



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



## **Université Amar Thelidji- Laghouat**

**FACULTE: des sciences**  
**DEPARTEMENT : de Biologie**

### **MEMOIRE DE MASTER**

**Présenté par : Mr. BISKER Taha Mohamed El-Amine**

**DOMAINE : Sciences de la nature et de la vie**

**FILIERE : Microbiologie**

**OPTION : Microbiologie environnementale et infectieuse**

### **Thème**

**Contribution à l'étude de l'activité antifongique de quelques extraits  
aqueux de plantes utilisées en médecine traditionnelles.**

Soutenu le : 06-06-2015

**Devant le jury composé de :**

**Mr. ZEROUK Salim** ..... Président ..... Université de Laghouat  
**Mr. ZIANE Mohamed** ..... Examineur ... Université de Laghouat  
**Mr. GACEM Mohamed Amine** ..... Promoteur ..... Université de Laghouat

**JUIN 2015**

# Remerciement

---

*Je remercie tout d'abord le bon DIEU qui m'a donné  
Le courage et la volonté d'achever ce travail.*

Je tiens à exprimer mes remerciements en premier lieu à  
Mr. GACEM Mohamed Amine, pour avoir encadré et dirigé ce travail  
avec une grande rigueur scientifique,  
pour la confiance qu'il m'a témoigné depuis le début et pour son soutien tout au  
long de la réalisation de ce projet. C'est à la fois un privilège  
et une expérience exceptionnelle d'avoir pu bénéficier de ses conseils.

Mes vifs remerciements s'adressent également aux membres de jury d'avoir  
acceptés d'examiner ce travail.

Mes sincères remerciements vont à tous les enseignants qui m'accompagnent  
durant ma formation.

J'exprime ma reconnaissance à tous mes collègues de Master Microbiologie  
et  
à tous ceux qui ont contribué de près  
ou de loin à accomplir ce modeste travail.

## *Dédicace :*

---

Je dédie ce travail à mes parents,  
qu'ils trouvent ici ma plus profonde gratitude  
et tout mon amour pour leur soutien tout au long de mes études.  
que DIEU les protège, en témoignage de ma profonde affection.

A mes frères Slimane et Anes,  
A mes sœurs Sirine et Ines  
A toute la famille Bisker et Benslimane

A tous mes collègues  
et  
mes amis

A tous ce que j'aime

## *Table des matières*

	<i>Page</i>
<b>Liste des abréviations</b>	<b>I.</b>
<b>Liste des figures</b>	<b>II.</b>
<b>Liste des photos</b>	<b>III.</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>IV.</b>
<b>Résumé</b>	<b>V.</b>
<b>Abstract</b>	<b>VI.</b>
<b>ملخص</b>	<b>VII.</b>
<b>Introduction</b>	<b>01</b>

### **PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

<b>I. Altération alimentaire par les champignons</b>	<b>03</b>
<b>I. 1. Détérioration alimentaire et facteurs favorisant</b>	<b>03</b>
<b>I. 2. Les mycotoxines</b>	<b>04</b>
<b>I. 2.1. Généralités sur les mycotoxines</b>	<b>04</b>
<b>I. 2.2. Contamination des produits alimentaire par les mycotoxines</b>	<b>04</b>
<b>I. 2.3. Champignons producteurs de mycotoxines</b>	<b>05</b>
<b>I. 2.4. Classification des mycotoxines</b>	<b>07</b>
<b>I. 2.5. Pathogénie et mode d'expression</b>	<b>07</b>
<b>a- Ingestion</b>	<b>07</b>
<b>b- Inhalation</b>	<b>07</b>
<b>c- Contact</b>	<b>08</b>
<b>I. 2.6. Les types des mycotoxines</b>	<b>08</b>
<b>a- Les aflatoxines</b>	<b>08</b>
<b>a1- Définition</b>	<b>08</b>
<b>a2- Propriétés physico-chimiques des Aflatoxines</b>	<b>08</b>
<b>a3- Profil toxicologique des aflatoxines</b>	<b>09</b>
<b>b- Les ochratoxines</b>	<b>09</b>
<b>b1- Définition</b>	<b>09</b>
<b>b2- Propriétés physico-chimiques des Ochratoxines</b>	<b>09</b>

c- La zéaralénone	10
d- Les trichothécènes	10
e- Les fumonisines	11
f- La patuline	11
II. La phytothérapie et la médecine traditionnelle	12
III. Plantes étudiées	13
III. 1. <i>Artemisia herba alba</i>	13
III. 1.1. Présentation de la plante	13
III. 1.2. Description botanique et systématique	13
III. 1.3. Propriété thérapeutique et usage traditionnel	14
III. 1.4. Composition chimique	14
III. 2. <i>Citrullus colocynthis</i>	15
III. 2.1. Présentation de la plante	15
III. 2.2. Classification botanique	15
III. 2.3. Description morphologique	16
III. 2.4. Répartition géographique	16
III. 2.5. Toxicité	16
III. 2.6. Propriété thérapeutique et usage traditionnel	16
III. 2.7. Composition chimique	17
III. 3. <i>Origanum glandulosum</i>	17
III. 3.1. Présentation de la plante	17
III. 3.2. Description botanique et systématique de la plante	18
III. 3.3. Propriété thérapeutique et usage traditionnel	18
III. 4. <i>Pistacia lentiscus</i>	19
III. 4.1. Présentation de la plante	19
III. 4.2. Systématique de la plante Description botanique	19
III. 4.3. Propriété thérapeutique et Usage traditionnel	20
III. 4.4. Composition chimique	20
III. 5. <i>Eucalyptus globulus</i>	21
III. 5.1. Présentation de la plante	21
III. 5.2. Description botanique et systématique de la plante	21
III. 5.3. Propriété thérapeutique et usage traditionnel	22
III. 5.4. Composition chimique	22

## DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

I. Matériel et méthodes	23
I. 1. Matériel végétal	23
I. 2. Souches fongiques	25
I. 2.1. Choix des souches fongiques	25
I. 2.2. Vérification de la pureté des souches	25
a- Identification des genres par la technique de scotch	25
b- Identification des genres par la technique de micro-culture	25
I. 3. Préparation des extraits et étude phytochimique	26
I. 3.1. Préparation des extraits aqueux	28
- Extraction par macération à l'eau	28
I. 3.2. Détermination du rendement des extraits secs	28
I. 3.2. Tests phytochimiques	29
a1- Détection des polyphénols a1- Détection des tanins	29
a2- Détection des flavonoïdes	29
a3- Détection des saponosides	29
b4- Détection des alcaloïdes	30
I. 4. Evaluation du pouvoir antifongique des extraits aqueux de plantes	30
I. 4.1. Préparation des pré-cultures	30
I. 4.2. Evaluation du pouvoir antifongique des extraits par la méthode de dilution sur milieu solide	30
I. 4.3. Evaluation du pouvoir antifongique des extraits par la méthode des puits	31
a- Préparation de la suspension fongique	31
b- Préparation de la gamme de concentration et inoculation des boîtes de Pétrie	32
<b>II. Résultats et discussions.</b>	<b>33</b>
<b>II. 1. Extraction et étude phytochimique des extraits aqueux des plantes</b>	<b>33</b>
<b>II. 1.1. Rendements des extractions aqueuses</b>	<b>33</b>
<b>II. 1.2. Etude phytochimique des extraits aqueux</b>	<b>33</b>
<b>DISCUSSION</b>	<b>34</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>36</b>
<b>II. 2. Activité antifongique des extraits aqueux des plantes</b>	<b>36</b>
<b>II. 2.1. Genres fongiques identifiés par la méthode de micro-culture et de Scotch</b>	<b>36</b>
<b>II. 2.2. Activité antifongique des extraits aqueux des plantes par la</b>	<b>38</b>

méthode des disques	
<b>a-</b> Activité antifongique des extraits aqueux des plantes sur <i>Aspergillus flavus</i>	<b>38</b>
<b>b-</b> Activité antifongique des extraits aqueux des plantes sur <i>Aspergillus parasiticus</i>	<b>42</b>
<b>c-</b> Activité antifongique des extraits aqueux des plantes sur <i>Fusarium gaminirium</i>	<b>42</b>
<b>d-</b> Activité antifongique des extraits aqueux des plantes sur <i>Penicillium expansum</i>	<b>43</b>
<b>II. 2.3.</b> Activité antifongique des extraits aqueux des plantes par la méthode des puis	<b>44</b>
<b>DISCUSSION</b>	<b>48</b>
<b>CONCLUSION</b>	<b>50</b>
<b>CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVE</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	<b>53</b>
<b>ANNEXE</b>	

## Liste des abréviations.

<b>AFB1</b>	Aflatoxine Blue 1.
<b>AFB2</b>	Aflatoxine Blue 2.
<b>AFG1</b>	Aflatoxine Green 1.
<b>AFG2</b>	Aflatoxine Green 2.
<b>AFM1</b>	Aflatoxine Milk 1.
<b>CMF</b>	Concentration minimale fongicide
<b>Eaq</b>	Extrait aqueux.
<b>Milieu PDA</b>	Milieu Potatoes Dextrose Agar.
<b>OTA</b>	Ochratoxine A.
<b>OTB</b>	Ochratoxine B.
<b>OTC</b>	Ochratoxine C.
<b>PM</b>	Poids moléculaire.
<b>Rd</b>	Rendement.
<b>RF</b>	Facteur de rétention.
<b>UF</b>	Unité fongique.
<b>UV</b>	Ultra-violet.

## Liste des figures

	<i>Page</i>
<b>Figure 01</b> Structure chimique des aflatoxines	<b>08</b>
<b>Figure 02</b> Structure chimique des ochratoxines	<b>10</b>
<b>Figure 03</b> (A) Les plantes étudiés (B) Situation des différentes stations de prélèvements des échantillons	<b>24</b>
<b>Figure 04</b> Méthode d'identification microscopique des moisissures par micro-culture	<b>26</b>
<b>Figure 05</b> Préparation de la poudre des plantes sélectionnées pour extraction	<b>27</b>
<b>Figure 06</b> Schéma du procédé d'extraction	<b>28</b>
<b>Figure 07</b> Evaluation de l'activité antifongique par la méthode de dilution sur milieu solide	<b>31</b>
<b>Figure 08</b> Evaluation de l'activité antifongique par la méthode des puits	<b>32</b>
<b>Figure 09</b> Rendements de l'extraction aqueuse.	<b>33</b>
<b>Figure 10</b> Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits aqueux de plantes sur <i>Aspergillus flavus</i> par la méthode de disque.	<b>39</b>
<b>Figure 11</b> Résultat de l'activité antifongique des extraits aqueux des cinq plantes par la méthode de disque.	<b>40</b>
<b>Figure 12</b> Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits aqueux de plantes sur <i>Aspergillus parasiticus</i> par la méthode de disque.	<b>42</b>
<b>Figure 13</b> Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits aqueux de plantes sur <i>Fusarium graminearum</i> par la méthode de disque.	<b>43</b>
<b>Figure 14</b> Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits aqueux de plantes sur <i>Penicillium expansum</i> par la méthode de disque.	<b>44</b>
<b>Figure 15</b> Résultat de l'activité antifongique des extraits aqueux d' <i>A. herba alba</i> par la méthode de puits.	<b>46</b>
<b>Figure 16</b> Résultat de l'activité antifongique de l'extrait aqueux de <i>P. lentiscus</i> par la méthode de puits.	<b>47</b>

## Liste des photos.

		<i>Page</i>
<b>Photo 01</b>	<i>Artemisia herba alba</i>	<b>13</b>
<b>Photo 02</b>	<i>Citrullus colocynthis</i>	<b>14</b>
<b>Photo 03</b>	<i>Origanum glandulosum</i>	<b>17</b>
<b>Photo 04</b>	<i>Pistacia lentiscus</i>	<b>19</b>
<b>Photo 05</b>	<i>Eucalyptus globulus</i>	<b>21</b>
<b>Photo 06</b>	Fruit de <i>Citrullus colocynthis</i> .	<b>24</b>
<b>Photo 07</b>	Feuille de <i>Pistacia lentiscus</i>	<b>24</b>
<b>Photo 08</b>	<i>Artemisia herba alba</i>	<b>24</b>
<b>Photo 09</b>	Feuille d' <i>Eucalyptus globulus</i>	<b>24</b>
<b>Photo 10</b>	Feuille d' <i>Origanum glandulosum</i>	<b>24</b>
<b>Photo 11</b>	Méthode d'identification microscopique des moisissures par la méthode de scotch	<b>26</b>
<b>Photo 12</b>	Aspect microscopique des souches <i>Aspergillus flavus</i>	<b>37</b>
<b>Photo 13</b>	Aspect microscopique des souches <i>Penicillium expansum</i>	<b>37</b>
De <b>Photo 14</b> a <b>Photo 21</b>	Résultat de l'activité antifongique des extraits aqueux des cinq plantes par la méthode de disque.	<b>40</b>
De <b>Photo 22</b> a <b>Photo 33</b>	Résultat de l'activité antifongique des extraits aqueux d' <i>A. herba alba</i> par la méthode de puits.	<b>46</b>
De <b>Photo 34</b> a <b>Photo 45</b>	Résultat de l'activité antifongique de l'extrait aqueux de <i>P. lentiscus</i> par la méthode de puits	<b>47</b>

## Liste des tableaux

	<i>Page</i>
<b>Tableau 01.</b> Les principales moisissures contaminant les céréales et les autres denrées alimentaires	<b>05</b>
<b>Tableau 02.</b> Espèces fongiques productrices de mycotoxines	<b>06</b>
<b>Tableau 03.</b> Origine et date de prélèvement des échantillons	<b>23</b>
<b>Tableau 04.</b> Souches fongiques utilisées pour tester l'activité biologique des extraits	<b>25</b>
<b>Tableau 05.</b> Tests phytochimiques effectués sur les extraits aqueux des plantes	<b>34</b>
<b>Tableau 06.</b> Résultats de l'activité antifongiques des extraits aqueux de plantes par la méthode de puis	<b>45</b>

## Résumé :

### Contribution à l'étude de l'activité antifongique de quelques extraits aqueux de plantes utilisées en médecine traditionnelles

Les plantes médicinales sont très utilisées localement par la population algérienne pour traiter différentes maladies grâce à leurs activités biologiques, leurs constituants ont une longue histoire comme agents antifongique, Cependant, leur utilisation comme préservateurs des denrées alimentaire été rarement rapportée.

Ce travail porte sur l'étude *in vitro* de l'activité antifongique et des extraits aqueux des graines de *Citrullus colocynthis* et des feuilles d'*Artemisia herba alba*, *Origanum glandulosum*, *Pistacia lentiscus*, et d'*Eucalyptus globulus*, des plantes médicinaux de la flore algérienne, vis-à-vis de quelques champignons pathogènes de contamination des aliments.

L'analyse phytochimique de nos extraits aqueux a révélé la présence de quelques groupes chimiques (polyphénols totaux, stéroïdes et alcaloïdes) susceptibles d'exprimer les activités antifongiques recherchées sur les espèces fongiques contaminants. L'étude de l'activité antifongique des extraits aqueux a démontré que l'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba* dévoile une activité antifongique importante avec un pourcentage d'inhibition de **69,23%** suivi d'*Eucalyptus globulus* et de *Origanum glandulosum* avec un pourcentage d'inhibition de **20%** sur *Aspergillus flavus*. La méthode des puits a révélé que l'extrait d'*Artemisia herba alba* possédé une bonne activité antifongique contre le *Fusarium graminirium* et *Penicillium expansum*.

Les résultats obtenus montrent que les extraits de plantes utilisés surtout à faible concentration pourraient avoir un potentiel important pour le contrôle biologique des champignons dans les denrées alimentaires.

## Mots clés :

*Citrullus colocynthis*, *Artemisia herba alba*, *Origanum glandulosum*, *Pistacia lentiscus*, *Eucalyptus globulus*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium graminirium*, *Penicillium expansum*, extrait aqueux, activité antifongique.

## **Abstract :**

### **Contribution to the study of the antifungal activity of aqueous extracts of some plants used in traditional medicine**

Medicinal plants are used locally by the Algerian population to treat different diseases with their biological activities, their constituents have a long history as antifungal agents, however, their use as preservatives in food commodities rarely been reported.

This work focuses on the study in vitro antifungal activity and aqueous extracts of the seeds of *Citrullus colocynthis* and leaves of *Artemisia herba alba*, *Origanum glandulosum*, *Pistacia lentiscus*, and *Eucalyptus globulus*, medicinal plant flora Algeria, with some pathogenic fungi contamination of food.

