorité des souches bactériennes sélectionnées, ce qui confirme que les substances bioactives des plantes sont considérées comme des composés potentiellement efficaces contre les souches pathogènes.

Les effets antibactériens des extraits organiques des plantes peuvent être attribués aux différentes substances phytochimique détectées lors du screening phytochimique. Parmi les substances phytochimique douées d'une activité antibactérienne, on cite principalement les

alcaloïdes, les flavonoïdes et les polyphénols (**Irobi et Daranola, 1994 ; Brantner et al., 1996 ; Yan et al., 2008**).

Le pouvoir antibactérien élevé enregistré chez *Artemisia herba alba* est due essentiellement à la présence de flavonoïde. **Karabegovi et al., (2011)** a montré que les extraits éthanolique de cette plante possède une activité antibactérienne élevée qui peut être attribuée à sa richesse de composées Quercétine.

Les flavonoïdes sont responsable de l'inhibition des microbes (**Linuma et al., 1994**). Ils sont responsable des processus de balayage ou chélateurs et peuvent également perturber les membranes microbiennes (**Kessler et al., 2003**).

Le pouvoir antibactérien qui a été enregistré chez *Pistacia lentiscus* est due à la présence des Tanins, cette plante est largement utilisée dans le traitement de pathologies, notamment celles du tube digestif (**Bammou et al., 2015**).

Les travaux de **Scalbert (1991)** et **Banso et Adeyemo (2007)** ont démontré que les tanins isolés des plantes médicinales possèdent une activité toxique contre les microorganismes. Les saponines sont une classe spéciale de glycosides qui ont d'une part, une caractéristique savonneuse et d'autre part, une très bonne activité antibactérienne (**Sadipo et al., 1991**).

Plusieurs études ont été menées pour comprendre le mécanisme d'action des extraits de plante. Plusieurs chercheurs attribuent cette fonction aux composés phénoliques. Ces composés peuvent interférer avec les biomembranes en causant des dommages cellulaires et provoquant la fuite de matériaux cellulaire et finalement la mort des bactéries (**Mshvildadze et al., 2000 ; Veldhuizen et al., 2006 ; Abdel Ghani et al., 2008**). Selon **Farag et al (1989)**, la présence des groupements OH dans les composés phénoliques est capable de former des liaisons hydrogènes avec les sites actifs des enzymes et d'accroître l'activité antimicrobienne.

Les composants des extraits tels que les Terpènes affectent non seulement la perméabilité mais aussi d'autre fonctions dans les membranes cellulaires. Ces composés peuvent traverser les membranes cellulaires, pénètrent ainsi à l'intérieur de la cellule et interagissent avec des sites critiques intracellulaire tels que les enzymes et les protéines, ce qui conduit à la mort cellulaire (**Omidbeygi et al., 2007 ; Cristani et al., 2007**)

CONCLUSION

L'étude de l'activité antibactérienne des extraits des graines de *Citrullus colocynthis* et des feuilles d'*Artemisia herba alba* et *Pistacia lentiscus* par la méthode de dilution en milieu solide et par la méthode des puits a révélé que les extraits organiques possèdent une remarquable activité antibactérienne liée à leur richesse en composés bioactifs largement répandus dans les plantes médicinales.

L'extrait organique d'*Artemisia herba alba* possède une très bonne activité antibactérienne contre les souches sélectionnées. L'extrait organique de *Pistacia lentiscus* a démontré lui aussi son effet bactéricide. L'extrait organique de *Citrullus colocynthis* exerce une faible activité par rapport aux deux autres extraits.



*Conclusion générale et
perspectives*

Conclusion générale et perspectives

La flore Algérienne est l'une des plus riches au monde et possède de nombreuses plantes utilisées en médecine traditionnelle. Parmi elles, trois plantes ont fait l'objet de notre étude phytochimique, antibactérienne et antifongiques.

Au cours de cette étude, menée sur l'activité antibactérienne et antifongique des extraits éthanoliques des graines de *Citrullus colocynthis*, des feuilles de *Pistacia lentiscus* et d'*Artemisia herba alba* sur quelques souches bactériennes et fongiques, les analyses phytochimiques effectuées après extraction organique ont démontré que les différents extraits bruts obtenus sont une source privilégiée de molécules biologiquement actives, présentes sous forme d'alcaloïdes, des terpènes, des polyphénols et coumarines dont certains sont abondantes tel que les tannins et les flavonoïdes.

L'activité antifongique et antibactérienne, était évaluée en utilisant une gamme de concentration d'extraits, les résultats apparus révèlent que l'extrait éthanolique d'*Artemisia herba alba* possède une très bonne activité antibactérienne contre toutes les souches sélectionnées. L'extrait éthanolique de *Pistacia lentiscus* a dévoilé une bonne activité antifongique contre la majorité des souches sélectionnées. Malgré la résistance et la pathologie connue de *S.aureus*, cette dernière est apparue très sensible à l'extrait éthanolique d'*Artemisia herba alba*.

Du fait que notre pays possède une biodiversité immense dont chaque plante se caractérise par un réservoir assez important de métabolites secondaires avec des caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques particulières qui demandent d'être exploitées par les recherches, de cet effet, on propose aussi d'orienter les recherches scientifiques vers la réalisation des études approfondies et complémentaires des activités biologiques de ces plantes et plus précisément sur l'armoise

A l'issue de cette étude et afin d'élucider certains points restés peu claires, il apparait nécessaire d'effectuer d'autres études approfondies qui se résument dans les points suivants :

- Une étude *in vivo* pour obtenir une vue globale sur l'activité antibactérienne et antifongique des extraits des plantes sélectionnées.
- Extraction et caractérisation des composés actifs par des méthodes plus spécifiques.
- Réalisation d'une étude toxicologique avant l'application des extraits.
- Testé l'activité antitoxigéniques de ces extraits.



