

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA 1
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET LA VIE
DEPARTEMENT DES BIOTECHNOLOGIES



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master académique
en Sciences de la nature et de la vie

Option : Phytopharmacie et Protection des Végétaux

Thème

**Comparaison de l'effet allélopathique et insecticide des
extraits de Genre *Pistacia Sp***

Présenté par :

**M^{elle} BENKOUIDER FATIMA ZOHRA REKIA
et M^{elle} DHRIF SOUMIA**

Membres du jury :

Présidente	M ^{me} Remini L.	M.C.B.	U.S.D.B.1
Promotrice	M ^{me} Allal Benfekih L.	PR	U.S.D.B.1
Examineur	M ^r Moussaoui K.	M.A.A	U.S.D.B.1
Co promotrice	M ^{me} Chaouati K.	Doctorante M.A.A	U. Médéa

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Nous remercions avant tout, Allah le tout puissant pour la volonté et la santé qu'il nous a donné durant toutes les longues années d'étude afin que nous puissions arriver là.

*Nous exprimons nos plus vifs remerciements à notre promotrice **Mme Allal Benfekih Leila**, professeur au département des Biotechnologies de l'Université de Blida 1, d'avoir bien voulu nous encadrer et nous orienter durant ce travail.*

*Nos vifs remerciements s'adressent à **Mme Chaouati Karima**, Maitre assistante A à l'université de Médéa d'avoir été notre Co-promotrice et pour ses conseils durant ce modeste travail.*

*Nos vifs remerciements vont à **Mme Remini L, Maître de Conférences B** au département des Biotechnologies de l'Université de Blida 1, pour l'honneur qu'elle nous a fait en acceptant de présider le jury de ce mémoire.*

*Nous tenons à exprimer également notre très grande considération et notre reconnaissance à **Mr Moussoui K, Maître assistant A** au département des Biotechnologies de l'Université de Blida 1, pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant d'examiner notre travail.*

Nous tenons à remercier profondément tous ceux qui nous ont aidé à réaliser ce travail, et surtout tous les travailleurs du laboratoire de la faculté de sciences de la nature et de la vie.

Enfin, les mots les plus simples étant les plus forts, nous adressons toute notre affection à nos familles, qui se sont consacrées à leur tâche avec dévouement et patience et ceci tout le long de nos études.

Merci pour avoir fait de nous ce que nous sommes aujourd'hui.

Dédicaces

*Je remercie le Bon Dieu pour tout, et je dédie ce mémoire à
Mes très chers parents qui m'ont beaucoup soutenue et encouragée
jusqu'au bout et que ALLAH leur accorde une longue vie.
J'adresse mes remerciements les plus profonds, pour leurs encouragements
et leurs conseils et surtout leur compréhension pour tous les efforts qu'ils
ont fournis pour nous permettre une meilleure vie.*

A

Mes chères sœurs « Ferial & Selma »

Mon chère frère « Ayoub »

Ma Chère Grand'mère « Zhour »

Ma chère tante « Meriem »

Mon cher binôme Zola et toute sa famille

*A mes oncles et tantes et mes cousins et cousines je ne situe pas des
personnes pour ne pas oublier des personnes*

Mes proches amies : Zahra, Mouna, et Houria et Goucem

Je me rappellerai toujours de tous les bons moments que nous

Avions partagés ensemble et qui resteront gravés dans ma

Mémoire

Toutes mes collègues de la promotion de PPV 2020

Tous ceux qui ont contribué de près

Ou de loin à la réalisation de ce mémoire

Soumia

C'est grâce à Allah le tout puissant qui m'a donné le courage et la volonté pour achever ce modeste travail que je dédie ce mémoire

A mon père, Tu es un pilier solide et incontournable pour ma personne et mon parcours, Qu'Allah te donne santé et longue vie.

A ma très chère mère, qui n'a cessé de donner d'elle-même pour que je sois heureuse et qui m'a toujours encouragée dans les moments les plus difficiles

A mes frères mahdi et Yassin

A mes sœurs Maria et Aya

A ma chère cousine Aicha qui m'a toujours soutenu et encouragé à suivre les chemins que je désirais.

Mon cher binôme Soumia et toute sa famille

A mes copines Mouna et Zahra

A mes oncles et tantes et mes cousins et cousines je ne situe pas des personnes pour ne pas oublier des personnes

A toute ma famille

A toutes mes amies

Enfin, à tous ceux qui savent donner sans recevoir, qui aident sans retour et sans être égoïste.