Phytochemical analysis of our aqueous extracts revealed the presence of some chemical groups (total polyphenols, steroids and alkaloids) capable of expressing the antifungal activities sought contaminants fungal species. The study of the antifungal activity of the aqueous extracts showed that the aqueous extract of *Artemisia herba alba* reveals a significant antifungal activity with a percentage of inhibition of **69.23%** followed by *Eucalyptus globulus* and *Origanum glandulosum* with a percentage of **20%** inhibition of *Aspergillus flavus*. The method of the wells revealed that the extract of *Artemisia herba alba* possessed good antifungal activity against *Fusarium graminearum* and *Penicillium expansum*.

The results show that the plant extracts used mainly in low concentration could have significant potential for the biological control of fungi in food.

## **Keywords:**

*Citrullus colocynthis*, *Artemisia herba alba*, *Origanum glandulosum*, *Pistacia lentiscus*, *Eucalyptus globulus*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium graminearum*, *Penicillium expansum*, aqueous extract, antifungal activity.

## الملخص :

مساهمة في دراسة نشاط مضاد للمستخلص المائي لبعض النباتات المستخدمة في الطب التقليدي

تستخدم النباتات الطبية محليا من قبل الشعب الجزائري لعلاج أمراض مختلفة بفضل الأنشطة البيولوجية، مكوناتها لها تاريخ طويل كمضاد للفطريات، و مع ذلك استخدامها كمادة حافظة في السلع الغذائية نادرا ما تذكر.

يركز هذا العمل على الدراسة المخبرية لنشاط مضاد الفطريات و للمستخلصات المائية لبذور *Citrullus colocynthis* ، و اوراق *Artemisia herba alba* ، *Origanum glandulosum* ، *Pistacia lentiscus* ، و *Eucalyptus globulus* نباتات طبية من النباتات الاقليمية الجزائرية، وجها لوجه ضد بعض الفطريات المسببة للأمراض من تلوث الأغذية.

كشف تحليل النباتات الكيميائي لمستخلصاتنا المائية وجود بعض المجموعات الكيميائية (مجموع البوليفينول، المنشطات والقلويدات) قادرة على التعبير عن الأنشطة المضادة للفطريات المبحوث عنها على انواع الملوثات الفطرية. أظهرت دراسة نشاط مضاد للمستخلص المائي أن المستخلص المائي *Artemisia herba alba* له نشاط مضاد كبير مع نسبة تثبيط 69.23% تليها *Eucalyptus globulus* و *Origanum glandulosum* بنسبة 20% تثبيط *Aspergillus flavus* طريقة الأبار كشفت أن مستخلص *Artemisia herba alba* تمتلك نشاط مضاد جيد ضد *Penicillium expansum* و *Fusarium graminearum*.

النتائج التي تم الحصول عليها تشير إلى أن المستخلصات النباتية تستخدم أساسا بتركيز منخفض يمكنها امتلاك امكانية كبيرة للمكافحة البيولوجية للفطريات في الطعام.

## الكلمات المفتاحية :

*Pistacia lentiscus* ، *Origanum glandulosum* ، *Artemisia herba alba* ، *Citrullus colocynthis* ، *Penicillium expansum* ، *Fusarium graminearum* ، *Aspergillus flavus* ، *Eucalyptus globulus* معلوم مائي، نشاط مضاد الفطريات.

# ***Introduction.***

---

## **Introduction**

Les graines de céréales constituent, depuis toujours, la principale ressource alimentaire de l'Homme et de l'animal et possèdent un pouvoir nutritionnel important. Dans la plupart des cas, la production des céréales est assurée par une seule récolte dans l'année alors que la consommation est prolongée toute au long de l'année, d'où la nécessité du stockage. Malheureusement, de nombreux agents de détériorations (vertébrés, insectes, moisissures, acariens,...) sont la cause de la perte d'une grande partie des récoltes de céréales et même leurs sous-produits. Les moisissures et leurs métabolites secondaires entraînent, à l'échelle mondiale, des pertes de céréales et leurs dérivées estimées de 5 à 10% (**pfohl-leszkowicz, 1999**).

La sécrétion des métabolites secondaires hautement toxiques, par les champignons mycotoxinogènes au cours de leur prolifération sur les denrées alimentaire, constitue un danger réel pour la sécurité sanitaire de l'Homme et de l'animal. En Angleterre, en 1960, l'ingestion d'une farine importée du Brésil, contaminée par *Aspergillus flavus* a entraîné la mort brutale d'une centaine de milliers de volailles. Cet événement dénommé autrefois tout simplement « Turkey-X- Disease » a donné le départ d'une série d'études et de recherches sur les moisissures et leurs substances actives (**Tantaoui, 1977**).

La toxicité chronique des mycotoxines et surtout les aflatoxines et des ochratoxines surviennent après l'ingestion répétée de doses très faibles. Des résultats *in vivo* ont montré que l'aflatoxine B1 provoque très fréquemment des mutations. Les aflatoxines et les ochratoxines provoquent un ensemble de pathologies animales surtout chez les animaux qui se nourrissent des céréales contaminées (**Aguillar et al., 1993**).

La recherche de nouvelles stratégies de prévention contre les infections et les maladies d'origine fongique, 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.

Malgré les études multiples sur l'utilisation de la *Citrullus colocynthis*, le *Pistacia lentiscus*, l'*Artimisia herba alba*, l'*Eucalyptus globulus* et l'*Origanum glandulosum* dans le domaine culinaire et celui de la médecine traditionnelle, peu de travaux ont été réalisés sur l'effet antifongique des extraits aqueux de ces plantes.

## *Introduction*

---

L'utilisation des substances naturelles dans la lutte contre les moisissures est à l'origine du choix de notre thème qui consiste en l'extraction de quelques métabolites à partir de *Citrullus colocynthis*, *Pistacia lentiscus*, *Artemisia herba alba*, *Eucalyptus globulus* et *Origanum glandulosum* et la recherche de leurs effets antifongiques sur des souches fongiques potentiellement toxigène.

Pour se faire, une synthèse bibliographique représentant la première partie de notre étude a été réalisée afin de regrouper les informations essentielles sur la contamination des denrées alimentaire par les champignons toxiques et une étude sur les plantes médicinales et leurs activités biologiques sélectionnées pour cette étude.

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.***

---

***Altération  
alimentaire par  
les champignons***

---

## **I. Altération alimentaire par les champignons**

Les maladies animales d'origine alimentaire constituent à l'heure actuelle l'un des problèmes les plus répandus à l'échelle internationale. Leurs répercussions sur la santé animale 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**).

### **I. 1. Détérioration alimentaire et facteurs favorisant**

La présence de micro-organismes peut influencer négativement la qualité d'un aliment, et également avoir des conséquences dommageables sur la santé humaine s'ils sont pathogènes et produisent des toxines. La sécurité microbiologique des aliments reste, tout au long de la chaîne de production alimentaire, une préoccupation majeure de tous les intervenants, du producteur au consommateur. De nos jours, le marché alimentaire est soumis à des contrôles de qualité stricts pour certifier que les aliments sont exempts de germes pathogènes (**Albert, 2007**).

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 subir des pertes de qualité, la quantité, la composition des nutriments, et ainsi de réduire la valeur de marché. Selon l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), environ 1000 millions de tonnes métriques de nourriture est gâché dans le monde chaque année en raison de mycotoxines produites par des moisissures de stockage (**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 champignons, 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. La présence de mycotoxines dans un produit final pourrait dépendre de la transformation des aliments, les mycotoxines dans les céréales et leurs 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. 2. Les mycotoxines**

### **I. 2.1. Généralités sur les mycotoxines**

Le terme mycotoxine vient du grec « mycos » qui signifie champignon et du latin « toxicum » qui signifie poison. Il s'agit donc de substances chimiques toxiques, issues du métabolisme secondaire de certaines moisissures qui se développent sur une large variété de denrées alimentaires, et en particulier les céréales (**Castegnaro et al., 2002**).

Les aliments sont fréquemment contaminés par plusieurs moisissures capables de produire chacune plusieurs toxines. En raison de leurs effets toxiques et de leurs propriétés synergiques, les mycotoxines présentent un grave risque pour les consommateurs de ces produits contaminés (**Yiannikouris et Journy., 2002**).

### **I. 2.2. 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 suboptimales 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 (AFT) 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. 2.3. 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). Le Tableau 02 démontre les principales espèces productrices de mycotoxines.

**Tableau 02.** Espèces fongiques productrices de mycotoxines (Reboux, 2006)

Mycotoxines	Espèces
Aflatoxine	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus parasiticus</i> , <i>Penicillium frequentans</i>
Ochratoxines	<i>Aspergillus ochraceus</i> , <i>Aspergillus carbonarius</i> , <i>Penicillium verrucosum</i> , <i>Penicillium cyclopium</i> , <i>Penicillium veridicatum</i>
Patuline	<i>Penicillium expansum</i> , <i>Byssoclamys nivea</i> , <i>Byssoclamys fulva</i> , <i>Aspergillus clavatus</i>
Islandicine, citrine, lutéoskyrine	<i>Penicillium islandicum</i> <i>Penicillium brunneum</i> , <i>Penicillium citrinum</i> , <i>Aspergillus terreus</i>
Rubratoxine	<i>Penicillium rubrum</i> , <i>Penicillium purpurogenum</i>
Trichothécènes	<i>Fusarium tricinctum</i> , <i>Fusarium sporotrichoides</i>
Fumosines	<i>Fusarium moniliforme</i> , <i>Fusarium proliferatum</i>
Zéaralérone	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>Fusarium tricinctum</i> , <i>Fusarium oxysporum</i>
Diacétoxiscirpénol	<i>Fusarium graminearum</i> , <i>Fusarium roseum</i>
Nivalénol, fusarénones	<i>Fusarium nivale</i>
Satratoxine, roridine, verrucarine	<i>Stachybotrys chartarum</i>
Trichodermine, trichoverrine	<i>Trichoderma viride</i>
Chasetoglobosine	<i>Chaetomium globosum</i>
Trichodermol, trichodermine	<i>Memnoniella sp.</i>

## I. 2.4. Classification des mycotoxines

Les mycotoxines appartiennent à différentes catégories :

- **Les polyacétates** : aflatoxines, citrinines, ochratoxines, patuline, zéaralénone, fumonisine.
- **Les terpènes** : tricothécènes (sesqui), toxine T-2, verrucarine, roridines, fusarénone, trémorgènes (di), désoxynivalénol, diacétoxyscirpénol.
- **Les peptides** : ergotamine, tryptoquivaline, acide aspergillique, acide cyclopiazonique, slaframine.
- **Les dicéto-pipérazines** : gliotoxine, roquefortine, sporidesmine (**Turner et al., 1983**).

## I. 2.5. Pathogénie et mode d'expression

### a- Ingestion

Bien que le pouvoir pathogène des mycotoxines par ingestion n'ait été établi réellement que depuis les années 1960, c'est depuis le Moyen Âge que les chroniques relatent le «feu de Saint-Antoine» se manifestant, à la suite de la consommation de pain contaminé par *Claviceps purpurea* (ergotisme). Des effets hépatotoxiques, neurotoxiques, mutagènes, tératogènes et cancérigènes des différentes mycotoxines ont été prouvés chez l'animal par voie digestive (**Hendry et al., 1993 ; Loiseau et al., 2005**)

### b- Inhalation

Le pouvoir pathogène des mycotoxines absorbées par inhalation reste difficile à établir (**Loiseau et al., 2005 ; Miller et al., 2003**). La taille des particules contenant les mycotoxines (exemple : spores, fragments mycéliens) ou sur lesquelles elles sont adsorbées (exemple : poussières) détermine la profondeur de la pénétration des substances toxiques dans l'arbre bronchique. Dans l'environnement intérieur (**Robbins et al., 2000**).

La majorité des mycotoxines sont de puissantes cytotoxines qui interfèrent à plusieurs niveaux de la vie cellulaire. Ainsi, certaines mycotoxines, peuvent bloquer la production de surfactants ou détruire les macrophages au niveau pulmonaire (**Nikulín et al., 1997 ; Lee et al., 1999**). Certaines toxines attaquent l'intégrité de la structure de l'épithélium pulmonaire permettant à la moisissure de coloniser les cavités alvéolaires. Ces différents modes d'action ont des effets délétères sur les voies respiratoires (**Lougheed et al., 1995**) et peuvent mener à l'exacerbation de l'asthme (**Gordon et al., 1993**). De plus,

les mycotoxines associées à des spores inhalées peuvent être transloquées au niveau de l'épithélium respiratoire vers d'autres sites et produire ainsi des effets systémiques plus généraux (effet sur la tension artérielle et le rythme cardiaque) (Flannigan et al., 1991).

### c- Contact

L'action directe des mycotoxines sur la peau a été établie, ainsi les trichotécènes sont irritantes pour la peau et peuvent causer des rougeurs à faibles doses (Husman, 1996)

## I. 2.6. 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-Leszkowicz, 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 B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> et G<sub>2</sub> (Yiannikouris et Journy., 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)

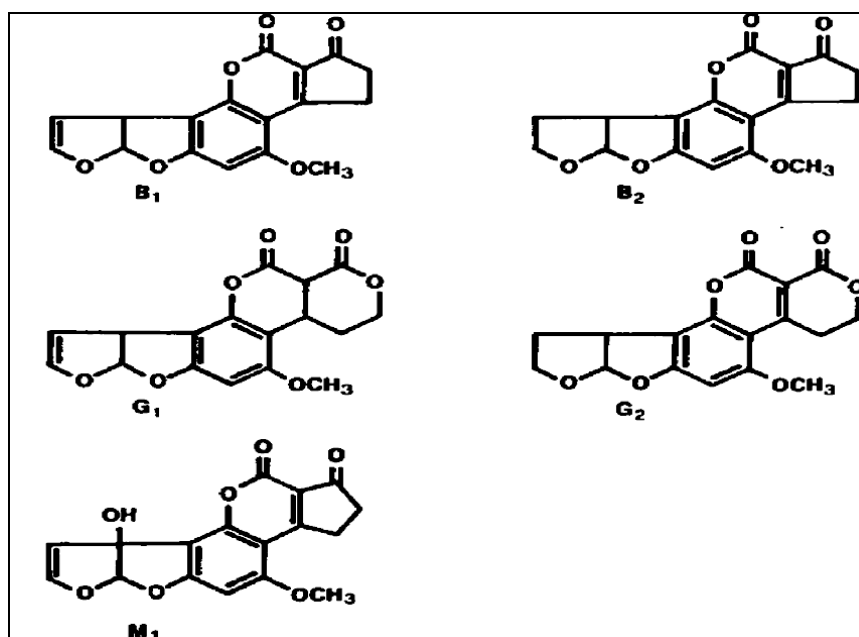


Figure 01. Structure chimique des aflatoxines (Pfohl-Leszkowicz, 1999).

### 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 sublétales, 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-Leszkowicz et al., 2003**). 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-Leszkowicz 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 bleue 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).

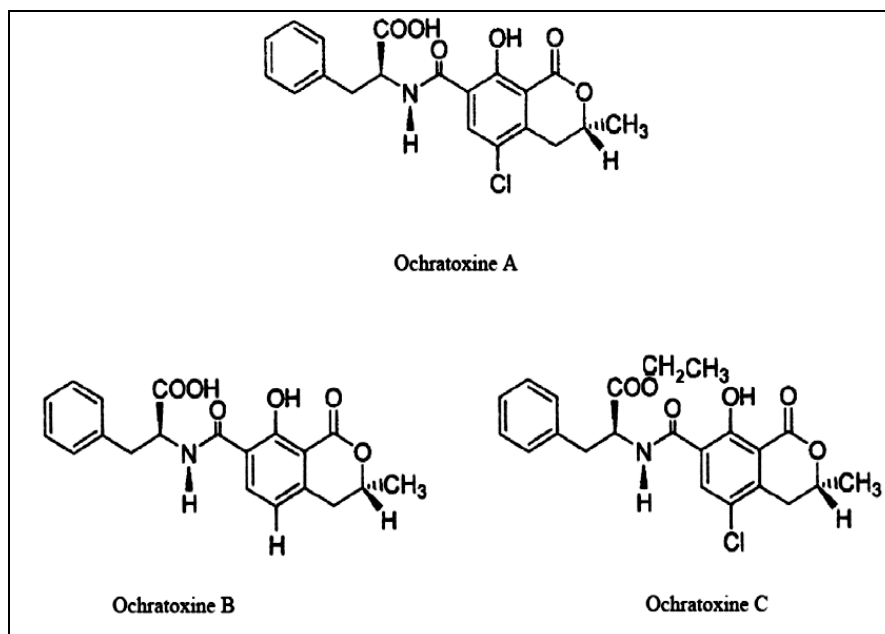


Figure 02. Structure chimique des ochratoxines (COLE et al., 2003)

### 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 *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 ex-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-Leszkowicz 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).