Références bibliographique

Références bibliographique

A

1. **ABBAS, M., BOUDRICH, D., 2007.** Identification et Extraction des Molécules Bioactives de *Pictacialeptiscus L.* et Détermination de Quelques Effets pharmacologiques, Centre de recherche et de développement, Saidal ; 40 :23-24
2. **ABDEL-GHANI, S.B., WEAVER, I., ZIDAN, Z.H., HUSSEIN, M.A., KEEVIL, C.W. & BROWN, R.C.D., 2008.** Microwave-assisted synthesis and antimicrobial activities of flavonoid derivatives. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* 18, 518-522.
3. **ABDEL-HASSAN I., ABDEL-BARRY J.A., MOHAMMEDA S.T., 2000.** The hypoglycaemic and antihyperglycaemic effect of *Citrulluscolocynthis* fruit aqueous extract in normal and alloxan diabetic rabbits. *J. Ethnopharmacol.*; 71: 325-330.
4. **ADAM S.E., AL YAHYA M.A., AL FARHAN A.H., 2001.** Response of Najdi sheep to oral administration of *Citrulluscolocynthis* fruits, *Nerium oleander* leaves or their mixture. *Small Rumin. Res.*; 40:239- 244.
5. **ADEBAYO-TAYO, B.C., ADEGOKE, A.A., OKOH, A.I. & AJIBESIN, K.K., 2010.** Rationalizing some medicinal plants used in treatment of skin diseases. *African Journal of Microbiology Research* 4(10), 958-963.
6. **AFSSA., 2006.** Usages vétérinaires des antibiotiques, résistance bactérienne et conséquences pour la santé humaine. Rapport du groupe de travail "Antibiorésistance". [En ligne]. Maisons-Alfort : AFSSA, 214 pages. Disponible sur : www.anses.fr/Documents/SANT-Ra-ABR.pdf.
7. **AL FARAJ S., 1995.** Haemorrhagic colitis induced by *Citrulluscolocynthis*. *AnnualTropenparasitology*; 89 (6): 695-696.
8. **AL GHAITHI F., EL RIDI M.R., ADEGHATE E., AMIRI M.H., 2004.** Biochemical effects of *Citrulluscolocynthis* in normal and diabetic rats. *Mol. CellBiochem.*; 261(1): 143-149.
9. **ALDRED, D., MANGAN, N., 2004.** Prevention strategies for trichothecene. *Toxicology Letters*, voll 53, 165-17.
10. **AL-FARAJ S., 1995.** Haemorrhagic colitis induced by *Citrulluscolocynthis*. *Ann. Tropical Med. Parasitol.*; 89: 695–696.

11. ALI-SHTAYEH M.S., ABU GHDEIB S.I. 1999. Antifungal Activity of Plant Extracts Against Dermatophytes, *Mycoses* ;42(11-12):665-72. *PubMed PMID: 10680445*
 12. AL-SAID M.S., AGEEL A.M., PARMAR N.S., TARIQ M. 1986. Evaluation of mastic, a Crude Drug obtained from *Pistacialentiscus* for Gastric and Duodenal Anti-ulcer Activity, *Ethnopharmacol*;15(3):271-8. *PubMed PMID: 3724207*
 13. AL-YAHYA M.A., AL-FARHAN A.H., ADAM S.E., 2000. Preliminary toxicity study on the individual and combined effects of *Citrulluscolocynthis* and *Nerium oleander* in rat. *Fitoterapia*; 7: 385-391.
 14. AMBI, A.A., ABDURRAHMAN, E.M., SULE, M.I., PATEH, U.U., ABDURRAHMAN, Y.R. & IBRAHIM, N.D.G., 2007. Phytochemical screening and histopathological studies on the seeds of *Citrulluscolocynthis* in albino rats. *Nig. Joourn. Pharm. Sci* 6(2), 7-13.
 15. ANDERSON, C.M., HALLBERG, A., HOGBERG, T., 1996. Advances in development of pharmaceutical antioxidants. *Adv. Drug. Res.*28, 1996; 65-180.
 16. ATMANI D., CHAHER N., BERBOUCHA M., AYOUNI K., LOUNIS H., BOUDAUD H., DEBBACHE N., et ATMANI D., 2009. Antioxydant Capacity and phenol Content of Selected Algerian Medical Plants, *J.Elsevier, Food Chemistry* 112 : 303-309
- B**
17. BAMMOU, M., DAOUDI, A., SLIMANI, I., Najem, M., BOUIAMARINE, E., IBIJBIJEN, J., NASSIRI, L., 2015. Valorisation du lentisque <<*Pistacialentiscus L*>> : Etude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of Applied Biosciences*. 86,7966-7975.
 18. BANARJEE S.P., DANDIYA P.C., 1967. Smooth muscle and cardiovascular pharmacology of alphaelaterin- 2-D-glucopyranoside glycoside of *Citrulluscolocynthis*. *J. pharm. Sci.*; 56 (12): 1665-1667.
 19. BANSO, A. & ADEYEMO, S.O., 2007. Evaluation of antibacterial properties of tannins isolated from *Dichrostachyscinerea* *African Journal of Biothechnology* 6, 1785-1787. Banso et Adeyemo.
 20. BARRE J. T., BOWDEN B. F., J. C., JESUS J., FUENTE V. E., JANAIRO G. C. AND RAGASA C. Y., 1997. A bioactive triterpene from *Lantana camara*. *Phytochemistry*. ; 45; 321-324.

21. **BARTH A., MULLER D., DÜRRLING K., 2002.** *In vitro* investigation of a standardized dried extract of *Citrulluscolocynthison* liver toxicity in adult rats. *Exp. Toxic. Pathol.*; 54: 223-230.
22. **BATANOUNY K.H., ABOU TABL S., SHABANA M., SOLIMAN F., 1999.** Wild medicinal plants in Egypt: An Inventory to Support Conservation and Sustainable Use. Chapitre 2: Pharmacopoeial Wild Medicinal Plants in Egypt Academy of Scientific Research and Technology, Egypt International Union for Conservation (IUCN).
23. **BAUDIERE A., MONANGE Y., GAUQUELIN TH., 2002.** Le Monde des Plantes; Intermédiaire des Botanistes, Toulouse; N° 477, pp2 – 5
24. **BAUDOUX D., 2003.** L'aromathérapie : Se soigner par les Huiles Essentielles, édition Amyris, pp 145-146
25. **BEKHECHI-BENHABIB, C., 2001.** Analyse d'huile essentielle d'*Ammoïdesverticillata* (*Nûnkha*) de la région de Tlemcen et étude de son pouvoir antimicrobien. Thèse demagister de Biologie, Université Abou BekrBelkaid de Tlemcen. Algérie.
26. **BHANU P, AKASH K, PRASHANT K M, DUBEY N K., 2015.** Plant essential oils as food preservatives to control moulds, mycotoxin contamination and oxidative deterioration of agri-food commodities- Potentials and challenges. *Food Control* 47, 381-391.
27. **BHAT R., RAVISHANKAR V. RAI., ET A.A. KARIM., 2010.** Mycotoxinsnin food and feed: Present Status and Future Concerns. Institute of Food Technologists. *Comprehensive Reviews in Food Science Safety* 9, 57-81
28. **BIAYE, MAMADOU.2002.** Actions pharmacologiques des tanins, université cheikh antadiop de DAKAR, thèse Doc en Pharmacie, No 101; 03.
29. **BILGRAMI, K., SINHA, K.K., 1992.** Aflatoxins: their biological effects and ecological significance. *Handbook of Appleid Mycology* 5, 5-86.
30. **BILLERBECK, V.G., ROQUES, C., VANIERE, P. & MARQUIER, P., 2002.** Activité antibactérienne et antifongique de produits à base d'huiles essentielles. *Ygienes*3(10), 248-251.
31. **BOSSOKPI IGOR PASSI LYSETTE., 2002.** Etude des activités biologiques de fagarazanthoxyloidesLam (Rutaceae), thèse de pharmacie, Bamako page 133.

- 32. BOUDRA H., LE BARS, P. & LE BRAS, J., 1995.** Thermostability of ochratoxinA in wheat under two moisture conditions. *Applied and Environmental Microbiology* 61, 1156-1158.
- 33. BOUKELOUA AHMED., 2009.** caractérisation botanique et chimique et évaluation pharmaco-toxicologique d'une préparation topique à base d'huile de *Pistacialentiscus L.* (ANACARDIACEAE); université de Constantine – Constantine, biotechnologie végétale ; p 4
- 34. BOURGOU SOUMAYA., KSOURI RIADH., BELLILA AMOR., SKANDRANI INES., FALLEH HANEN., MARZOUK BRAHIM., 2008.** Phenolic composition and biological activities of Tunisian *Nigella sativa L.* shoots and roots. *C. R. Biologies* ; 48-55.
- 35. BRUNETON, J., 1996.** Plante toxique : Végétaux dangereux pour l'homme et les animaux. Tec & Doc Lavoisier, Paris, pp. 529.

C

- 36. CASTEGNARO, M., PFOHL-LESZKOWICZ, A., 2002.,** Les mycotoxines: contaminants omniprésents dans l'alimentation animale et humaine. *La sécurité alimentaire du consommateur*, 127-179.
- 37. CHAREF, M., YUCEF, M., SAIDI, M., STOCKER, P., 2008.** Détermination de la composition en acides gras des glands (*Quercus*), *Pistacialentiscus* et des graines de pistache (*Pistacia lentiscus*) croissant en Algérie. *3*, 21-25
- 38. CLINICAL AND LABORATORY STANDARDS INSTITUTE., 2006.** Methods for dilution antimicrobial susceptibility testing for bacteria that grow aerobically. Approved standard M7-A7, Clinical and Laboratory Standards Institute, Wayne, PA.
- 39. COLE R J., COX R H., 1981.** Handbook of toxic Fungal Metabolites. *Academic Press, New York*, pp. 1-66.
- 40. COLE, R J., JARVIS, B.B. ET SCHWEIKERT, M.A., 2003.** Handbook of secondary fungal metabolites. *Academic Press (USA)* 3, 615-624
- 41. CONNOLLY J, D., HILL R, A., 1991.** dictionary of terpenoids. *Edition CRC Press.*
- 42. COWAN, MM., 1999.** Plant products as antimicrobial agents. *Clin. Microbiol. Rev* 12 (4); 564-582.

43. CRISTANI, M., D'ARRIGO, M., MANDALARI, G., CASTELLI, F., SARPIETRO, M.G. & MICIELI, D., 2007, Interaction of four monoterpenes contained in essential oils with modal membranes : Implications for their antibacterial activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 6300-6308.
44. CRONBERG.S, BEYTOUT.J et REY.M.1988. Maladies infectieuses, Masson, Paris.P1, 49,50, 106, 107, 109, 114, 115,128, 129 .

D

45. DARWISH-SAYED M., BALBAA S.I., AFIFI M.S.A., 1973. Nitrogenous base of the different organs of *Citrulluscolocynthis*. *Planta Medica*; 24 (3): 260-265.
46. DASHTI N., ZAMANI M., MAHDAVI R., RAHIMI A., 2012. The effect of *Citrulluscolocynthis* on blood glucose profile level in diabetic rabbits. *Journal of Jahrom University of Medical Sciences*; 9 (4): 24-28.
47. DELAZAR A., GIBBONS S., KOSARI A.R., NAZEMIYEH H., MODARRESSI M., NAHAR L., SATYAJIT D., 2006. Flavone C-Glycosides and cucurbitacin Glycosides from *Citrulluscolocynthis*. *DARU*; 14 (3): 109-114.
48. DERBEL, S., GHEDIRA, K., 2005. Les phytonutriments et leur impact sur la santé. *Phytothérapie et nutrition* numéro 1; 28-34.
49. DUKE J.A., 1978. The quest for tolerant germplasm. In: ASA Special Symposium 32, Crop tolerance to suboptimal land conditions. Am. Soc. Agron. Madison; WI: 1-61.
50. DUKE J.A., 1983. *Citrulluscolocynthis*(L.) Schrad. Handbook of Energy Crops.

E

51. EKOUMOU, C., 2003. Etude phytochimique et pharmacologique de cinq recettes traditionnelle utilisés dans le traitement des infections Urinaire et la Cystite. Thèse Pharmacie, Bamako; 145.
52. ELA M.A., EL-SHAER N.S. AND GHANEM N.B., 1996. Antimicrobial evaluation and chromatographic analysis of some essential and fixed oils. *Pharmazie*; 51:993-995.
53. ELAD, Y., 1991. Multiple resistance to benzimidazolesdicarboximides and diethofencarb in field isolates of *Bobytiscinerea* in Israel. *Plant Pathol* 41, 41-46.
54. ENCARTA., 1998. Digital multimedia encyclopedia published by Microsoft Corporation.