***La phytothérapie  
et la médecine  
traditionnelle***

---

## **II. La phytothérapie et la médecine traditionnelle**

L'Afrique est considérée comme le berceau de l'humanité, elle est d'une diversité biologique et culturelle très riche. La médecine traditionnelle africaine est la plus ancienne et peut-être la plus diversifiée de tous les systèmes de médecine. Le continent africain est reconnu. Pour avoir un taux d'endémisme élève contre l'un des taux de déforestation les plus élevés dans le monde. Malheureusement et jusqu'à ce jour, les systèmes médicamenteux sont mal enregistrés **(Rechardin , 1996)**.

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)**.

La médecine traditionnelle et plus particulièrement les traitements à base de plantes étaient bien développés en Algérie. **(Rebbas et al, 2012)**

Récemment, plusieurs travaux ont mis en évidence les différentes activités biologiques des plantes aromatiques et médicinales, en particulier leurs pouvoirs antifongique, antibactérien et antioxydant. Ainsi par ces propriétés, les huiles essentielles ont été utilisées dans le domaine de conservation alimentaire, d'industrie des parfums, des cosmétiques, de la pharmacie et de l'agroalimentaire. Dans ce contexte, de nombreuses études ont montré que les extraits de certaines plantes aromatiques ont une action inhibitrice sur la croissance et la toxinogénèse de plusieurs bactéries et champignons responsables d'infections alimentaires. **(Aouadhi et al, 2013)**

## ***Les plantes étudiées.***

---

## II. Les plantes étudiées

### II. 1. La phytothérapie

L'Afrique est considérée comme le berceau de l'humanité, elle est d'une diversité biologique et culturelle très riche. La médecine traditionnelle africaine est la plus ancienne et peut-être la plus diversifiée de tous les systèmes de médecine. Le continent africain est reconnu. Pour avoir un taux d'endémisme élève contre l'un des taux de déforestation les plus élevés dans le monde. Malheureusement et jusqu'à ce jour, les systèmes médicamenteux sont mal enregistrés (**Rechardin , 1996**).

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**).

### II. 2. L'armoise blanche

#### II. 2.1. 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 (**Rodrigues et al., 1998**).

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**)

#### II. 2.2. 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 (**Nawwar et al., 1989**) (Photo 01).

*Artemisia herba alba* est très répandu sur les Hautes-Plaines, les zones steppiques et le Sahara (**Rabbas et al, 2012**)

Nom vernaculaire : Algérien : Chih, Français : Armoise blanche



**Photo 01.** *Artemisia herba alba* (photo originale).

**Règne :** *Plantae*

**Sous-règne :** *Tracheobionta*

**Division :** *Magnoliophyta*

**Classe :** *Magnoliopsida*

**Sous-classe :** *Asteridae*

**Ordre :** *Asterales*

**Famille :** *Asteraceae*

**Genre :** *Artemisia*

**Espèce :** *A. herba alba* (Asso)

## **II. 2.3. 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 (**Eidi et al., 2008**). Plusieurs études scientifiques ont également prouvées l'efficacité de l'armoise blanche en tant qu'agent antidiabétique (**Barham et al., 1972**), antiparasitaire, antibactérien, antiviral, antioxydant, antimalarien, antipyrétique, antispasmodique et antihémorragique (**Deyama et al., 2006**)

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**).

## **II. 2.4. 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 (**Papoutis et al., 2006**) 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* (**Tóth et al., 2007 ; Alkhatib 2010**)

En plus des sesquiterpènes lactones et des flavonoïdes, l'analyse phytochimique a montré que la composition des huiles essentielles de l'*Artemisia herba alba* est riche en monoterpènes, triterpènes pentacycliques, santonines, coumarines et tanins (**Matteucci et al., 2008**)

## **II. 3. La coloquinte**

### **II. 3.1. Présentation de la plante**

C'est une herbe couchée avec une petite jaune fleur, son fruit est très amer. Il pousse largement et rapidement dans les sols sableux, cette plante est d'importance médicinale. (**Al-Ghamdi, 2015**) (Photo 02)



**Photo 02.** *Citrullus colocynthis* (photo originale).

Noms vernaculaires

**Arabe** : Handal, Hadag, Handhal ; Hantal, Hadjj ; **Berber** : Taberka, Tefersite, Tadjellet ; **Français** : Coloquinte, Chicotin ; **Anglais** : Colocynth, Bitter apple, Bitter gourd ; **Allemand** : Bitterzitrulle, Bitterapfel ; **Inde** : Tumba ou Gartoomba ; **Italien** : Coloquintida, Popone amaro colocointe (**Sincich, 2002**).

## **II. 3.2. Classification botanique**

*Citrullus colocynthis* appartient à la famille des cucurbitacées qui comprend à peu près **100** genres et **750** espèces. Cette famille est connue pour sa grande diversité génétique et sa grande adaptation aux régions tropicales, subtropicales et les déserts arides (**Giwa et al., 2010**).

**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* (**Zoro et al., 2003**).

## **II. 3.3. 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. 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 (**Duke, 1983**).

## II. 3.4. Répartition géographique

La coloquinte est une plante herbacée des régions saharo-arabiennes et du bassin méditerranéen, utilisée en médecine traditionnelle depuis des temps très anciens et notamment pour lutter contre le diabète (Nmila et al., 2002). Elle se développe largement et rapidement dans les sols sableux (Al-Ghamdi, 2015)

## II. 3.5. Propriété thérapeutique et usage traditionnel

La coloquinte a une activité Émétique, purgatif, tonique du cuir chevelu. En usage externe, les fruits de Coloquinte sont utilisés sous forme de macération huileuse pour traiter les douleurs rhumatismales. En outre, l'est utilisé sous forme des suppositoires pour les hémorroïdes. Pour traiter la stérilité féminine, on mélange la coloquinte (hadja) avec la saponaire (taghighicht), le marrube blanc (merriouet), le genévrier de Phénicie (aràar) et la mauve avec l'huile d'olive et la datte, on les prépare sous forme de suppositoires (Rabbas et al., 2012).

Différents extraits de *Citrullus colocynthis* (famille de cucurbitacées) ont assuré un effet antihyperglycémiant chez les rats diabétiques en stimulant *in vitro* la sécrétion de l'insuline (Benariba et al., 2012). La plante contient cucurbitacines, cette dernière possède diverses activités antitumoral, anti-hépatite et effets immunopotentialisantes (Ayyad et al., 2012). Les graines de coloquinte sont couramment utilisées comme traitement antidiabétique dans la médecine traditionnelle des pays méditerranéens (Sebbagh et al., 2009)

## II. 3.6. Composition chimique

Les résultats d'examen phytochimique présentés par Benmehdi en 2000, montrent la présence des alcaloïdes dans toutes les parties de la coloquinte surtout dans les graines et l'épicarpe. Les stéroïdes et les tanins sont retrouvés dans toutes les parties, et à des quantités moindres les flavonoïdes et les saponines. Il a aussi mentionné que les coumarines, les anthracénosides, les anthraquinones, les ergolines et les émодols sont totalement absents (Benmehdi, 2000)

Les Graines de coloquinte contiennent 26,6% d'huile, 13,5% de protéine, 2,1% de cendre, 52,9% de fibre brute, 4,9% d'azote libre et contiennent 322 mg/100 g de potassium, 119 mg/100 g de phosphore et 3,3 mg/100 g de fer (Sawaya et al., 1986). Elles contiennent aussi la phytosteroline, phytosterols, hydrocarbures, saponines, alcaloïdes, polysaccharides, glycosides et des tannins (Duke, 1978).

## II. 4. L'origan

### II. 4.1. Présentation de la plante

Le genre *Origanum*, appartenant à la famille des *Lamiacées*, comporte 38 espèces qui sont largement répandues dans les régions euro-sibérienne et irano-sibérienne. Cependant, la plupart des espèces, environ 75 %, sont concentrées dans le pourtour méditerranéen, en particulier dans les régions méditerranéennes de l'Est. L'origan est souvent considéré comme une forme sauvage de la marjolaine, c'est l'ornement odorant des montagnes (**Bekhechi et al., 2008**) (Photo 03).

Noms vernaculaires :

- **En arabe** : Zaâter (**Baba Aissa, 1991**).
- **En français**: Origan, Marjolaine sauvage, grande marjolaine, pied de lit (**Garnier et al., 1961**),

Nom binomial : *Origanum glandulosum*



**Photo 03.** *Origanum glandulosum* (Photo originale).

### II. 4.2. Description botanique et systématique de la plante

C'est une plante à tiges toutes dressées, souvent rougeâtres et velues, l'inflorescence blanchâtres ou rose (**Baba Aissa, 1999**), la corolle a une lèvre inférieure qui est bien plus longue que la lèvre supérieure (**Quezel et Santa, 1963**). La saveur de cette plante est fortement aromatique (**Richard, 1974**).

D'après **Quezel et Santa (1963)**, la systématique d'*Origanum glandulosum* est la suivante :

**Règne :** *Plantae*

**Classe :** *Eudicot*

**Ordre :** *Lamiales*

**Famille :** *Lamiaceae*

**Genre :** *Origanum*

**Espèce :** *Origanum glandulosum* (Desf.)

## **II. 4.3. Propriété thérapeutique et usage traditionnel**

La plante est utilisée dans les préparations culinaires et est considérée essentiellement comme une plante médicinale pour traiter les maladies sévères. Elle jouit d'une grande faveur populaire en Algérie et en Tunisie (**Bekhechi et al., 2008**)

L'origan est utilisé sous forme d'infusion ou d'inhalation pour soigner les rhumes, la toux et les affections gastro-intestinales. En outre, il est utilisé comme bain de bouche pour soigner les affections buccales (aphtes) (**Rebbas et al., 2012**)

## **II. 5. Pistachier lentisque**

### **II. 5.1. Présentation de la plante**

Le genre *Pistacia*, appartenant la famille des *Anacardiaceae*, comprend de nombreuses espèces très répandues dans la Méditerranée et le Moyen-Orient. Plusieurs espèces endémiques de *Pistacia* colonisent le territoire algérien (*Pistacia lentiscus*, *Pistacia therebintus* et *Pistacia atlantica*) (**Benabderrahmane et al., 2009**).

Le lentisque (*Pistacia lentiscus* L.), appelé aussi pistachier lentisque, arbre à mastic, "Derou" ou "Tadist", est en général un arbuste de 1 à 8 m de hauteur (**Benhammou et al., 2004**) (Photo 04).



**Photo 04.** *Pistacia lentiscus* (Photo originale).

Nom vernaculaire

- Français : Arbre au mastic, Lentisque
- Arabe : Derw, darw

## **II. 5.2. Systématique de la plante Description botanique**

Le lentisque est un arbuste sclérophylle à feuilles persistantes, à odeur de résine fortement acre et à croissance lente, d'une hauteur de 2 m, il peut cependant atteindre la taille d'un arbre lorsqu'il est dans des sites humides et protégés (Munné et al., 2003).

Les feuilles ont une durée de vie de 2 ans (Ait I Hout et al., 2004). Il se distingue des autres pistachiers par son feuillage persistant ; les feuilles de type composé sont paripennées, se terminant par une paire de folioles, tandis que celles des autres pistachiers se terminent par une seule foliole. Elles sont caduques en hiver, vert pâles et plus grandes en général. Le rachis portant les folioles est ailé. Les fleurs sont apétales. Le fruit est une petite drupe arrondie d'environ 5 mm, d'abord rouge, elle devient ensuite noire ; la graine est identique aux pistachiers, mais beaucoup trop petite pour être consommée. L'inflorescence est une grappe composée, lâche et aussi longue que les feuilles ; la floraison a lieu dès le mois de mars au mois de mai (Benhammou et al., 2004).

La systématique de cette plante est la suivante :

**Règne :** *Plantae*

**Classe :** *Magnoliopsida*

**Ordre :** *Sapindales*

**Famille :** *Anacardiaceae*

**Genre :** *Pistacia*

**Espèce :** *Pistacia lentiscus*

## II. 5.3. Propriété thérapeutique et Usage traditionnel

Les qualités thérapeutiques de cette espèce sont connues depuis l'antiquité, où les anciens égyptiens ont utilisé le mastic du *Pistacia lentiscus* L. pour l'embaumement, Le lentisque constitue une source principale de la production d'oléorésine Cette résine est utilisée comme antiseptique du système respiratoire et anti-*Helicobacter* (**Benhammou et al., 2004**). Cette plante est utilisée par les habitants en infusion des feuilles fraîches dans l'eau bouillante contre les troubles digestifs et gastriques. En usage externe, elle agit comme un cicatrisant. Autre utilisation de la plante : antiseptique, astringent, expectorant, détersif, diurétique, hémostatique et stimulant (**Rabbas et al, 2012**)

## II. 5.4. Composition chimique

La phytochimie de la plante est relativement peu étudiée (**Grosjean, 2007**), la plante est composée de huiles grasses (**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., 2002**).

## II. 6. L'eucalyptus

### II. 6.1. Présentation de la plante

L'eucalyptus est une plante très connue qui peut atteindre des dimensions considérables (plus de 100 m de haut), le genre *Eucalyptus* est endémique en Australie et en Tasmanie. Il est cultivé de nos jours dans quelques régions subtropicales d'Afrique, d'Asie (Chine, Inde, Indonésie) et d'Amérique du Sud ainsi qu'en Europe méridionale et aux Etats-Unis. Les espèces appartenant à ce genre sont utilisées pour assécher certaines zones marécageuses et se sont acclimatées à la région méditerranéenne. (**Wichtl et al., 2003**).

Nom vernaculaire

- **Français** : eucalyptus, arbre à la fièvre, gommier bleu.
- **Anglais** : blue gum tree, fevertree, tasmanian bluegum, blue Gum-tree, Southern blue-gum.
- **Allemand** : Eukalyptusblätter, Blauer Eukalyptus, Fieberbaum.
- **Italien** : albero della febre, eucalipto comune.
- **Espagnol** : eucalipto, eucaliptus.
- **Arabe** : kalitûs, kalatus,

## II. 6.2. Description botanique et systématique de la plante

D'après **Wichtle** et son équipe en (2003), l'eucalyptus est un très bel arbre de 30 à 35 m, jusqu'à 100 m dans son milieu naturel. Les eucalyptus portent des feuilles persistantes, coriaces, glabres mais différentes en fonction de l'âge des rameaux : les jeunes rameaux possèdent des feuilles larges, courtes, opposées, sessiles, ovales, bleu-blanc et cireuses, avec un vrai limbe nervure. Les rameaux plus âgés possèdent des feuilles aromatiques, falciformes, longues de 12 à 30 cm, étroites, pointues, épaisses, vert foncé, courtement pétiolées, alternes et pendantes verticalement. Les fleurs naissent à l'aisselle des feuilles et sont de couleur blanc crème (en bouton de couleur blanc-bleu), solitaires, mellifères, relativement larges.

Le fruit ligneux est une grosse capsule glauque prenant une teinte marron à maturité, dure, anguleuse, verruqueuse, et s'ouvrant légèrement par trois, quatre ou cinq fentes (qui dessinent une étoile à son sommet) pour libérer de nombreuses graines sombres et minuscules (Photo 05).



**Photo 05.** *Eucalyptus globulus* (photo originale).

La classification de la plante est la suivante

**Règne :** *Plantae*

**Division :** *Magnoliophyta*

**Sous-règne :** *Tracheobionta*

**Classe :** *Magnoliopsida*

**Sous-classe :** *Rosidae*

**Ordre :** *Myrtales*

**Famille :** *Myrtaceae*

**Genre :** *Eucalyptus*

**Espèce :** *Eucalyptus globulus Labill.*

## **II. 6.3. Propriété thérapeutique et usage traditionnel**

L'essence d'eucalyptus a la réputation d'éloigner les moustiques. Combinée avec de l'huile d'olive, elle a une action calmante contre les douleurs rhumatismales et sur les brûlures. Les feuilles séchées ou fraîches sont utilisées en fumigation pour désinfecter les maisons en période de grippe, et en infusion contre l'angine et les affections des voies respiratoires (Rebbas et al., 2012)

## **II. 6.4. Composition chimique**

Les feuilles sont composées de l'huile essentielle (3,5 % du poids de la feuille), d'acides phénols, de glucosides de monoterpènes, de flavonoïdes, de tanins et des dérivés du phloroglucinol (Osawa et al., 1996 ; Amakura et al., 2003 ; Ghedira et al., 2008 ; Bruneton et al., 2009).