F

55. FARAG, R.S., DAW, Z.Y., HEWEDI, F.M. & EL-BAROTY, G.S.A., 1989. Antimicrobial activity of some Egyptian spice essential oils. *J. Food Protect* 52,665-667.
56. FEIDEMANN J., 2005. World Spices Plants: Economic Usage, Botany, Taxonomy Springer Verlag, BerlinHeidelberg, European Union, p 196
57. FIELD, B., JORDEN, F. & OSBOUM, A., 2006. First encounters-deployment of defense-related natural products by plants. *New Phytol* 172, 193-207.
58. FOGLIANI, B., RAHARIVELOMANANA, P., BIANCHINI, J.P., BOURAIMAMADJEBI, S. & HNAWIA, F., 2005. Bioactive ellagitannins from *Cunoniamacrophylla*, an endemic Cunoniaceae from New Caledonia *Phytochemistry* 66, 241-247.

G

59. GHRABI, Z., SAND R, L., 2008. *Artemisia herba alba* Asso. A Guide to Medicinal Plants in North Africa, 49 - 49.
60. GRAVEN, E.H., DEANS, S.G., SVOBODA , K.P., MARI, S., & GUNDIDZA, M.G., 1992. Antimicrobial and antioxidative properties of the volatile (essential) oil of *Artemisia afra* Jacq. *Flavour Fragrance J* 7, 121-123.
61. GROSJEAN N., 2007. L' Aromathérapie, édition Eyrolles, p163
62. GUERIN-FAUBLEE, V., 2010. Les mécanismes de résistance des bactéries aux antibiotiques. In : *Journées nationales GTV*. Lille, 26-28 mai 2010, SNGTV, Paris, 93-101.
63. GURUDEEBAN, S., RAJAMANICKAM, E., RAMANATHAN, T., SATYAVANI, K., 2010. Antimicrobial activity of *Citrulluscolocynthis* in Gulf of Mannar. *Int. J. Curr. Res.* 2 : 78-81.

H

64. HAMMOUDA F.M., ISMAIL S.I., ABDEL-AZIM N.S., SHAMS K.A., 2005. *Citrulluscolocynthis* L. A Guide to Medicinal Plants in North Africa: 87-89.
65. HARTMANN THOMAS., 2007. From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. *Phytochemistry* Volume 68, Issues 22-24; 2831-2846.
66. HARVEY MUELLER., 2006. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health, *J. Sci. Food Agric*: 86; 2010-2037.

67. HATIMI, S., BOUDOUMA, M., BICHICHI, M., CHAIB, N., GUESSOUS IDRISSE, N., 2001. B Soc Pathol, **94**: 29-31.
68. HENNEBELLE T., SAHPAZ S., BAILLEUL F., 2004. Polyphénols végétaux, sources, utilisations et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothér*, 1; 3-6.
69. HOUMAIRI H., HICHAM M., 2015. Composition en mycobiota et mycotoxines de type aflatoxines et ochratoxines A de quelques épices dans la région central du Maroc. *J Mater. Environ. Sci.* 6, 877-884.
70. HUSEINI H.F., DARVISHZADEH F., HESHMAT R., JAFARIAZAR Z., RAZALI M., LARIJANI B., 2009. The clinical investigation of *Citrulluscolocynthis*(L.) schrad fruit in treatment of type II diabetic patients: A randomized, double blind, placebo-controlled study. *PhytotherapyResearch*; 23(8): 1186-1189.

I

71. IARC., 1993. Ochratoxin A. Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans: some naturally occurring substances; food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. *International Agency for Research on Cancer* 56, 26-32.
72. IAUK L., RAGUSA S., RAPISARDA A., FRANCO S., NICOLOSI V.M.,1996. In vitro Antimicrobial Activity of Pistacialentiscus L. Extracts: Preliminary Report, *Chemother* ; 8(3):207-9. *PubMed PMID*: 8808717
73. IROBI, O.N. & DARANOLA, S.O., 1994. Bactericidal propenies of crude extracts of racarpuvillosus. *J Ethnophannacol*42, 39-43.
74. ISERIN P., 2001. Encyclopédie des Plantes Médicinales, Identification, Préparation, Soins 2ième édition Ed Larousse/VUEF, pp13-16, p 250, pp291-296,
75. ISERIN, P., MASSON, M. & RESTELLINI, J.P., 1997. Encyclopédie des plantes médicinales. Larousse-Bordas, pp. 336.

J

76. JAKAB G., J., HMIELESKI, R.R., ZABRA, A., HEMENWAY, D.R., GROOPMAN J.D., 1994. Respiratory aflatoxicosis: suppression of pulmonary and systemic host defenses in rats and mice. *Toxicology and Applied Pharmacology* 125, 198-205.

77. JANAKAT S, AL-MERIE H., 2002. Evaluation of Hepatoprotective Hffect of Pistacialentiscus, Phillyrealatifolia andNicotianaglauca, *Ethnopharmacol* ; 83(1-2):135-8. *PubMed PMID: 12413719*
78. JOHN U., CINCINNATI O., 1898. *Citrulluscolocynthis*. Reprinted from the Western druggist. Chicago.

K

79. KARABEGOVIĆ, I., NIKOLOVA, M., VELIĆKOVIĆ, D., STOJIĆEVIĆ, S., VELJKOVIĆ, V., LAZIĆ, M., 2011. Comparison of antioxidant and antimicrobial activities of methanolic extracts of the *Artemisia* sp. recovered by different extraction techniques. *Chin.J. Chem. Eng.* 19 (3), 504–511.
80. KARUMI, Y., ONYEYILI, P.A. & OGUGBUAJA, V.O., 2004. Identification of active principals of *M. balsamina* (Balsam apple) leaf extract. *J Med Sci* 4, 179-182.
81. KEIL CLAUDIA., PETERMANN EVA., SHIAO LI OEI., 2004. Tannins elevate the level of poly(ADP-ribose) in HeLa cell extracts, *Archives of Biochemistry and Biophysics* Volume 425, Issue 1, 2004; 115–121.
82. KESSLER, M., UBEAUD, G. & JUNG, L., 2003. Anti-and prooxidant activity of rutin and quercetinderivatives. *J Pharm and Pharmacol* 55, 131.
83. KIRINCIC, S., SKRJANC, B., KOS, N., KOZOL, R., PIRNAT., N., TAVCAR-KALCHER, G., 2015. Mycotoxins in cereals and cereal products in Slovenia-Official control of foods in the yeas 2008-2012. *Food Control.* 50, 157-165.
84. KOFFI, N., BEUGRÉ, K., GUÉDÉ, N., ZIRIHI, D. & LAURENT, A., 2009. Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en paysKrobo (Agboville, Côte-d'Ivoire). *Sciences & Nature* 6 (1), 1-15.
85. KUMAR A, SHUKLA R, SINGH P, PRASAD CS, DUBEY NK., 2008. Assessment of *Thymus vulgaris* L. essential oil as a safe botanical preservative against post-harvest fungal infestation of food commodities. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 9; 575-580.
86. KUMAR S., KUMAR D., MANJUSHA, SAROHA K., SINGH N., VASHISHTA B., 2008. Antioxidant and free radical scavenging potential of *Citrulluscolocynthis*(L.) Schrad. methanolic fruit extract. *Acta Pharm.*; 58 (2): 215-220.