***Deuxième partie :***  
***étude***  
***expérimentale.***

---

***Matériel***  
***et***  
***méthodes.***

---

Ce travail est réalisé au sein du laboratoire de « Mycologie » Département de Biologie-Faculté des Sciences-Université Ammar Tlidji-Laghouat.

## I. Matériel et méthodes

### I. 1. Matériel végétal

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, alors que les feuilles de *Pistacia lentiscus* proviennent de la commune de Balloul (Wilaya de Saida) et enfin, l'*Artemisia herba alba*, l'*Eucalyptus globulus* et l'*Origanum glandulosum* sont collectés de la région de Boussaâda (Wilaya de M'sila). ( Figure 03 (A) et (B) )

Les dates, les lieux d'échantillonnages, le nombre et le poids des échantillons étudiés sont consignés dans le tableau 3.

**Tableau 3.** Origine, partie utilisée et date de prélèvement des échantillons.

Echantillons	Partie utilisée	Date de prélèvement	Lieu du prélèvement	Quantité de chaque échantillon (g)
<i>Citrullus colocynthis</i>	Fruit (les graines)	29/12/2014	Commune d'Al Asafia	500 g
<i>Pistacia lentiscus</i>	Les feuilles	01/01/2015	Commune de Balloul	500 g
<i>Artemisia herba alba</i>	Les feuilles	03/03/2015	Région de Boussaâda	500 g
<i>Origanum glandulosum</i>	Les feuilles	02/02/2015	Région de Boussaâda	700 g
<i>Eucalyptus globulus</i>	Les feuilles	01/01/2015	Région de Boussaâda	800 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.*, *Cucumero psismannii Naudin* et *Lagenaria siceraria (Molina) Standl.*



**Photo 06.** Fruit de *Citrullus colocynthis*.



**Photo 07.** Feuille de *Pistasia lentiscus*.



**Photo 08.** Feuille de *Artemisia herba alba*

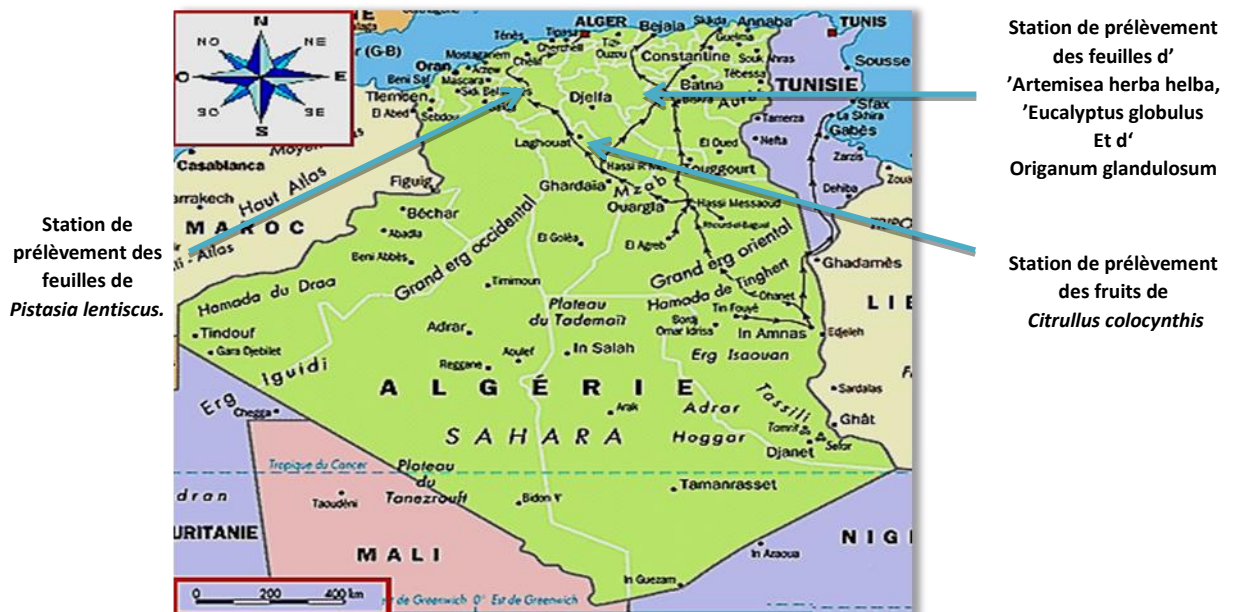


**Photo 09.** Feuille d'*Eucalyptus globulus*



**Photo 10.** Feuille d'*Origanum glandulosum*

**Figure 03 (A).** Les plantes étudiées.



**Figure 03 (B).** Situation des différentes stations de prélèvements des échantillons (Encarta, 1998).

## I. 2. Souches fongiques

### I. 2.1. Choix des souches fongiques

Les souches fongiques utilisées pour tester l'activité antifongique des extraits aqueux des plantes sont des champignons microscopiques réputés toxigènes. Elles sont à l'origine d'importantes maladies. Ces souches sont regroupées dans le Tableau 03.

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

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

### I. 2.2. Vérification de la pureté des souches

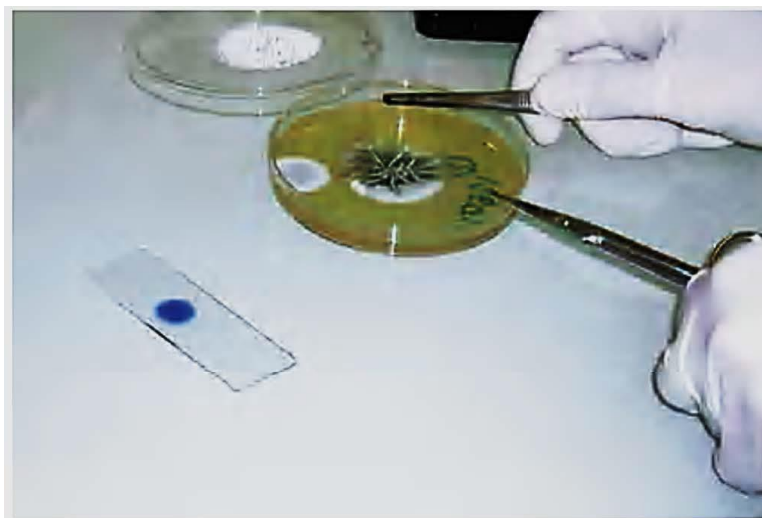
#### a- Identification des genres par la technique de scotch

La technique de scotch consiste à adhérer à l'aide d'un bout de scotch une fraction mycélienne à partir d'une culture jeune et de la coller sur une lame contenant quelques gouttes de lactophénol (Photo 11) (Chabasse, 2002). Les observations microscopiques sont effectuées aux grossissements  $\times 10$ ,  $\times 40$  et  $\times 100$  à l'aide d'un microscope optique.

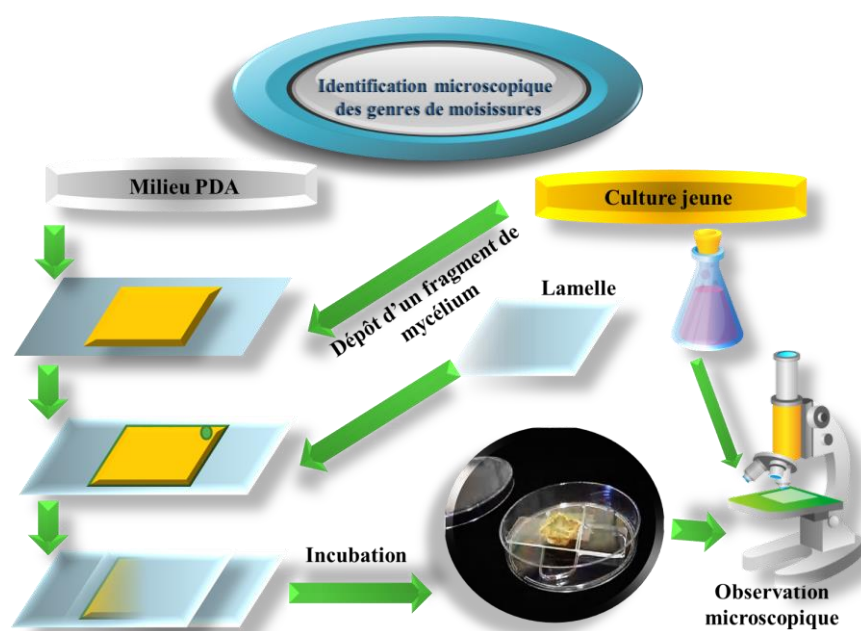
#### b- Identification des genres par la technique de micro-culture

Décrite par Haris (1989), la technique de micro-culture consiste à inoculer les spores des moisissures sur une lame menée de petits carrés, de milieu PDA acidifié et les recouvrir par une lamelle. Les spores sontensemencées sur les limites périphériques du milieu pour leur fournir un potentiel d'oxygène élevé afin qu'elles puissent germer.

L'ensemble est conditionné dans une chambre stérile et humide puis incubé à  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant 3 à 5 jours (Figure 04).



**Photo 11.** Méthode d'identification microscopique des moisissures par la méthode de scotch (Chabasse, 2002).

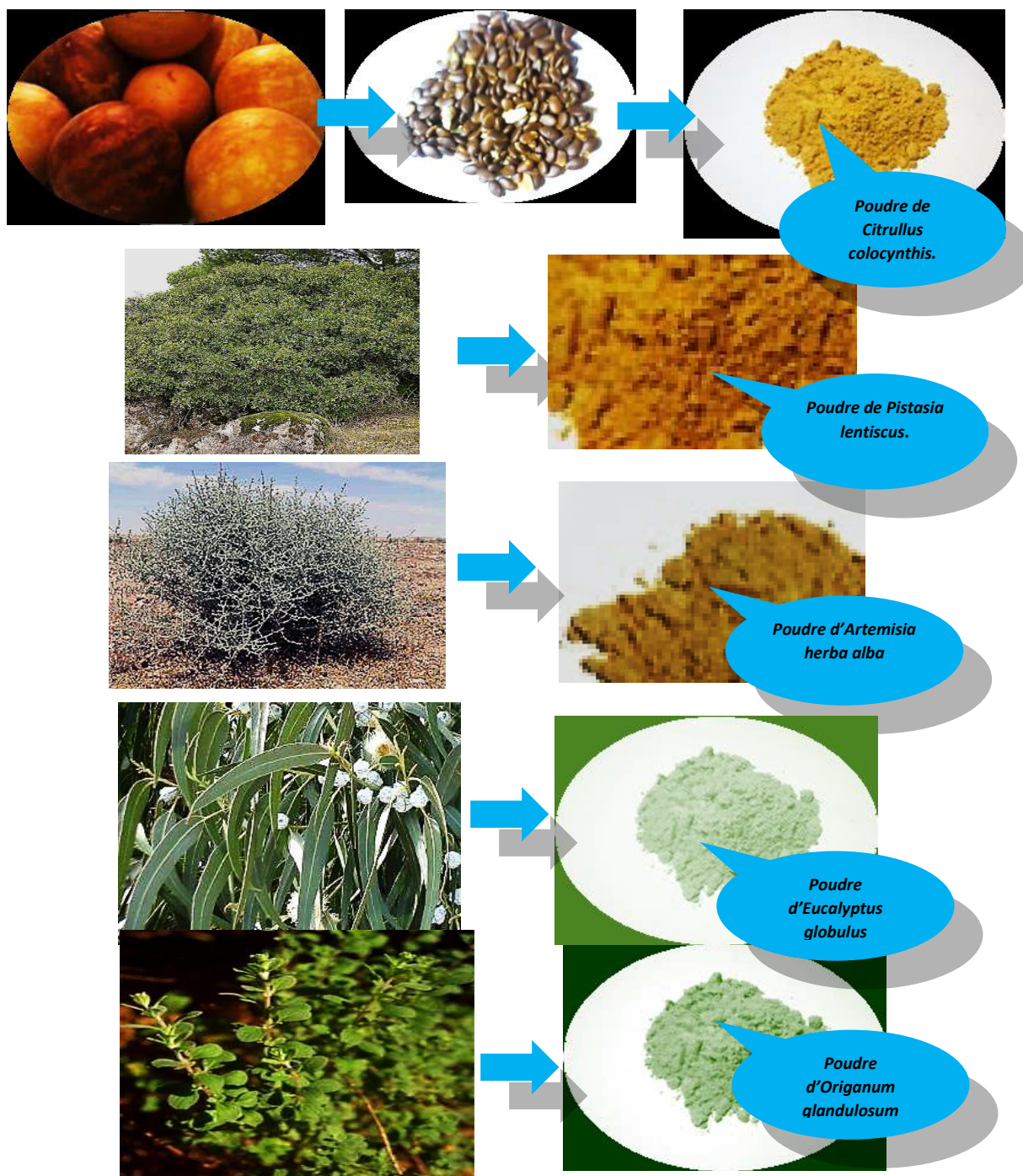


**Figure 04.** Méthode d'identification microscopique des moisissures par micro-culture (Haris, 1989).

### 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 regroupe les graines de *Citrullus colocynthis*, les feuilles de *Pistacia lentiscus*, d'*Artimisia herba alba*, d'*Eucalyptus globulus* et

d'*Origanum glandulosum*. 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 10) enfin, elles sont conservées à la température du laboratoire dans un bocal hermétiquement fermé pour préserver leur qualité initiale.



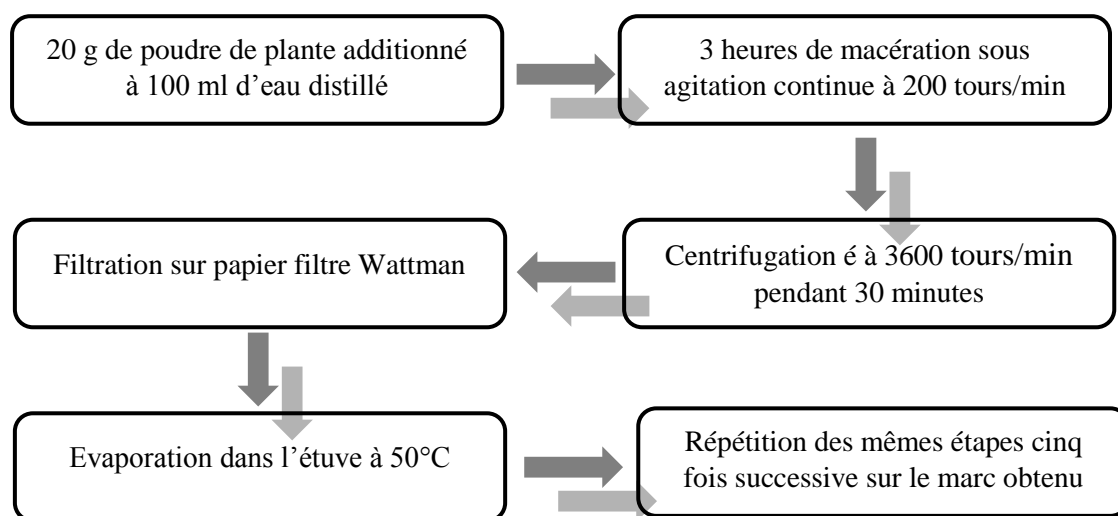
**Figure 05.** Préparation de la poudre des plantes sélectionnées pour extraction (photo originale).

### I. 3.1. Préparation des extraits aqueux

#### Extraction par macération à l'eau

Les extractions ont été effectuées seulement sur les graines de *Citrullus colocynthis* et les feuilles de *Pistacia lentiscus* d'*Artemisia herba alba*, d'*Eucalyptus globulus* et d'*Origanum glandulosum*. La technique appliquée pour l'extraction par macération à l'eau est celle utilisée par **Senhaji et al (2005)**.

Une quantité de 20 g est prise dans un erlenmeyer, à laquelle nous avons ajouté 100 ml de solvant (Eau distillé). Après 3 heures de macération sous agitation continue à 200 tours/min, le mélange est ensuite centrifugé à 3600 tours/min 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 11 résume les étapes de l'extraction aqueuse.



**Figure 06.** 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 aqueux, les extraits sont récupérés sec par évaporation de l'eau dans une étuve à 50°C. 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**).

$$\text{Rd \%} = (m_1 \times 100) / m_0$$

- $m_1$  : masse en gramme de l'extrait sec ;
- $m_0$  : masse en gramme de la matière végétale sèche ;
- Rd : rendement.