L

87. LAMBA S.S., BUCH K.Y., LEWIS H., LAMBA H.J., 2000. Phytochemicals as potential hypoglycemic agents. *Studies in Natural Products Chemistry*; 21: 457-496.
88. LASS-FLORI, C., PERKHOFER, S. & MAYR, A., 2010. *In vitro* susceptibility testing in fungi : a global perspective on a variety of methods. *Mycoses* 53, 1-11
89. LEDUC, C., COONISHISH, J., HADDAD, P., CURRIER, A., 2006. Plants used by Cree Nation of Eeyou Istchee (Quebec, Canada) for treatment of diabetes: A novel approach in quantitative ethnobotany. *J. Ehtnopharmacol.*; 105: 55-63.
90. LEE, K.W., KIM, Y.J., LEE, H.J. & LEE, C.Y., 2003. Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine. *J. Agric. Food Chem*, 51, 7292-7295.
91. LEE, S.F., PARK, B.S., BAYMAN, P., BAKER, J.I., CHOI, W.S., & CAMPBELI, B.C., 2007. Suppression of ochratoxin biosynthesis by naturally occurring alkaloids. *Food Additives and Contaminants* 24, 391-397.
92. LEONTI M., CASU L., SANNA F., BOUSEGNORE L., 2001. A Comparison of Medicinal Plant Use in Sardinia and Sicily, *De MateriaMedica* 72, 09122, Italy
93. LEVASSEUR-GARCIA, C., KLEIBER, D., SUREL, O., 2013. Utilisation de la spectroscopie infrarouge comme élément d'aide à la décision pour la gestion du risque fongique et mycotoxique. *CahAgric*22, 216-27.
94. LINUMA, M., TSUCHIYA, H., SATO, M., YOKOYAMA, J., OHYAMA, M., OHKAAWA, Y., TANAKA., FUJIWARA, S. & FUJII, T., 1994. Flavanones with potent antibacterial activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J. Pharmacol* 46(11), 892-895.
95. LO CURTO R., PELLICANO T, VILASI F., MUNAFO P ET DUGO G., 2004. Ochratoxin A occurrence in experimental wines in relationship with different pesticide treatments on grapes. *Food Chemistry*, vol 84, 71-75.
96. LONGO L., SCARDINO A., VASAPOLLO G., 2007. Identification and Quantification of Anthocanins in The Berries of *Pistacialentiscus L.*, Elsevier, Italy.

M

97. MAGUSSON, M., ARVOLA, A., KOIVISTO HURSTI., ABERG, L., SJODEN, P.O., 2003. Choice of organic foods is related to perceived

- consequences for human health and to environmentally friendly behaviour. *Appetite* 40, 109-117.
- 98. MALEC, L.S. & PAMILIO, A.B., 2003.** Herbivory effects on the chemical constituents of *Bromus pictus*. *Molecular Medicinal Chemistry* **1**, 30-38.
- 99. MANACH C., SCALBERT A., MORAND C., JIMENEZ L., 2004.** Polyphenols: Food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition*, 79; 727-747.
- 100. MARCO J, A., 1989.** Sesquiterpene lactones from *Artemisia herba-alba*. *Phytochemistry*, **28**: 3121-3126.
- 101. MARZOUK, B., MARZOUK, Z., DECORC, R., EDZIRI, H., HALOUID, F., FENINAD, N., AOUNI, M., 2009.** Antibacterial and anticandidal screening of Tunisian *Citrulluscolocynthis*SchradFromMedanine. *J. Ethnopharmacol.*125 : 344-349.
- 102. MARZOUK, B., MARZOUK, Z., MASTOURI, M., FENINA, N. & MAHJOUB, A., 2011.** Comparative evaluation of the antimicrobial activity of *Citrullus colocynthis* immaturefruit and seed organic extracts. *African Journal of Biotechnology***10(10)**, 2130-2134.
- 103. MERAD CHIALI R., 1973.** Contribution à la Connaissance de la Pharmacopée Traditionnelle Algérienne ; Thèse de Doctorat d'état en Pharmacie ; Institut Sciences Médicales: 101- 370.
- 104. MERZOUKI A., ED-DERFOUFI F., MOLERO M.J., 2000.** Contribution to knowledge of Rifian traditional medicine. Folk medicine in Ksar Lakbir (NW Morocco). *Fitoterapia*; 71: 278-307.
- 105. MILLER J D ET TRENHOLM H L., 1994.** Mycotoxins in Grain: Compounds other than Aflatoxins. Eagan Press, St Paul MN.
- 106. MITCHEH A., 1986.** Tous les Arbres de nos Forêts, édition Bordas, p 319
- 107. MOJAB, F., KAMALINEJAB, M., GHADERI, N., VAHIDIPOUR, H.R., 2003.** Phytochemical screening of some species of Iranian plants. *Iranian Journal ofPharmaceutical Research*, 77-82.
- 108. MORE D. ET WHITE J., 2005.**Encyclopédie des Arbres plus de 1800 Espèces et Variétés du Monde, Flammarion, pp18 ; 797
- 109. MOUSSAOUI, YOUNES ., BENSALEM, RIDHA., 2007.** Catalyzed Knoevenagel reactions on inorganic solid supports: Application to the synthesis of coumarine compounds, *C. R. Chimie* 10; 1162 – 1169.

110. MSHVILDADZE, V., FAVEL, A., DELMAS, F., ELIAS, R., FAURE, R. & DECANOSIDZE, Q., 2000. Antifungal and antiprotozoal activities of saponins from *Hederacolchica* Pharmazie 55, 325-326.

N

111. NAJAFI, S., SANADGOL, N., SADEGHI, N.B., ASHOFTEH, M.B. & SANADGOL, E., 2010. Phytochemical screening and antibacterial activity of *Citrullus colocynthis* (Linn.) Schrad against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Medicinal Plants Research* 4(22), 2321-2325.
112. NIKOLOVA, M., GUSSEV C, H., NGUYEN, T., 2010. Evaluation of the Antioxidant action and flavonoid composition of *Artemisia* species extracts. *Biotechnol*, 21-23.(OMS, 2003) Organisation mondiale de la santé.
113. NMILA R., GROSS R., RCHID H., ROYE M., MANTEGHETTI M., PETIT P., TIJANE M., RIBES G., SAUVAIRE Y., 2000. Insulintropiceffect of *Citrulluscolocynthis*fruit extracts. *Planta Med.*; 66: 418-423.
114. NMILA R., RCHID H., GROSS R., MANTEGHETTI M., RIBES G., PETIT P., TIJANE M., SAUVAIRE Y., 2002. Mise en évidence d'un effet insulino-stimulant de fractions de graines de coloquinte (*Citrulluscolocynthis*L. Schrader). *Biologie & Santé* ; 2 (2) : 88-99.
115. NORMA L., LEGGOTT S, GORDON S ET SHEPHARD D., 2001. Patulin in South African commercial apple products. *Food Control* 3, 73-76.

O

116. OMIDBEYGI, M., BARZEGAR, M., HAMIDI, Z. & NALHDIBADI, H., 2007. Antifungal activity of thyme, summer savory and clove essential oils against *Aspergillusflavus* in liquid medium and tomato paste .*Food Control* 18, 1518-1523.
117. OSWALD I P., 2000. Mycotoxines et immunotoxicité. Association pour la Recherche en Toxicologie, Actualités 2000, numéro de décembre. 32-34.

P

118. PAUL WOUNGLY MAVIAN., 2012. Activité antifalcémiant et screening phytochimique de la fraction éthéro-méthanolique de BEAT-SS, Université de Kinshasa.

119. PAVEL, M., RISTIC, M., STEVIC, T., 2010. Essential oils of *Thymus pulegioides* and *Thymus glabrescens* from Romania: chemical composition and antimicrobial activity, *J.Serb.Chem.Soc.*75, 27-34.
120. PETIGNAT.C, BLANC.D et BALLY.F, 2006. Microbiologie pathogénèse de l'infection, cours assistant stérilisation I.P 8 ,14
121. PFOHL-LESZKOWICZ., PETKOVA-BOCHAROVA T., CHERNOZEMSKY I.N., ET CASTAGNERO M., 2002. Balkan endemic nephropathy and the associated urinary tract tumours: review on etiological causes, potential role of mycotoxins, *Food Additives and Contaminants* 19, 282-302.
122. PRIYA ALPHONSO., APARNA SARAF., 2012. Chemical profile studies on the secondary metabolites of medicinally important plant *Zanthoxylum rhetsa* (Roxb) DC using HPTLC, ; 1293.
123. PROHL-LESZKOWICZ., ET CASTAGNERO., 1999. Les mycotoxines dans l'alimentation, Evaluation et gestion du risque. 249-277.pp. 114-115.

Q

124. QUEZEL, P., SANTA, S., 1962. Nouvelle Flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Tome I. 565 p.

R

125. RANA B. K., SINGH U. AND TANEJA P. V., 1997. Antifungal activity and kinetics of inhibition by essential oil isolated from leaves of *Aegle marmelos*. *J. Ethnopharmacol.* ; 57; 29–34.
126. REBOUX G., 2006. Mycotoxines: effets sur la santé et interactions avec d'autres composants organiques. *Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique* 46, 208-212.
127. RIBA A., 2008 Recherche sur les champignons producteurs d'aflatoxines et d'ochratoxines A dans la filière blé en Algérie, *thèse de doctorat*
128. ROUE, M. ; 2011. Contribution de la flore bactérienne associée au métabolisme secondaire de l'éponge calcaire *Clathrina clathrus*. Doctorat de l'université Pierre et Marie Curie.
129. ROY R.K., THAKUR M., DIXIT V.K., 2007. Development and evaluation of polyherbal formulation for hair growth-promoting activity. *J. Cosmet. Dermatol.*; 6: 108-112.

130. RUPPOL P., DELFOSSF, Ph., HORNICK, J., 2004. La contamination de la filiérelaitière par les mycotoxines: un risque pour la santé publique en Afrique subsaharienne. *Ann. Méd. Vol 148, 141-146.*

S

131. SADIPO OA, AKANJI MA, KOLAWOLE FB, ODUTUGA A., 1991. Saponin is the active antifungal principle in *Garcinia Kola*, heckle seed Biosci. Res. Commun. 3 :171.
132. SALAH S.M. and JAGER A.K. (2005). Screening of traditionally used Lebanese herbs for neurological activities. *J Ethnopharmacol*, **97**: 145–149
133. SAWAYA W.N., DAGHIR N.J., KHALIL J.K., 1986. *Citrulluscolocynthis* seeds as a potential source of protein for food and feed. *Journal-of Agricultural and Food Chemistry*; 34 (2): 285-288.
134. SCALBERT, A., 1991. Antimicrobialproperties of tannins. *Phytochemistry* 30, 3875-3883.
135. SCOTT, G., 2009 . Antibiotic resistance. *Medicine*, **37**(10), 551–556.
136. SEIGUE A., 1985. *La Forêt Circumméditerranéenne et ses Problèmes*, Maisonneuve & Larose, pp 22- 27, pp 137 – 139
137. SENHAJI, O., FAID, M., ELYACHIOUI, M. & DEHHAOUI, M., 2005. Étude de l'activité antifongique de divers extraits de la cannelle. *Journal de Mycologie Médicale* **15**, 220-229.
138. SIDHU, O.P., HARISH, C.H.M. & BEHL, A., 2009. Occurrence of aflatoxins in mahua (*Madhucaindica*Gmel) seeds : Synergistic effect of plant extracs on inhibition of *Aspergillusflavus* growth and aflatoxin production. *Food and ChemicalToxicology***47**, 774-777.
139. SORIANO, J.M. & DRAGACCI S., 2004. Occurrence of fumonisins in foods. *Food Research International*, vol 37, 985-1000.
140. STOCLET J.-C., SCHINI-KERTH, V., 2011. Dietary flavonoids and human health. *Annales Pharmaceutiques Françaises* Volume 69; 78–90.
141. STRANG, C., 2006. Larousse medical. Ed Larousse.