### I. 3.2. 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, 1999**).

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  $\text{FeCl}_3$  (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 (Figure 16) (**karumi et al., 2004**).

##### a2- Détection des flavonoïdes

Un mélange de quelques gouttes de  $\text{Mg}^{2+}$  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**).

## **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 ajoutés. L'apparition d'un précipité blanc jaunâtre ou brun indique la présence d'alcaloïdes (**Mojab et al., 2003**).

### **I. 4. Evaluation du pouvoir antifongique des extraits aqueux de plantes**

#### **I. 4.1. Préparation des pré-cultures**

Le PDA est le milieu de culture utilisé pour l'entretien des souches fongiques et la réalisation des tests antifongiques. Afin de préparer des cultures jeunes, les souches fongiques utilisées ont été cultivées dans des boîtes de Pétri contenant 20 ml de milieu PDA suivi d'une incubation de trois à sept jours à  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ .

#### **I. 4.2. Evaluation du pouvoir antifongique des extraits par la méthode de dilution sur milieu solide**

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 aqueux 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 aqueux. 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 10mg, 25mg, 50mg, 75mg 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 d'une pré-culture de 3 à 7 jours au centre de la boîte de Pétri (Figure 07).

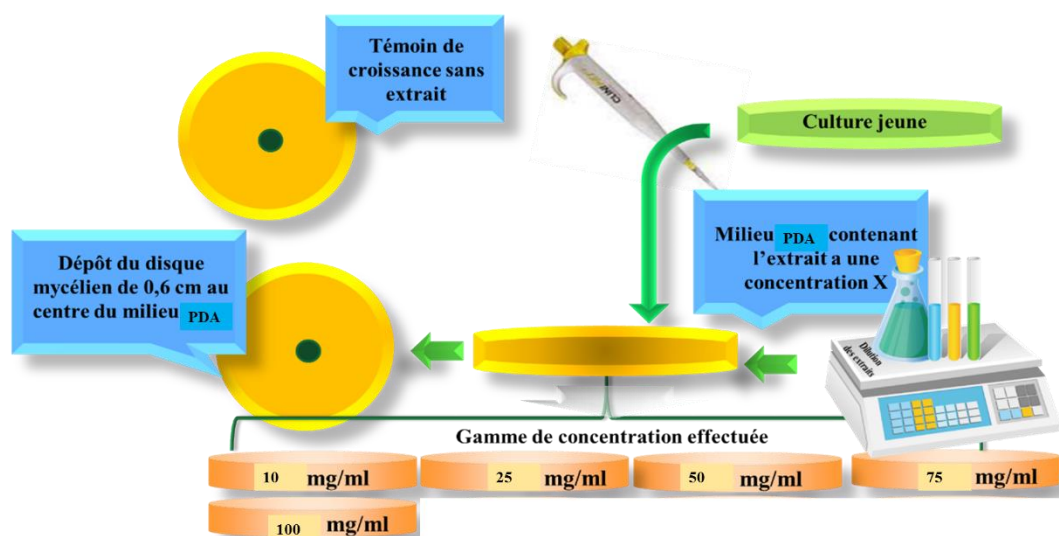
Des témoins de croissance sont réalisés pour chaque souche et chaque série d'essais. Tous les essais sont réalisés à double reprise. Après incubation à  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant cinq jours, la croissance est comparée à celle du témoin (sans extrait).

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

#### I. 4.3. Evaluation du pouvoir antifongique des extraits par la méthode des puits

##### a- Préparation de la suspension fongique

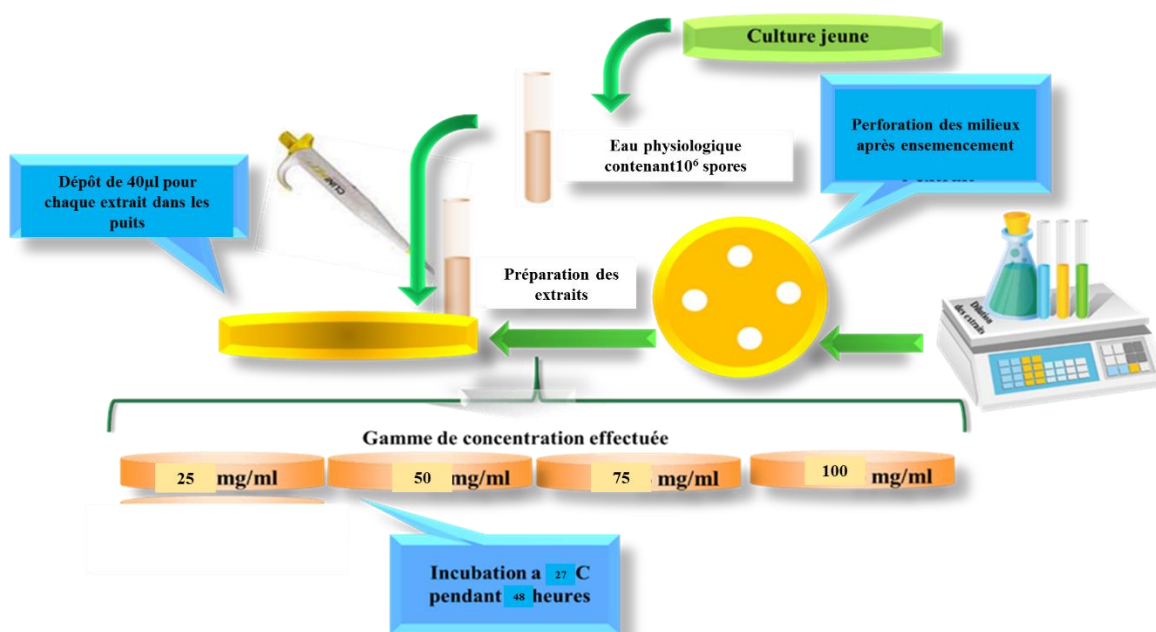
Pour chaque champignon, l'inoculum doit être préparé à partir d'une culture de 7 jours en milieu PDA à 25°C. Récupérer les spores en imbibant un écouvillon stérile avec du Tween 20 et de le transférer dans 3 ml de solution saline stérile 8.5%. Pour empêcher l'agglutination des spores, mélanger vigoureusement 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 100µl pour chaque souche sur les milieux PDA solidifié sur les boites.

## b- Préparation de la gamme de concentration et inoculation des boîtes de Pétrie

La fourchette de concentrations finales ainsi obtenue après solubilisation des extraits secs dans de l'eau distillée stérile correspond à 25mg/ml, 50mg/ml, 75mg/ml et 100mg/ml. Un volume de 40µl 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 08).

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 a 8% : Bonne activité antifongique.



**Figure 08.** Evaluation de l'activité antifongique par la méthode des puits. (Magusson et al., 2003).

***Résultats***  
***et***  
***discussions.***

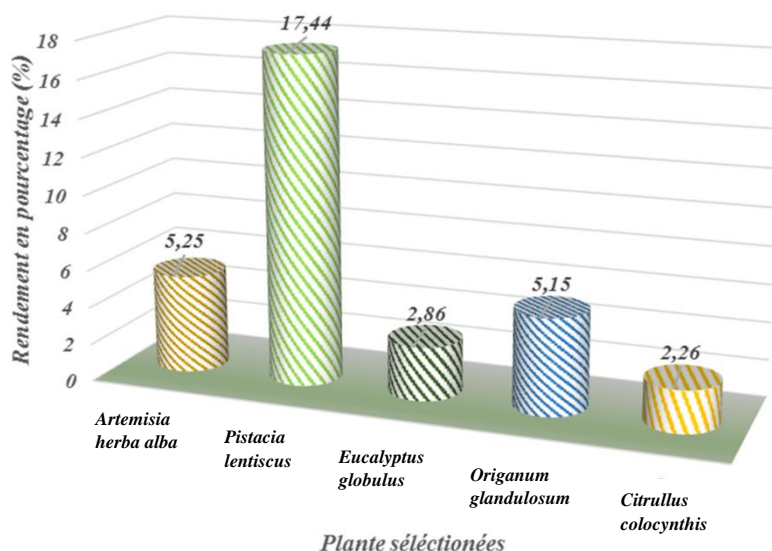
---

## II. Résultats et discussion

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

#### II. 1.1. Rendements des extraits aqueux

Le résultat de cette expérimentation a permis l'obtention de cinq extraits différents au moins dans leur aspect et leur couleur. Tous les extraits ont un aspect poudreux après l'évaporation de l'eau.



**Figure 09.** Rendements de l'extrait aqueux.

Le calcul du rendement par rapport au poids total de la poudre sèche utilisée dans l'extraction aqueuse montre que, les différentes plantes ont donné des masses en extraits secs supérieures à 4 g / 100 g de poudre. Du point de vue rentabilité en poids, l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus* a donné les proportions les plus élevées en le comparant avec les extraits aqueux des d'*Artemisia herba alba*, *Eucalyptus globulus*, *Origanum glandulosum* et *Citrullus colocynthis*, les proportions sont respectivement 17.44%, 5.25%, 2.86%, 5.15% et 2.26% (Figure 09).

#### II. 1.2. Etude phytochimique des extraits aqueux

Les résultats des tests phytochimiques effectués sur la poudre sèche des différentes plantes sont reportés sur le tableau 05.

**Tableau 05.** Tests phytochimiques effectués sur les extraits aqueux des graines de *Citrullus colocynthis*. Feuille de *Pistacia lentiscus*, *Artemisia herba alba*, *Eucalyptus globulus* et *Origanum glandulosum*.

Famille photochimiques	Extrait aqueux de <i>Citrullus colocynthis</i>	Extrait aqueux de <i>Pistacia lentiscus</i>	Extrait aqueux d' <i>Eucalyptus globulus</i>	Extrait aqueux d' <i>Origanum glandulosum</i>	Extrait aqueux d' <i>Artemisia herba alba</i>
Alcaloïdes	+	-	-	+	+
Tanins	+	+	+	+	+
Polyphénols					
Flavonoïdes	+	+	+	+	+
Saponosides	-	+	--	+	-

Les résultats obtenus démontrent que tous les extraits de plantes sont riches en substances bioactives. Les tanins et les flavonoïdes sont présents dans tous les extraits de plantes. Les saponosides sont présents dans les extraits aqueux de *Pistacia lentiscus* et *Origanum glandulosum*.

Les alcaloïdes sont caractérisés dans les extraits aqueux de *Citrullus colocynthis*, *Origanum glandulosum* et *Artemisia herba alba*.

## DISCUSSION

La méthode d'extraction effectuée sur la poudre des graines de *Citrullus colocynthis* et les feuilles d'*Artemisia herba alba*, *Origanum glandulosum*, *Pistacia lentiscus*, et *Eucalyptus globulus* menées 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 des extractions 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 aqueuse que nous avons obtenu pour la coloquinte est similaire à ceux de Marzouk et al (2009) et (2011). Le rendement d'extraction du *pistacia lentiscus* réalisé par Benhamou et al (2009) est plus faible par rapport à celui que nous avons obtenu.

Les analyses phytochimiques des extraits aqueux révèle que les graines de *Citrullus colocynthis*, les feuilles d'*Artemisia herba alba*, *Origanum glandulosum*, *Pistacia lentiscus*, *Eucalyptus globulus* sont une source importante de polyphénols. Cette classe regroupe essentiellement les tanins, les flavonoïdes et les saponosides. Les alcaloïdes sont également présents dans la composition chimique des 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 et al (2010)**. **Gurudeeban et al (2010)** ont marqué la présence des tannins dans les extraits aqueux de *Citrullus colocynthis*. L'existence des tanins dans notre extrait aqueux d'*Eucalyptus globulus* a été confirmée par **Bruneton (2009)** et **Grover et al (2002)**.

La richesse d'*Artemisia herba alba* en polyphénole sous forme de tanins est rapportée dans quelques études (**Mohamed et al., 2010**). **Abbas et Boudriche, 2007** ont signalé la présence de ces substances dans l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus*.

La présence des flavonoïdes dans l'extrait aqueux des graines de *Citrullus colocynthis*, est également rapportée par plusieurs auteurs (**Najafi et al., 2010 ; Gurudeeban et al., 2010 ; Adebayo-Tayo et al., 2010 ; Ambi et al., 2007**). Il s'agit d'une classe très diversifiée ayant une multitude de structures distinctes par leurs propriétés chimiques (**Derbel Et Ghedira, 2005**). L'étude faite par **Saleh et al (1987)**, montre aussi une diversité structurale allant des flavonoïdes communs (flavones glycosides et flavonols) jusqu'aux flavonoïdes méthylés qui sont très inhabituel chez l'*Artemisia herba alba*.

La présence des flavonoïdes dans l'extrait aqueux de l'*Eucalyptus globulus* est rapportée dans l'étude de **Grover et al (2002)**. La présence de ces composées dans l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus* et d'*Origanum glandulosum* est enregistrée dans les études réalisées par **Vaya et al (2006)** et **Basli et al (2012)**

Malgré l'absence des saponosides dans l'extrait aqueux de *Citrullus colocynthis*, plusieurs études ont rapporté leurs existences (**Najafi et al., 2010 ; Gurudeeban et al., 2010 ; Adebayo-Tayo et al., 2010**).

Les résultats relatifs au criblage phytochimique de la dernière classe de métabolites secondaires, montrent que les alcaloïdes sont présents dans l'extrait de graines de *Citrullus colocynthis*. 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 colocynthis* contiennent 1.64 mg d'alcaloïde par 100g de matière sèche.

La présence des alcaloïdes dans les graines de *Citrullus colocynthis* 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.

Le teste phytochimique enregistré positive pour les alcaloïdes dans l'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba* est confirmé par l'étude de **Mohamed et al** (2010).

## 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 graines de *Citrullus colocynthis* et les feuilles d'*Artemisia herba alba*, *Origanum glandulosum*, *Pistacia lentiscus* et *Eucalyptus globulus* sont une source privilégiée de molécules biologiquement actives tels que les polyphénols et les alcaloïdes.

## II. 2. Activité antifongique des extraits aqueux des plantes

### II. 2.1. Genres fongiques identifiés par la méthode de micro-culture et de Scotch

Sur la base de l'observation microscopique de la souche fongique A mettant en évidence les têtes conidiennes, unisériées ou bisériées, d'abord radiées, puis réparties en plusieurs colonnes de spores mal individualisées, jaunâtres au début, puis vert-jaune foncé. Les conidiophores sont verruqueux. Les vésicules sont sub-globuleuses. Les phialides sont insérées directement sur la vésicule ou portées par des métules. Les conidies sont globuleuses à sub-globuleuses, de couleur verte pâle, verruqueuses. Les sclérotos, fréquents dans les isolats récents, sont globuleux à sub-globuleux, d'abord blanc puis virant au brun-rouge foncé et au noir. Nous pouvons déduire qu'il s'agit d'*Aspergillus flavus* (Photo 12).

**Photo 12.** Aspect microscopique des souches *Aspergillus flavus* (photo original).

L'observation microscopique de la souche fongique B permet de distinguer des organisations en pinceau. Le thalle, formé de filaments mycéliens septés et hyalins, porte des conidiophores lisses ou granuleux, simples ou ramifiés qui se terminent par un pénicille. Les conidiophores peuvent être isolés, groupés en faisceaux lâches ou agrégés en corémies bien individualisés. Nous pouvons déduire qu'il s'agit du genre *Penicillium* (Photo 13).

\*

**Photo 13.** Aspect microscopique des souches *Penicillium expansum* (photo original).

---

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

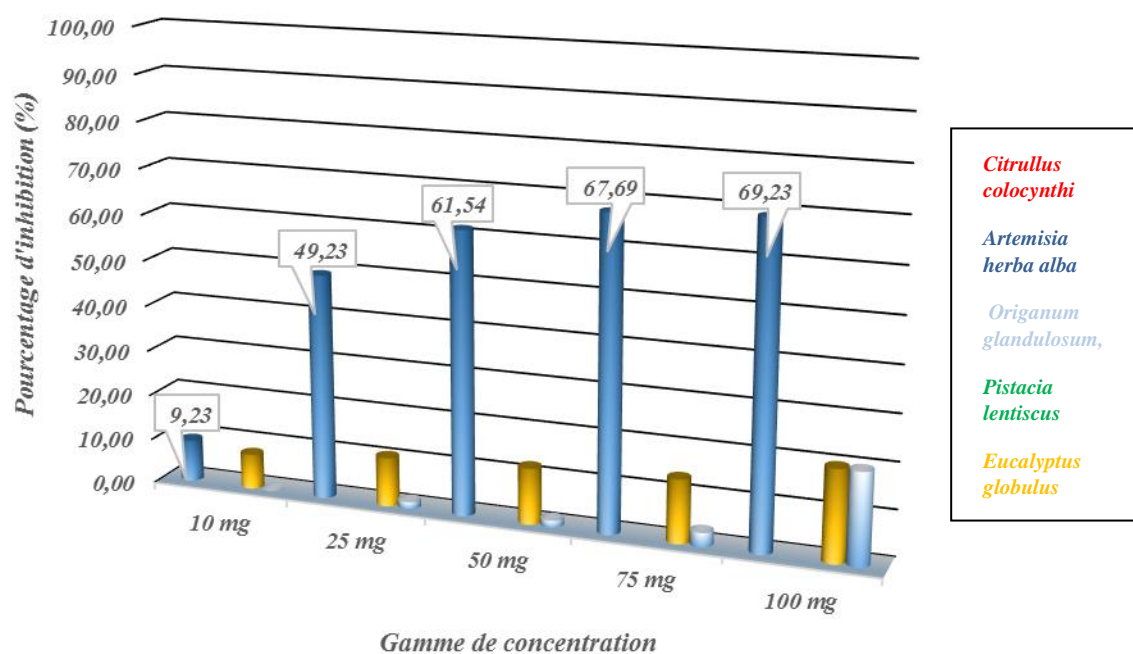
Les résultats de l'activité antifongique des extraits aqueux des plantes testés séparément *in vitro* sur les souches fongiques sélectionnées sont représentés dans les figures (10, 12, 13). C'est figures enregistrent les indicent antifongique notés pour chaque concentration d'extrait testée.

### a- Activité antifongique des extraits aqueux des plantes sur *Aspergillus flavus*

Le résultat obtenu avec les extraits aqueux des cinq plantes, testé contre l'espèce *Aspergillus flavus* sur milieu PDA par la méthode de dilution, indique une activité antifongique positive par la quasi-totalité des plantes sélectionnées, à l'exception *Pistacia lentiscus* et *Citrullus colocynthis* ou l'indice antifongique enregistré est apparu nul pour toute la gamme de concentration effectuée (Figure 11 : Photo19., Photo 20., Photo 21).

Le résultat obtenu avec l'extrait aqueux d' *Artemisia herba alba* dévoile une activité antifongique importante avec un pourcentage d'inhibition de 69,23% suivi d' *Eucalyptus globulus* et de *Origanum glandulosum* avec un pourcentage d'inhibition de 20%. Aucune activité antifongique n'a été marquée pour les deux autres extraits aqueux (Figure 10).

Ces extraits aqueux perdent cet effet inhibiteur de la croissance contre *Aspergillus flavus* avec la diminution de sa concentration dans le milieu PDA. D'après la figure 10, en dessous de la concentration 75 mg, aucun indice antifongique n'est enregistré pour l'*Origanum glandulosum*.



**Figure 10.** Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits aqueux de plantes sur *Aspergillus flavus* par la méthode de disque.

*Fusarium graminearum*

Photo 14. 100 mg/ml d'Eq de  
*Origanum glandulosum*

Photo 15. 75 mg/ml d'Eq de  
*Pistacia lentiscus*  
*Penicillium expansum*

Photo 16. 100 mg/ml d'Eq de  
*Citrullus colocynthis.*

Photo 17. 100 mg/ml  
d'Eq d *Artemisia herba  
alba*  
*Aspergillus parasiticus*

Photo 18. 50 mg/ml d'Eq  
*Artemisia herba alba*  
*Aspergillus flavus*

Photo 19. 50 mg/ml d'Eq  
*Artemisia herba alba*

Photo 20. 25 mg/ml d'Eq  
*C. colocynthis.*

Photo 21. 100 mg/ml d'Eq d'  
*Artemisia herba alba*

**Figure11.** Résultat de l'activité antifongique des extraits aqueux des cinq plantes par la méthode de disque.

Les photos regroupent l'aspect des colonies d'*Aspergillus flavus*. D'après ces photos, la couleur des colonies a changé en présence des différentes concentrations d'extraits aqueux. Elle vire du vert foncé au vert claire

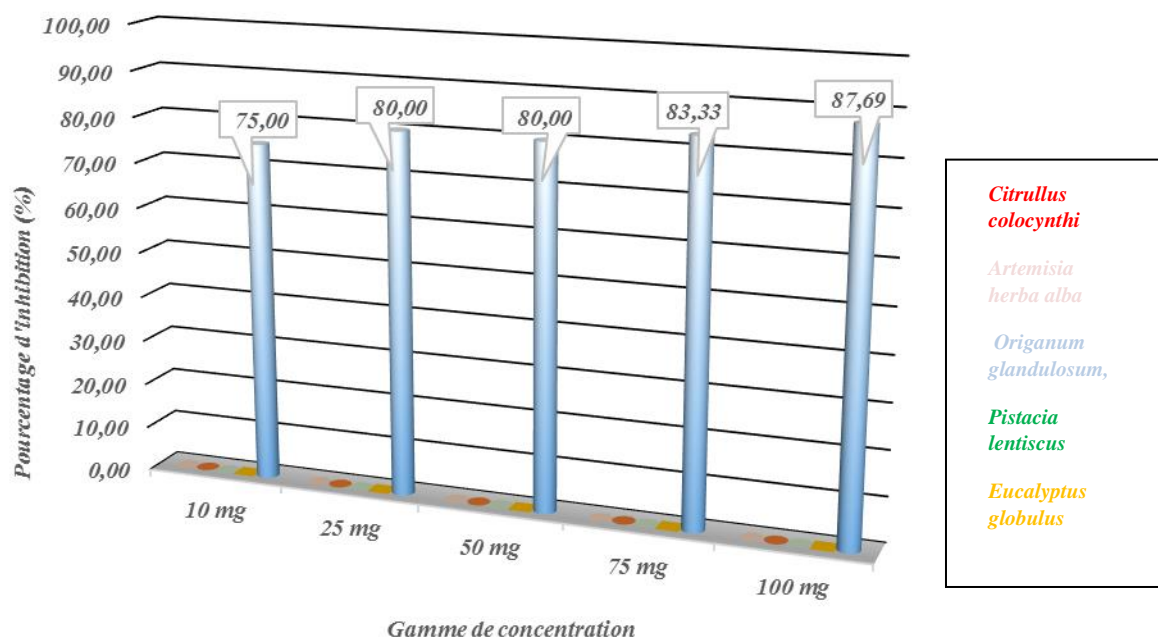
#### **b- Activité antifongique des extraits aqueux des plantes sur *Aspergillus parasiticus***

Pour le deuxième essai effectué sur *Aspergillus parasiticus*, la figure 12 montre d'une part, qu'*Aspergillus parasiticus* est plus sensible à l'extrait aqueux d' *Origanum glandulosum* qu'à l'extrait aqueux des autres plantes et d'autre part, que l'indice antifongique de cette extrait diminue avec la diminution de leur concentration dans le milieu PDA, suggérant une relation directe entre l'activité antifongique et le type et la concentration de l'extrait.

A 100 mg d'extrait d'*Origanum glandulosum* on enregistre une inhibition de 87,69%. En dessous de la concentration 25 mg, cet indice antifongique commence à diminuer jusqu'à la concentration 10 mg ou on enregistre un indice antifongique de 75%.

Les extraits aqueux des autres plantes testées contre *Aspergillus parasiticus* enregistrent un indice antifongique nul pour toute la gamme de concentrations réalisées. (Figure 12).

La Figure 11 démontre la couleur et les dimensions des colonies fongiques qui ont changé en présence des extraits aqueux dans le milieu PDA. Elle vire du vert foncé au vert claire.



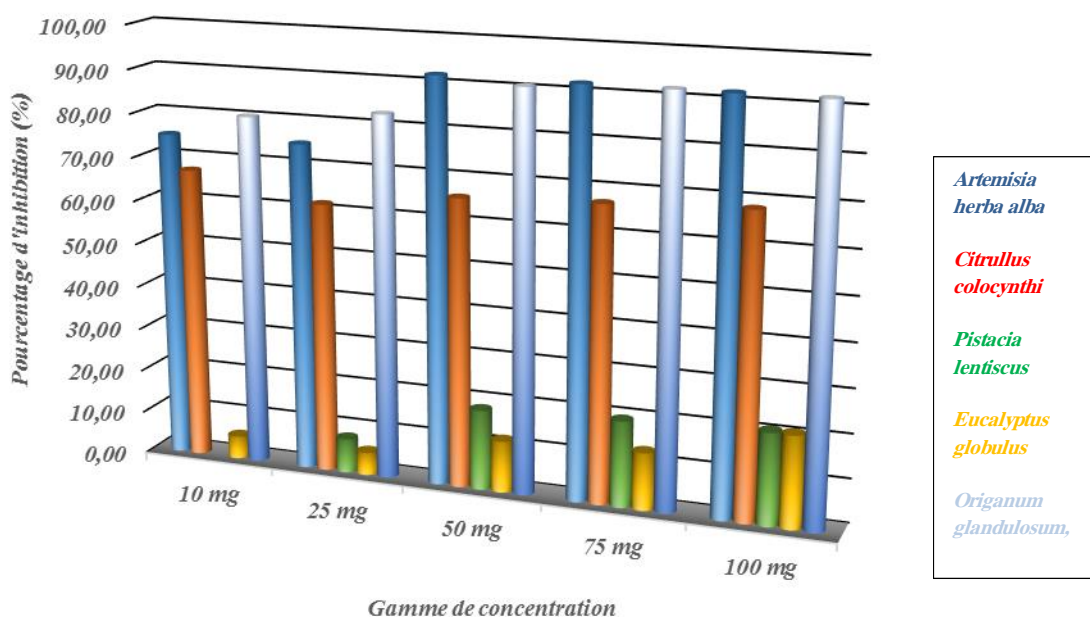
**Figure 12.** Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits aqueux de plantes sur *Aspergillus parasiticus* par la méthode de disque.

### c- Activité antifongique des extraits aqueux des plantes sur *Fusarium gaminirium*

Suivant le résultat affiché sur la figure 13, *Fusarium graminirium* apparaît plus sensible à la totalité des extraits avec une dissemblance remarquable. Cette sensibilité est en relation proportionnelle avec les concentrations des types d'extraits.

Au-delà de la concentration 50 mg, les deux extraits aqueux d'*Artemisia herba alba* et d'*Origanum glandulosum* ont entièrement inhibé la croissance mycélienne de *Fusarium graminirium* (Figure 13). L'extrait aqueux de *Citrullus colocynthis* exerce une très bonne activité antifongique avec un indice antifongique supérieur à 67% à la concentration 75mg.

Les extraits aqueux de *Pistacia lentiscus* et *Eucalyptus globulus* possèdent à peu près le même indice antifongique contre cette souche de moisissure. L'inhibition est de 21% à la concentration 100 mg pour les deux extraits. En dessous de cette concentration, l'effet des extraits commence à s'affaiblir jusqu'à la concentration de 10 mg ou on enregistre une disparition complète de son effet (Figure 13). Les photos : 14, 15 et 16 (figure 11) démontrent l'activité antifongique des extraits aqueux sur *Fusarium graminirium* à différentes concentrations.

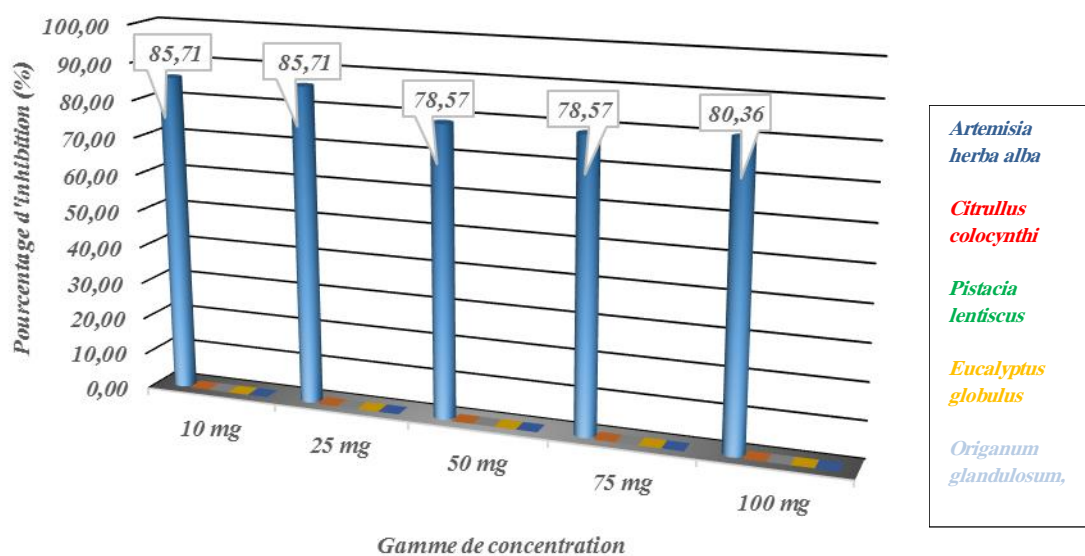


**Figure 13.** Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits aqueux de plantes sur *Fusarium graminearum* par la méthode de disque.

#### d- Activité antifongique des extraits aqueux des plantes sur *Penicillium expansum*

D'après les résultats affichés sur la figure 14, *Penicillium expansum* s'est présentée très sensible à l'extrait aqueux d' *Artemisia herba alba*. L'inhibition de cette espèce fongique est presque totale à partir de 50 mg de cet extrait aqueux. En dessous de cette concentration, l'effet inhibiteur commence à diminué. La Figure 11 : photo 17 et la figure 14 démontrent l'activité antifongique à différentes concentrations d'extrait sur *Penicillium expansum*.

*Penicillium expansum* s'est apparait très résistantes aux autres extraits de plantes est aucune activité antifongique n'a été enregistrée.



**Figure 14.** Résultat de l'activité antifongique des différentes concentrations d'extraits aqueux de plantes sur *Penicillium expansum* par la méthode de disque.

La comparaison de la sensibilité des différentes souches fongiques aux différents extraits aqueux de plantes révèle que *Fusarium graminearum* est la plus sensible avec un indice antifongique de 100 % marqué pour les deux extraits aqueux d'*O. glandulosum* et d'*Artemisia herba alba* suivie d'*Aspergillus parasiticus* qui s'est apparait très sensible à l'extrait aqueux d'*Origanum glandulosum* et de *Penicillium expansum* qui s'est aussi apparait très sensible à l'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba*. Enfin, *Aspergillus flavus* est la souche la plus résistante devant les différentes concentrations d'extraits de plantes.

## II. 2.3. Activité antifongique des extraits aqueux des plantes par la méthode des puis

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 06.** Résultats de l'activité antifongiques des extraits aqueux de plantes par la méthode de puis

	Concentration d'extraits aqueux de plantes																			
	25 mg					50 mg					75 mg					100 mg				
	Arm	Col	Pis	Euc	Org	Arm	Col	Pis	Euc	Org	Arm	Col	Pis	Euc	Org	Arm	Col	Pis	Euc	Org
<i>Aspergillus flavus</i>	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	++	+	-
<i>Aspergillus parasiticus</i>	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-
<i>Fusarium graminearum</i>	+	+	-	-	-	+++	+	-	+	-	++	+	-	+	+	+++	+	-	+	+
<i>Penicillium expansum</i>	+	+	-	-	-	+++	+	-	-	-	+++	+	+	-	-	+++	+	+	-	-

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

Arm : *Artemisia herba alba*, col : *Citrullus colocynthis*, Pis : *Pistacia lentiscus*, Euc : *Eucalyptus globulus*, Org : *Origanum glandulosum*

Selon les résultats affichés dans le tableau, à la concentration 100 mg/ml *Artemisia herba alba* possède une très bonne activité antifongique avec un pourcentage d'inhibition de 20.8% et 15.1% contre *Penicillium expansum* et de *Fusarium graminearum* respectivement. Cette activité commence à s'affaiblir avec la diminution de la concentration d'extrait dans les puis jusqu'à sa disparition partielle à 25mg/ml (Figure 15).

Accroissement de la concentration d'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus* dans les puis démontre une élévation de l'activité antifongique contre *Aspergillus flavus*. Le pourcentage d'inhibition est de 5.4% avec la concentration 100 mg/ml (Figure 16).

Pour les autres extraits, l'activité reste faible (inférieure à 3%) même pour les concentrations les plus élevées.