T

142. TASSOU C. C., DROSINOS E. H. and NYCHAS G. J. E., 1995. Effects of essential oil from mint (*Mentha piperita*) on *Salmonella enteritidis* and *Listeria*

monocytogenes in model food systems at 4° and 10°C. *J. Appl. Bacteriol.*; 78; 593–600.

143. TASTEKIN, D., ATASEVER, M., ADIGÜZEL, G., KELES, M., TASTEKIN A., 2006. Hypoglycaemic effect of *Artemisia herba-alba* in experimental hyperglycaemic rats. *BullVet Inst Pulawy*, 50: 235-238.
144. Torkelson A. R., (1996). *The Cross Name Index to Medicinal Plants*, CRC Press, p 1160
145. TRIPATI, P. & DUBEY, N.K., 2004. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. *Postharvest Biot. Technol* 32, 235-245.
146. TRIVEDI, A.B., DOI, E. & KITABATAKE, N., 1992. Detoxification of Ochratoxin A on Heating under Acidic and Alkaline Conditions. *Biosci. Biotech. Biochem* 56(5), 741-745.

V

147. VAYA J., MAHMOOD S., 2006. Flavonoid Content in leaf Extracts of The fig *Ficus carica* L., Carob *Ceratonia siliqua* L and Pistachio *Pistacia lentiscus* L., *Biofactors.*, 28(3-4) :169-75
148. VELDHUIZEN, E., TJEERDSMA-VAN, BOKHOVEN, C., ZWEIJTZER, S.A., BURT. & HAAGSMAN, H.P., 2006. Structural requirements for the antimicrobial activity of carvacrol. *J. Agric Food Chem.* 54, 1874-1879.
149. VIGNEAU, C., 1985. *Plantes médicinales : Thérapeutique - Toxicité*, Ed. Masson, p.17 & p.222.

W

150. WANG, S.Y., CHEN, P.F. & CHANG, S.T., 2005. Antifungal activities of essential oils and their constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum mosmophloeum*) leaves against wood decay fungi. *Bioresource Technology* 96,813-818.

Y

151. YAGOUB, S.O., 2008. Anti-Microbial Activity of *Tamarindus indica* and *Adansonia digitata* extracts against *E. coli* Isolated from Urine and Water Specimens. *Res. J. Microbiol* 3,193-197.
152. YAHIA M., 1992. *La Thérapeutique par les Plantes Communes en Algérie*, Ain Taya, p59

153. YAN, D., JIN, C., XIAO, X.H., DONG, X.P., 2008. Antimicrobial properties of berberines alkaloids in *FranchCoptischinesis* by microcalorimetry. *J BiochemBiophysMethods*70, 845-849.
154. YANIF Z., ELLASHABELSKY, SCHAFFERMAN D., 1999. Colocynth : Potential arid land oil seed from an ancient cucurbit. *in*: J. Janick (Ed). Perspectives on new corps and new use. ASHS press; Alescendria VA.
155. YIANNIKOURIS, A., JOURNY J-P., 2002. Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. *Prod. Anim*, 15, 3-16.
156. YIN, Y., GONG F,Y., XINWU, X., SUN, Y., LI, Y., CHEN, T., XU, Q. 2008. Antiinflammatory and immunosuppressive effect of flavones isolated from *Artemisia vestita*. *J Ethnopharmacol*, 120: 1–6.

Z

157. ZEE-CHENG, R.K., 1997. Anticancer research on Loranthaceae plants *Drugs Future* 22(5), 515-530.
158. ZIYYAT A., LEGSSYER A., MEKHFI H., DASSOULI A., SERHROUCHNI M., BENJELLOUN W., 1997. Phytotherapy of hypertension and diabetes in oriental Morocco. *J. Ethnopharmacol.*; 58: 45-54.
159. ZORO A.B.I., KOFFI K.K., DJE Y., 2003. Caractérisation botanique et agronomique de trois espèces de cucurbites consommées en sauce en Afrique de l'Ouest : *Citrullus* sp., *Cucumeropsis mannii* Naudin et *Lagenariasiceraria* (Molina) Standl. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*; 7 (3–4): 189-199.



Annexes

Annexes

1) Préparation des milieux de culture

a) Préparation de milieu de culture PDA

Bouillage 200 g de pommes de terre tranchées dans un 1 L de l'eau distillé pendant 20 minutes, on ajoutant l'eau distillée au bouillon obtenu (filtré) pour un volume final d'un litre.

Puis on ajoute 20 g de glucose et 20 g d'agar-agar en poudre puis le chauffer en agitant dans une plaque chauffante magnétique après on le stérilise dans autoclave à 120 kPa pendant 20 minutes.

b) Préparation de milieu de culture Mueller Hinton

Mélange 38 g de Mueller Hinton poudre dans 1L d'eau distillé Il faut homogénéiser puis le chauffer en agitant dans une plaque chauffante magnétique. Après on le stérilise dans un autoclave à 120 kPa pendant 20 minutes.

c) Préparation de milieu de culture Mueller Hinton Bouillon

Mélange de 21 g de Mueller Hinton Bouillon dans un 1l d'eau distillé, il faut homogénéiser puis le chauffer en agitant dans une plaque chauffante magnétique. Après on le stérilise dans un autoclave à 120 kPa pendant 20 minutes.

Résumé

Contribution à l'étude antimicrobienne des extraits éthanoliques de *Pistacia lentiscus*, *Citrullus colocynthis* et *Artemisia herba alba* plantes utilisées en médecine traditionnelle Algérienne.

Les plantes médicinales sont très utilisées localement par la population algérienne pour traiter les différentes maladies grâce à leurs activités biologiques, leurs constituants ont une longue histoire comme agents antimicrobien afin de combattre l'antibiorésistances qui occupe actuellement une place très importante conduisant les chercheurs vers la recherche de nouvelle stratégie de prévention et de lutte.