---

*Fusarium graminearum*

Photo 22. 50 mg/ml

Photo 23. 75 mg/ml

Photo 24. 100 mg/ml

*Penicillium expansum*

Photo 25. 50 mg/ml

Photo 26. 75 mg/ml

Photo 27. 100 mg/ml

*Aspergillus parasiticus*

Photo 28. 50 mg/ml

Photo 29. 75 mg/ml

Photo 30. 100 mg/ml

*Aspergillus flavus*

Photo 31. 50 mg/ml

Photo 32. 75 mg/ml

Photo 33. 100 mg/ml

**Figure 15.** Résultat de l'activité antifongique des extraits aqueux d' *Artemisia herba alba* par la méthode de puits.

---

*Fusarium graminearum*

Photo 34. 50 mg/ml

Photo 35. 75 mg/ml

Photo 36. 100 mg/ml

*Penicillium expansum*

Photo 37. 50 mg/ml

Photo 38. 75 mg/ml

Photo 39. 100 mg/ml

*Aspergillus parasiticus*

Photo 40. 50 mg/ml

Photo 41. 75 mg/ml

Photo 42. 100 mg/ml

*Aspergillus flavus*

Photo 43. 50 mg/ml

Photo 44. 75 mg/ml

Photo 45. 100 mg/ml

**Figure 16.** Résultat de l'activité antifongique de l'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus* par la méthode de puits.

## DISCUSSION

La recherche des effets antifongiques de *Citrullus colocynthis*, *Artemisia herba alba*, *Eucalyptus globulus*, *Pistacia lentiscus* et *Origanum glandulosum* sur les souches rencontrées dans les denrées alimentaires a révélé une efficacité des extraits aqueux 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 aqueux des graines de *Citrullus colocynthis*, les feuilles d'*Artemisia herba alba*, *Eucalyptus globulus*, *Pistacia lentiscus* et *Origanum glandulosum* 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 stéroïdes (**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**).

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 champignons. Les saponines sont une classe spéciale de glycosides qui ont d'une part, une caractéristique savonneuse et d'autre part, une très bonne activité antifongiques (**Sadipo et al., 1991**).

Plusieurs études ont été menées pour comprendre le mécanisme d'action des extraits de plantes. 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 cellulaires et finalement la mort des microorganismes (Mshvildadze *et al.*, 2000 ; Veldhuizen *et al.*, 2006 ; Abdel Ghani *et al.*, 2008). C'est un mécanisme possible par lequel la croissance mycélienne peut être réduite ou totalement inhibée par l'effet des extraits en agissant sur la fonctionnalité et la structure de la membrane cellulaire (Sikkema *et al.*, 1995).

Les composants des extraits tels que les terpènes affectent non seulement la perméabilité mais aussi d'autres 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),

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 flavonoïdes sont également responsables de l'inhibition des microbes (Linuma *et al.*, 1994). Ils sont responsables des processus de balayage ou chélateurs et peuvent également perturber les membranes microbiennes (Kessler *et al.*, 2003). Par ailleurs, les alcaloïdes renferment un effet détoxifiant et possèdent une très bonne activité antifongique (Zee-Cheng, 1997). Selon Sadipo *et al.* (1991), les tannins sont responsables de la précipitation des protéines indispensables des micro-organismes.

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 (Tripathi *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).

Plusieurs recherches scientifiques ont prouvé l'efficacité de l'extrait ou de l'huile essentielle de l'*Artemisia herba alba* sur des levures grâce à l'activité des substances bioactifs tels que les polyphénols (**Ramezania et al., 2004 ; Zouari et al., 2010**). L'étude de **Bammou et al (2015)** sur *Pistacia lentiscus* nous a permis de dévoiler le large éventail de l'utilisation de son feuillage dans le traitement de pathologies.

Le travail de **Basli et al (2012)** vise l'importance des substances bioactives présentes dans *Origanum glandulosum* et justifie leur usage pharmacologique et pourrait offrir des possibilités d'application dans le domaine médical, l'activité de cette extrait est due essentiellement à sa richesse en composés actifs tels que les terpènes et essentiellement les phénols.

Le dépistage d'agents bioactifs à partir des plantes est l'un des axes les plus intensifs 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*, *Origanum glandulosum*, *Pistacia lentiscus* et *Eucalyptus globulus* par la méthode de dilution en milieu solide et par la méthode des puits a révélé que les extraits aqueuses possèdent une remarquable activité antifongique liée à leur richesse en composés bioactifs largement répandus dans les plantes médicinales.

L'extrait aqueux de *Pistacia lentiscus* possède une faible activité antifongique sur les souches testées. L'*Eucalyptus globulus* n'exerce presque aucune activité antifongique. L'extrait aqueux d'*Artemisia herba alba* a démontré son effet fongicide sur *Penicillium expansum* et *Fusarium gramineum*. L'extrait aqueux de *Citrullus colocynthis* et d'*Origanum glandulosum* exerce une bonne activité antifongique contre le *Fusarium gramineum*.

***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, cinq plantes ont fait l'objet de notre étude phytochimique et antifongiques.

Au cours de notre étude, menée sur l'activité antifongique de l'extrait aqueux des graines de *Citrullus colocynthis* et des feuilles de *Artemisia herba alba*, *Origanum glandulosum*, *Pistacia lentiscus* et *Eucalyptus globulus* sur quelques souches fongiques, des examens phytochimiques ont été effectués démontrent que ces plantes sont une source privilégiée de molécules biologiquement actives, parmi ces composés on cite les polyphénols représentés par les tanins et les flavonoïdes. Les saponosides les stéroïdes et les alcaloïdes sont aussi présents.

L'activité antifongiques, a été évaluée en utilisant une gamme de concentration de nos extraits, les résultats apparus révèlent que les extraits aqueuses, possèdent une activité antifongique liée à leurs richesse en composés bioactifs largement répandus dans les plantes médicinales. L'extrait de *Artemisia herba alba* a montré une activité fongicide plus efficacité sur *F gramineum* et *P expansum*. Le pouvoir antifongiques des extraits d'*Origanum glandulosum*, *Pistacia lentiscus*, *Eucalyptus globulus* et du *Citrullus colocynthis* est moins important, en comparaison avec celui de *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 *Artemisia herba alba*,

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 antifongique des extraits des plantes sélectionnées.
- Extraction et caractérisation des composés actifs par des méthodes plus spécifiques

### *Conclusion générale et perspectives*

---

- Réalisation d'une étude toxicologique avant l'application des extraits dans les aliments
- Testé l'activité antitoxigéniques de ces extraits..

***Références  
bibliographiques.***

---

**A**

---

1. **ABBAS, M., BOUDRICH, D., 2007.** Identification et Extraction des Molécules Bioactives de *Pictacia lentiscus L.* et Détermination de Quelques Effets pharmacologiques, *Centre de recherche et de développement, Saidal.* ; 40:23- 24.
2. **ABDEL-GHANI, S.B., WEAVER, L., 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. **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.
4. **AGUILLAR, F., PERWEZ, H., CERUTTI, P., 1993.** Aflatoxin B1 induces the transversion of G - T in codon 249 of the p53 tumor suppressor gene in human hepatocytes. *Genetics, Proc. Natl. Acad. Sci. USA* Vol. 90, pp. 8586-8590.
5. **AIT-LHOUT, F., ZUNZUNEGUI, M., DIAZ-BARRADAS, M.C., TIRADO, R., CLAVIJO, A., CARCIANOVO, F., 2004.** Comparaison of accumulation in two mediterranean shrubs subjected to naturel and experimental water deficit. *Plant And Soil.* 230, 175-183.
6. **ALBERT, S., 2007.** Detection et quantification de contaminants biologiques dans les produits alimentaires. *BioTribune* 9, 13-21.
7. **ALDRED, D., MANGAN, N., 2004.** Prevention strategies for trichothecene. *Toxicology Letters*, vol153, 165-17.
8. **AL-GHAMDI, A.M., 2015.** Ecological studies on bitter apple, *Citrullus colocynthis (L.)* (Curcurbitaceae) of Shada, Saudi Arabia and its insect repellent properties. *Life Science Journal*; 12, 125-133
9. **ALKHATIB, R., JOHA S ., CHEOHK, M., ROUMY,V., IDZIOREK, T ., 2010.** Activity of ladanein on leukemia cell lines and its occurrence in *Marrubium vulgare*. *Planta Med*;76:86–7.

10. **AMAKURA, Y ., UMINO, Y ., TSUJI, S ., 2002.** Constituents and their antioxidative effects in eucalyptus leaf extract used as a natural food additive. Original Research Article Food Chemistry 77(1) 47-56
11. **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 *Citrullus colocynthis* in albino rats. *Nig. Journ. Pharm. Sci* 6(2), 7-13
12. **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 Medicinal Plants, *J. Elsevier, Food Chemistry* 112 . : 303–309
13. **AYYAD, SEIF-ELDIN., ABDEL-LATEFF., WALIED, M. ALARIF., FRANCESCA, R, PATACCHIOLI ., BADRIA, FARID., SALEH, T. EZMIRLY., 2012.** In vitro and in vivo study of cucurbitacins-type triterpene glucoside from *Citrullus colocynthis* growing in Saudi Arabia against hepatocellular carcinoma *Environmental toxicology and pharmacology* 3. 245–25

## **B**

---

14. **BABA AISSA., 1999.** Encyclopédie des Plantes Utiles, Flores d'Algérie et du Magreb, Substances végétales d'Afrique, d'orient et d'occident, édition, Rouiba, Algérie. P 156
15. **BAMMOU, M., DAOUDI, A., SLIMANI, I., NAJEM, M., BOUIAMRINE, E., IBIJBIJEN, J., NASSIRI, L., 2015.** Valorisation du lentisque «*Pistacia lentiscus* L.»: Étude ethnobotanique, Screening phytochimique et pouvoir antibactérien. *Journal of Applied Biosciences*. 86,7966-7975.
16. **BANSO, A. & ADEYEMO, S.O., 2007.** Evaluation of antibacterial properties of tannins isolated from *Dichrostachys cinerea*. *African Journal of Biotechnology* 6, 1785-1787. Banso et Adeyemo 2007
17. **BARHAM, D., TRINDER, P., 1972.** An improved color reagent for the determination of blood glucose by the oxidase system. *Analyst*, 97:142–5.

18. **BASLI, A., Chibane, M., Madani, k., Oukil, N., 2012.** Activité antibactérienne des polyphénols extraits d'une plante médicinale de la flore d'Algérie : *Origanum glandulosum* Desf. *J. Phytothérapie*. 10, 2–9.
19. **Bekhechi C, Atik-Bekkara F, Abdelouahid DE** Composition and antibacterial activity of the essential oils contained in Algerian *Origanum glandulosum* (Desf.) phytotherapy
20. **BEKHECHI, C., ATIK-BEKKARA, F., ABDELOUAHID, J.D., 2008.** Composition et activité antibactérienne des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* d'Algérie. *J Phytothérapie*. 6, 153-159.
21. **BEKHECHI-BENHABIB, C., 2001.** Analyse d'huile essentielle d'*Ammoïdes verticillata* (*Nûnkha*) de la région de Tlemcen et étude de son pouvoir antimicrobien. Thèse de magister de Biologie, Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. Algérie.
22. **BENABDERRAHMANE M. , BENALI M. , AOUISSAT H. , et JORDAN BUESO M. J., 2009.** Activité antimicrobienne des huiles essentielles de *Pistacia atlantica* Desf. de l'Algérie. *Phytothérapie, Vol. 7.6*, 304-308.
23. **BENARIBA N, DJAZIRI R, ZERIOUH BOUCHRA H, BELLAKHDARW, HUPKENS E, BOUCHERIT Z, 2012.** effects of various *Citrullus colocynthis* seed extracts in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Int J Mol Med* (30):1528–36.
24. **BENHAMOU, N., ATIK BEKKARA, F., 2009.**, Activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Pistacia lentiscus* L. de deux stations de la région de Tlemcen (Algérie). *Recherches sur les plantes aromatiques et médicinales*. 281-285.
25. **BENMEHDI, H., 2000.** Valorisation de certaines plantes médicinales à activité hypoglycémiantes comme la coloquinte. Mémoire de magistère en chimie organique appliquée. Université 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.** Mycotoxins in Food and Feed: Present Status and Future Concerns. Institute of Food

- Technologists. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9, 57-81.
28. **BILGRAMI, K., SINHA, K.K., 1992.** Aflatoxins: their biological effects and ecological significance. *Handbook of Applied Mycology* 5, 5-86.
29. **BILLERBECK, V.G., ROQUES, C., VANIÈRE, P. & MARQUIER, P., 2002.** Activité antibactérienne et antifongique de produits à base d'huiles essentielles. *Ygienes* 3(10), 248-251.
30. **BOUDRA H., LE BARS, P. & LE BARS, J., 1995.** Thermostability of ochratoxin A in wheat under two moisture conditions. *Applied and Environmental Microbiology* 61, 1156- 1158.
31. **BRANTNER, A., MALES, A., PEPELJAK, S. & ANTOLIC, A., 1996.** Antibacterial activity of aliusus spina-Christ Mill (Christis thorn). *Journal of thnopharmacol* 52, 119-122
32. **BRUNETON, J ., 2009.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales (4e ed.) Tech & Doc/Lavoisier, Paris, p. 661-4
33. **BRUNETON, J., 1999.** Pharmacognosie, Phytochimie, plantes médicinales. 3eme Ed, Tec & Doc Lavoisier, Paris, pp.1120.

## C

---

34. **CASTEGNARO, M., PFOHL-LESZKOWICZ, A., 2002.,** Les mycotoxines: contaminants omniprésents dans l'alimentation animales et humaines. *La sécurité alimentaire du consommateur*,127-179.
35. **CHABASSE, D., 2002.** Les moisissures d'intérêt médical. Cahier N°25 de formation de biologie médicale, pp. 25-27.
36. **CHAREF, M., YOUSFI, M., SAIDI, M., STOCKER, P., 2008.** Determination of the Fatty Acid Composition of Acorn (Quercus), Pistacia lentiscus Seeds Growing in Algeria.3,21-25
37. **COLE R J., COX R H., 1981.** Handbook of Toxic Fungal Metabolites. Academic Press, New York, pp. 1-66.
38. **COLE, R.J., JARVIS, B.B. ET SCHWEIKERT, M.A., 2003.** Handbook of secondary fungal metabolites. *Academic Press (USA)* 3, 615-624.
39. **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.

## D

---

40. **DARWISH-SAYED, M., BALBAA, S.I. & AFIFI, M.S.A., 1973.** Nitrogenous base of the different organs of *Citrullus colocynthis*. *Planta Medica* 24(3), 260-265
41. **DERBEL, S. & GHEDIRA, K., 2005.** Les phytonutriments et leur impact sur la santé. *Phytothérapie et nutrition* 03(01), 28-34.
42. **DEYAMA, T., KOBAYASHI, H., NISHIBE S., TU, T., ATTA, R., 2006.** Isolation, structure, Diabetes & Metabolism **35**, 178–184
43. **DUKE, J.A., 1978.** The quest for tolerant germplasm. ASA Special Symposium 32, Crop tolerance to suboptimal land conditions. Am. Soc. Agron. Madison, WI: 1-61.
44. **DUKE, J.A., 1983.** *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad. Handbook of Energy Crops.

## E

---

45. **EIDI, A., EIDI, M., 2009.** Antidiabetic effects of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Diabetes and Metabolic syndrome: Clinical Research and Reviews*, **3**, 40–44.
46. **ELAD, Y., 1991.** Multiple resistance to benzimidazoles dicarboximides and diethofencarb in field isolates of *Bobytis cinerea* in Israel. *Plant Pathol* 41, 41-46
47. **ENCARTA ., 1998.** Digital multimedia encyclopedia published by Microsoft Corporation.

## F

---

48. **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.

49. **FIELD, B., JORDEN, F. & OSBOUM, A., 2006.** First encounters- deployment of defense-related natural products by plants. *New Phytol* 172, 193-207.
50. **FLANNIGAN B., MCCABE E., MCGARRY F., 1991.** Allergenic and toxigenic microorganisms in houses. *Appl Bacteriol* 70, 61–73.
51. **FOGLIANI, B., RAHARIVELOMANANA, P., BIANCHINI, J.P., BOURAIMAMADJEBI, S. & HNAWIA, E., 2005.** Bioactive ellagitannins from *Cunonia macrophylla*, an endemic Cunoniaceae from New Caledonia. *Phytochemistry* 66, 241–247

## G

---

52. **GABRIJELA TAVCAR-KALCHER., 2015.** Mycotoxins in cereals and cereal products in Slovenia - Official control of foods in the years 2008-2012. *Food Control* 50, 157-165
53. **GARNIER G., BEZANGER-BEAUQUESNE I., DEBRAUX G., 1961.** Ressources médicinales de la flore française, Tome II, *Ed. Vigot Frères*, Paris.
54. **GHEDIRA, K., GOETZ, P., LE, JEUNE R ., 2008.** *Eucalyptus globulus* Labill. *Phytothérapie* 6: 197-20
55. **GIWA S., LUQMAN, C. A., NOR M. A., 2010.** Investigating “Egusi” (*Citrullus Colocynthis L.*) Seed Oil as Potential Biodiesel Feedstock. *J .Energies.* 3, 607–618
56. **GORDON K., MASOTTI R., WADDELL W., 1993.** Tremorogenic encephalopathy: a role of mycotoxins in the production of CNS disease in humans? *Can Neurol Sci* 20, 237–9.
57. **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.
58. **GROSJEAN N., 2007.** *L'Aromathérapie*, édition Eyrolles, p 163
59. **GROVER JK, YADAV S, VATS V ., 2002.** Medicinal plants of India with anti-diabetic potential. *Journal of Ethnopharmacology* 81(1): 81-100
60. **Gurudeeban, S., Rajamanickam, E., Ramanathan, T., Satyavani, K., 2010.** Antimicrobial activity of *Citrullus colocynthis* in Gulf of Mannar. *Int. J. Curr. Res.* 2:78-81.

## H

---

61. **HARIS, C., 1989.** Introduction to modern microbiology. blackwell scientific publication, pp. 179.
62. Hendry KH., Cole EC. 1993. Toxicol Environ Health. *A review of mycotoxins in indoor air* 38 183–98
63. **HOUMAIRI H., HICHAM M ., 2015.** Composition en mycobiota et mycotoxines de type aflatoxines et ochratoxine A de quelques épices dans la région centrale du Maroc. *J Mater. Environ. Sci.* 6, 877-884
64. **HUSMAN T., 1996.** Health effects of indoor-air microorganisms. Reviews. hypoglycémiantes comme la coloquinte. Mémoire de magistère en chimie organique appliquée. Université de Tlemcen. Algérie.

## I

---

65. **IARC., 1993.** Ochratoxin A. Monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans: some naturally occurring substances; food items and constituents, eterocyclic aromatic amines and mycotoxins. *International Agency for Research on Cancer* 56, 26-32.
66. **IROBI, O.N. & DARANOLA, S.O., 1994.** Bactericidal propenies of crude extracts of racarpu villosus. *J Ethnophannacol* 42, 39-43
67. **ISERIN, P., MASSON, M. & RESTELLINI, J.P., 1997.** Encyclopédie des plantes médicinales. Larousse-Bordas, pp. 336.

## J

---

68. **JAKAB G.J., HMIELSKI, R.R., ZARBA, 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.
-

**K**

---

69. **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.
70. **KESSLER, M., UBEAUD, G. & JUNG, L., 2003.** Anti-and prooxidant activity of rutin and quercetin derivatives. *J Pharm and Pharmacol* 55, 131
71. **KHARE C, P., 2007.** Indian medicinal plants. *Springer; ISBN:978-0-387-70637-5: 152.*
72. **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 years 2008-2012. *Food Control.* 50, 157-165
73. **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.

**L**

---

74. **LASS-FLÖRL, C., PERKHOFER, S. & MAYR, A., 2010.** *In vitro* susceptibility testing in fungi: a global perspective on a variety of methods. *Mycoses* 53, 1-11.
75. **LEE M., LI, JARVIS B., PESTKA J., 1999** Effects of satratoxins and other macrocyclic trichothecenes on IL-2 production and viability of EL-4 thymoma cells. *Toxicol Environ Health* 57, 74
76. **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.
77. **LEE, S.E., PARK, B.S., BAYMAN, P., BAKER, J.L., CHOI, W.S., & CAMPBELL, B.C., 2007.** Suppression of ochratoxin biosynthesis by naturally occurring alkaloids. *Food Additives and Contaminants* 24, 391–397
78. **Leonti M., Casu L., Sanna F., Bonsegnore L., 2001.** A Comparison of Medicinal Plant Use in Sardinia and Sicily, *De Materia Medica* 72, 09122, Italy

79. 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. *Cah Agric* 22, 216-27.
80. LINUMA, M., TSUCHIYA, H., SATO, M., YOKOYAMA, J., OHYAMA, M., OHKAWA, Y., TANAKA., FUJIWARA, S. & FUJII, T., 1994. Flavanones with potent antibacterial activity against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J. Pharmacol* 46(11), 892-895.
81. 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.
82. LOISEAU N., OSWALD IP., PUEL O, GALTIER P., 2005. Les mycotoxines élaborées par *Aspergillus fumigatus*. *Bull Soc Fr Microbiol* 20 145-51.
83. LONGO L., SCARDINO A., VASAPOLLO G., 2007 Identification and Quantification of Anthocanins in The Berries of *Pistacia lentiscus* L Elsevier, Italy.
84. LOUGHEED M., ROOS J., WADDELL W., MUNT PW.,1995 Desquamative interstitial pneumonitis and diffuse alveolar damage in textile workers: potential role of mycotoxins. *Chest* 108, 1196-200.

## M

---

85. 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
86. MARZOUK, B., MARZOUK, Z., DÉCORC, R., EDZIRI, H., HALOUID, E., FENINAD, N., AOUNI, M., 2009. Antibacterial and anticandidal screening of Tunisian *Citrullus colocynthis* Schrad. From Medenine. *J. Ethnopharmacol.* 125:344-349.
87. MARZOUK, B., MARZOUK, Z., MASTOURI, M., FENINA, N. ., MAHJOUB, A., 2011. Comparative evaluation of the antimicrobial activity of *Citrullus colocynthis* immature fruit and seed organic extracts. *African Journal of Biotechnology* 10, 2130-2134.

88. **MASON C., RAND T., OULTON M., MACDONALD J., SCOTT J., 1998.** Effects of *Stachybotrys chartarum* (atra) conidia and isolated toxin on lung surfactant production and homeostasis. *Nat Toxins* 6, 27–33.
89. **MATTEUCCI E, GIAMPIETRO O. PROPOSAL., 2008.** open for discussion: defining agreed diagnostic procedures in experimental diabetes research. *J Ethnopharmacol*:163–72.
90. **MILLER J D ET TRENHOLM H L., 1994.** Mycotoxins in Grain: Compounds other than Aflatoxins. *Eagan Press*, St Paul MN.
91. **MILLER J., RAND T., JARVIS B. STACHYBOTRYS C., 2003** cause of human disease or media darling? *Med Mycol* 41:271-91
92. **MOHAMED, H., EL-SAYED, M.A., HEGAZY, M.E., HELALY, S.E., ESMAIL, A.M., MOHAMED, N.S., 2010.** Chemical Constituents and Biological Activities of *Artemisia herba-alba*. *Rec Nat Prod*, 4: 1-25.
93. **MOHAMMED, CHEURFA., RACHIDA, ALLEM., 2010** Study of hypocholesterolemic activity of Algerian *Pistacia lentiscus* leaves extracts in vivo Laboratory of Natural Bioresources, Department of Biology, Faculty of Science, University of Hassiba Ben Bouali Chlef, Box 151, 02000 Chlef, Algeria.
94. **MOJAB, F., KAMALINEJAB, M., GHADERI, N., VAHIDIPOUR, H.R., 2003.** Phytochemical screening of some species of Iranian plants. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 77-82.
95. **MSHVILDADZE, V., FAVEL, A., DELMAS, F., ELIAS, R., FAURE, R. & DECANOSIDZE, Q., 2000.** Antifungal and antiprotozoal activities of saponins from *Hedera colchica*. *Pharmazie* 55, 325–326.
96. **MUNNE-BOSH., PENUELAS J., 2003** Photo and antioxidative protection durring summer leaf sence in *pistacia lentiscus* L grown under mediterranean field conditions *Ann Bot* 92, 385-391

## N

---

97. **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.

98. **NAWWAR M.A.M., EL-MOUSALLAMY A.M.D., BARAKAT H.H., BUDDRUS J. AND LINSCHIED M. (1989).** Flavonoid lactates from leaves of *Marrubium vulgare*. *Phytochemistry*, 28: 3201–3206.
99. **NIKULIN M., REIJULA K., JARVIS B., VEIJALAINEN P., HINTIKKA E. 1997.** Effects of intranasal exposure to spores of *Stachybotrys atra* in mice. *Fundam Appl Toxicol* 35, 182-8.
100. **NMILA, R., RCHID, H., GROSS, R., MANTEGHETTI, M., RIBES, G., PETIT, P., TIJANE, M., SAUVAIREET, Y., 2002.** Mise en évidence d'un effet insulino-stimulant de fractions de graines de coloquinte (*Citrullus colocynthis* L. Schrader). *J. Biologie & Santé*. **2, 88-99**
101. **NORMA L., LEGGOTT S, GORDON S ET SHEPHARD D., 2001.** Patulin in South African commercial apple products. *Food Control* 3, 73-76

## O

---

102. **OMIDBEYGI, M., BARZEGAR, M., HAMIDI, Z. & NALHDIBADI, H., 2007.** Antifungal activity of thyme, summer savory and clove essential oils against *Aspergillus flavus* in liquid medium and tomato paste. *Food Control* 18, 1518-1523.
103. **OSAWA K, YASUDA H, MORITA H ., 1996.** Macrocarpals H, I, and J from the leaves of *Eucalyptus globulus*. *J Nat Prod* 59(9): 824-7
104. **OSWALD I P., 2000,** Mycotoxines et immunotoxicité. Association pour la Recherche en Toxicologie, Actualités 2000, numéro de décembre. 32-34

## P

---

105. **PAPOUTIS, Z., KASSI, E., MITAKOU, S., ALIGIANNIS, N., TSIAPARA, A., CHROUSOS, G.P., 2006.** Acteoside and martynoside exhibit estrogenic/antiestrogenic properties. *J Steroid Biochem Mol Biol*;98:63–71.
106. **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.
107. **PFOHL-LESZKOWICZ ., ET CASTAGNERO., 1999.** Les mycotoxines dans l'alimentation, Evaluation et gestion du risque. 249-277.pp. 114-115.

108. **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.

## Q

---

109. **QUEZEL, P., SANTA, S., 1963.** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS (Ed.), Paris. Tome 2.

## R

---

110. **RAMEZANIA, M., FAZLI-BAZZAZA, B.S., SAGHAFI-KHADEMB, F., DABAGHIANA, A., 2004.** Antimicrobial activity of four Artemisia species of Iran. *Fitoterapia.* 75 : 201–203.
111. **REBBAS, K., BOUNAR, R., GHARZOLI, R., RAMDANI, M, DJELLOULI, Y., D. ALOUTA, D., 2012.** Plantes d'intérêt médicinal et écologique dans la région d'Ouanougha (M'Sila, Algérie) *Phytothérapie* 10,131-142
112. **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
113. **RECHARDIN,S. COPY,C. CHAHINE,F. SALTRON,S. BOUNASSIES., 1996.** Chimests Association (JALCA), 91.
114. **RICHARD H., 1974.** Quelques espèces et aromates et leurs huiles essentielles. *Séries synthèse bibliographiquess, C. D. U. P. A.,* pp : 2.
115. **ROBBINS, C., SWENSON, L., NEALLY, M., GOTS, R., KELMAN, B., 2000.** Health effects of mycotoxins in indoor air: a critical review. *Appl Occup Environ Hyg* 15, 773-84.
116. **RODRIGUES, C.A., SAVI, AOS., SCHLEMPER, V., REYNAUD, F., CECHINEL-FILHO, V. 1998.** Animproved extraction of marrubiin from Marrubium vulgare. *Chromatographia.*47:449–50.

117. **RUPPOL, P., DELFOSSE, Ph., HORNICK, J., 2004.** La contamination de la filière laitière par les mycotoxines : un risque pour la santé publique en Afrique subsaharienne. *Ann. Méd. Vét* 148, 141-146

## S

---

118. **Sadipo OA, Akanji MA, Kolawole FB, Odutuga AA (1991).** Saponin is the active antifungal principle in *Garcinia Kola*, heckle seed. *Biosci. Res. Commun.* 3:171.
119. **SALEH, N.A.M., EL-NEGOUMY, S.I., ABOU-ZAID, M.M., 1987.** Flavonoids of *Artemisia judaica*, *A. monosperma* and *Artemisia herba-alba*. *Phytochemistry*, 26: 3059–3064.
120. **SAWAYA, W.N., DAGHIR, N.J. & KHALIL, J.K., 1986.** *Citrullus colocynthis* seeds as a potential source of protein for food and feed. *Journal-of Agricultural and Food Chemistry* 34(2), 285-88.
121. **SCALBERT, A., 1991.** Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry* 30, 3875–3883.
122. **SEBBAGH N , C. CRUCIANI-GUGLIELMACCI , F. OUALI , M.-F. BERTHAULT , C.ROUCH, D. CHABANE SARI. MAGNANB** Comparative effects of *Citrullus colocynthis*, sunflower and olive oil-enriched diet in streptozotocin-induced diabetes in rats
123. **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.
124. **SIDHU, O.P., HARISH, C.H.M. & BEHL, A., 2009.** Occurrence of aflatoxins in mahua (*Madhuca indica* Gmel.) seeds: Synergistic effect of plant extracts on inhibition of *Aspergillus flavus* growth and aflatoxin production. *Food and Chemical Toxicology* 47, 774- 777.
125. **SIKKEMA, J., DE BONT, J.A.M. & POOLMAN, B., 1995.** Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiol. Mol. Biol. Rev* 59, 201-222.
126. **SINCICH, F., 2002.** Bedouin Traditional Medicine in the Syrian Steppe. Rome, FAO,
127. **SORIANO ,J.M. & DRAGACCI S., 2004.** Occurrence of fumonisins in foods. *Food Research International*, vol 37, 985-1000.

## T

---

128. **TANTAOUI-ELARAKI A (1977)** Production d'aflatoxine par des *Aspergillus* du Maroc. *Homme Terre et Eaux*, 6 (24) :79-86.
129. **TOTH E, TOTH G, MATHE I, BLUNDUNG G., 2007.** Martynoside, forsythoside B, ladanein and 7a-acetoxyrolyenone from *Ballota nigra* L. *Biochem Syst Ecol*;35:894-7.
130. **TRIPATI, P. & DUBEY, N.K., 2004.** Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. *Postharvest Biol. Technol* 32, 235-245.
131. **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.
132. **TURNER, W.B., ALBRIDGE, D.C., 1983.** Fungal metabolites. Academic Press Inc., London..

## V

---

133. **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.
134. **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.
135. **VIGNEAU, C., 1985.** Plantes médicinales : Thérapeutique - Toxicité, *Ed. Masson*, p.17, p.222.

## W

---

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

137. **WICHTL, M., ANTON R., 2003** Plantes thérapeutiques, EMI/Tec & Doc, Paris, p. 200-2

## Y

---

138. **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.
139. **YAN, D., JIN, C., XIAO, X.H., DONG, X.P., 2008.** Antimicrobial properties of berberines alkaloids in Franch Coptis chinensis by microcalorimetry, *J Biochem Biophys Methods* 70, 845–849;
140. **YANIF, Z., ELLASHABELSKY, SCHAFFERMAN, D., 1999.** Colocynth : Potential arid land oil seed from an ancient cucurbit. *in: J. Janick (Ed). Perspectives on new crops and new use.* ASHS press; Alexandria VA.
141. **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.

## Z

---

142. **ZEE-CHENG, R.K., 1997.** Anticancer research on Loranthaceae plants. *Drugs Future* 22(5), 515-530.
143. **ZORO, A.B.I., KOFFI, K.K., DJÈ, 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 *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* 7 (4), 189–199.
144. **ZOUARI, S., ZOUARI, N., FAKHFAKH, N., BOUGATEF, A., AYADI, M. A., NEFFATI, M., 2010.** Chemical composition and biological activities of a new essential oil chemotype of Tunisian *Artemisia herba alba* Asso. *J. of Med. Plants Res.* 4(10) :871-880.

# *Annexe.*

---

## **Annexe**

### **Composition de milieu de culture :**

#### **Milieu PDA (Potatoes Dextrose agar)**

Pomme de terre (macération 500ml de filtrat)	200 g
Dextrose	10 g
Agar	15 g
Eau distillée	1000 ml

#### **Eau physiologique**

NaCl	9 g
Eau distillée	1000 ml

#### **Bleu de coton**

Lactophénol	0,5 g
bleu de méthylène	