Ce travail porte sur l'étude in vitro de l'activité antimicrobienne des extraits éthanoliques des graines de *Citrullus colocynthis* et des feuilles de *Pistacia lentiscus* et d'*Artemisia herba alba*, des plantes aromatique et médicinale de la flore algérienne, vis-à-vis de quelques bactéries pathogènes pour l'Homme et quelques moisissure toxino-géné de contamination d'aliments. Cette activité antimicrobienne est testée par deux méthodes différentes afin de bien divulguer leurs pouvoirs antibactériens et antifongiques.

L'analyse phytochimique des extraits éthanoliques des graines de *Citrullus colocynthis*, des feuilles de *Pistacia lentiscus* et d'*Artemisia herba alba* a révélé la présence de quelques groupes chimiques (polyphénols totaux, terpènes et alcaloïdes) susceptibles d'exprimer les activités antimicrobienne recherchées.

Les résultats obtenus durant cette étude ont démontré l'efficacité antimicrobienne des extraits éthanolique de ces plantes. L'extrait éthanolique d'*Artemisia herba alba* a montré son capacité à exercer un pouvoir antibactérien sur la totalité des souches bactériens que chez les moisissure par un diamètre d'inhibition de 51,42 mm contre *S.aureus*, et l'extrait éthanolique des feuilles de *Pistacia lentiscus* a prouvé un effet antifongique sur certain souche fongique.

Les résultats montrent que les extraits éthanoliques des feuilles d'*A.rtemisia herba alba* et de *Pistacia lentiscus* utilisés à faible concentration pourraient avoir un potentiel important pour le contrôle biologique des bactéries pathogènes et des moisissures.

Mots clés : *Citrullus colocynthis*, *Pistacia lentiscus*, *Artemisia herba alba*, extrait éthanolique, analyse phytochimique, activité antibactérienne, activité antifongique.

Abstract

A Contribution to the study of antimicrobial activity of ethanolic extracts of *Pistacia lentiscus*, *Citrullus colocynthis* and *Artemisia herba alba* medicinal plants used in traditional medicine Algeria.

Medicinal plants are widely used locally by the Algerian population to treat various diseases, through biological activities, their constituents have a long history as antimicrobial agents to combat the interim who currently occupies a very important place leading researchers to search for new prevention and control strategy.

This work focuses on the study in vitro antimicrobial activity of ethanolic extracts from the seeds of *Citrullus colocynthis* and leaves of *Pistacia lentiscus* and *Artemisia herba alba* plants aromatic and medicinal Algerian flora, with some human pathogenic bacteria and some contamination of food toxigenic mold. This antimicrobial activity is tested by two different methods in order to properly disclose their antibacterial and antifungal powers.

The phytochemical analysis of the ethanolic extracts of the seeds of *Citrullus colocynthis*, leaves of *Pistacia lentiscus* and *Artemisia herba alba* revealed the presence of some chemical groups (polyphenols totals, terpenes and alkaloids) likely to express desired antimicrobial activities.

The results obtained during this study showed the ethanolic extracts antimicrobial effectiveness of these plants. Extract ethanolic of *Artemisia herba alba* showed its capacity to exercise a power of antibacterial on all of the bacterial strains as in the mold by a diameter of inhibition 51.42 mm against *S.aureus*, and the ethanolic extract from the leaves of *Pistacia lentiscus* has proven an antifungal on certain fungal strain effect.

The results show that ethanolic extracts of the leaves of *A. herba alba* and *P.lentiscus* used at low concentrations could have significant potential for biological control of pathogenic bacteria and mold.

Keywords: *Citrullus colocynthis*, *Pistacia lentiscus*, *Artemisia herba alba*, ethanolic extract, analysis phytochemical, antibacterial activity, antifungal activity.

المخلص

مساهمة في دراسة الخصائص المضادة للبكتيريا للمستخلصات الإيثانولية النباتية للأعشاب الطبية المستعملة في الجزائر، نبات الحنظل نبات الضرو والشيح

المستخلصات النباتية ومكوناتها لها تاريخ طويل كعامل مضاد للبكتيريا لمكافحة مقاومة المضادات الحيوية التي تشكل حاليا موضع دراسة مهم جدا مما يؤدي بكار الباحثين للبحث عن استراتيجيات جديدة للوقاية والسيطرة

و يركز هذا العمل على المستخلصات الإيثانولية لبذور نبات الحنظل وأوراق نبات الضرو والشيح، نباتات عطرية وطبية متواجدة في الجزائر، و نشاطها المضاد لعدة بكتيريا مسببة للأمراض للإنسان و فطريات مضرّة بالأغذية. يتم اختبار هذا النشاط المضاد للبكتيريا بطريقتين مختلفتين من أجل الكشف عن كامل صلاحياتها المضادة للجراثيم و الفطريات.

التحليل الكيميائي للمستخلصات الإيثانولية لبذور نبات الحنظل وأوراق نبات الضرو والشيح، كشف وجود بعض المجموعات الكيميائية (متعدد الفينول الكلي، التيربينات، أشباه القلوبات) قابلة للتعبير عن الأنشطة المضادة للبكتيريا المطلوبة.

أظهرت نتائج هذه الدراسة النشاط المضاد للبكتيريا للمستخلصات الإيثانولية لهذه النباتات، المستخلص الإيثانولي لنبات الشيح أظهر قدرته على ممارسة المضادة للبكتيريا على جميع السلالات البكتيرية على عكس عند الفطريات و اثباط ستافيلوكوكس اوريس ب 15,42 ملم،

و المستخلص الإيثانولي لأوراق نبات الضرو أثبت نشاط مضاد فطري على بعض السلالات الفطرية

وأظهرت النتائج أن المستخلص الإيثانولي لبذور نبات الحنظل وأوراق نبات الضرو المستخدمة بتركيزات منخفضة يمكن أن يكون لها إمكانيات كبيرة للمكافحة البيولوجية من البكتيريا المسببة للأمراض و الفطريات في المواد الغذائية

كلمات البحث: نبات الحنظل، نبات الضرو، نبات الشيح، المستخلص الإيثانولي، التحليل الكيميائي النباتي، النشاط المضاد للبكتيريا، النشاط المضاد للفطريات.