Fatima Zahra

Liste des figures

- Figure 01 : Air de répartition de *Pistacia* dans le monde d'après Zohary (1952) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 02 : Air de répartition de *P. Atlantica* et *P. lentiscus* en Algérie d'après Quezel (1963) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 3: Arbuste de genre *Pistacia Lentiscus* L (zone de la wilaya Médéa) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 04: (A,B,C,D) Représentent les feuilles, les inflorescences mâles, les inflorescences femelles et les fruits matures et non matures de *Pistacia Lentiscus*..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 05: Aire de répartition de *Pistacia Lentiscus* en Algérie **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 06: Photo d'un arbre de pistachier d'atlas (zone de la wilaya Médéa) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 07: (A,B,C,) Représentent les feuilles, les inflorescences et les fruits de *Pistacia Atlantica* desf **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 08: La distribution de *P. atlantica* en Algérie **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 09: Biosynthèse des composés phénoliques par voie de shikimate **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 10: Exemple de quelques acides phénols de la série benzoïque **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 11: Structure générale des flavonoïdes (Girotte-Chanu, 2006) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 12: Structure chimique des acides galique et ellagique **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 13: Structure des tanins **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 14: Station d'étude (Berrouaghia) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 15: Les composés de la plante testée *P. lentiscus* feuilles, pédoncules, fruits rouges, fruits noirs **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 16: Les compartiments de la plante testée *P. Atlantica* feuille, pédoncules, fruit non mature, fruit mature **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 17: La carotte sauvage (stade de floraison) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 18: La moutarde de champs (Stade Floraison) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 19: Formes aptère et ailée d'*aphis fabae* **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 20 : puceron vert, stade adulte **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 21: Oeufs, Larves et adulte de *Tribolium castaneum* **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 22: Protocole expérimental des extraits méthanolique et Aquex de *Pistacia* **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 23: Protocole de dosage des phénols totaux **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 24: Protocole de dosage des flavonoïdes **Erreur ! Signet non défini.**

Liste des abréviations

Cm : centimètre

C° : degré

G : gramme

H : humidité

Ha : hectare

I% : le pourcentage d'inhibition par rapport au témoin

IG% : Le pourcentage d'inhibition de germination (G)

ILPA% : Le pourcentage d'inhibition de la longueur de la partie aérienne (LPA)

ILR% : Le pourcentage d'inhibitions de la longueur de la racine (LR)

L : litre

M : Masse en gramme de l'extrait sec résultant.

M%: pourcentage d'individus morts dans la population traitée

MC : Mortalité corrigée

ml : millilitre

mm : millimètre

Mt% : Pourcentage de morts dans la population témoin

M(g) : Masse en gramme du matériel végétal à traiter

M² : mètre au carré

Nm : nanomètre

N°: numéro

PG % : nombre des graines qui ont germé $\times 100$

Q : quintal

Qx : quintaux

R(%) : Rendement exprimé en %.

T°c: température exprimée en degré celsius

% : pourcentage

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification botanique du genre *Pistacia*.....8

Tableau 2 : Synthèse des principales caractéristiques climatiques des stations étudiées.....23

Table des matières

<i>Remerciements</i>	
<i>Dédicaces</i>	
<i>Liste des figures</i>	
<i>Liste des abréviations</i>	
<i>Liste des tableaux</i>	
<i>Résumés</i>	
<i>Introduction générale</i> 1	
<i>Chapitre I : Revue bibliographique sur le genre Pistacia</i>	
<i>I.1. Généralités</i>.....	5
<i>I.1.2. Description botanique</i>.....	5
<i>I.1.3. Origine et répartition géographique</i>.....	6
<i>I.1.4. Position systématique</i>.....	7
<i>I.1.5. Etude photochimique du genre</i>.....	8
<i>I.2. Généralités sur l'espèce <i>Pistacia lentiscus</i> L.</i>.....	9
<i>I.2.1. Nomenclature</i>.....	9
<i>I.2.2. Description botanique</i>.....	10
<i>I.2.3. Répartition géographique</i>.....	11
<i>I.3. Généralités sur l'espèce <i>Pistacia atlantica</i> Desf.</i>.....	12
<i>I.3.1. Nomenclature</i>.....	12
<i>I.3.2. Description botanique</i>.....	13
<i>I.3.3. Répartition géographique</i>	14
<i>I.4. Les métabolites secondaires</i>	15
<i>I.4.1. Les composés phénoliques</i>	15
<i>I.4.2. Classification des composés phénoliques</i>	16
<i>I.4.2.1. Les phénols simples</i>	17
<i>I.4.2.2. Les acides phénoliques</i>	17
<i>I.4.2.3. Les stilbénes</i>	17
<i>I.4.2.4. Les xanthones</i>	17
<i>I.4.2.5. Les coumarines</i>	18
<i>I.4.2.6. Les lignanes et les lignines</i>	18

1.4.2.7. Les flavonoïdes	18
1.4.2.8. Les tanins	19
1.5. Activité biologique des polyphénols	20
1.5.1. Activité allélopathique	20
1.5.2. Activité insecticide	21
1.5.3. Activité antifongique	21
1.5.4. Activité antibactérienne	21
Chapitre II : Matériels et méthodes.	
II.1. Objectif et démarche de l'étude	23
II.2. Matériel utilisé	23
II.2.1. Matériel végétal	23
II.2.1.1. Origine et compartiments des plantes testées	23
II.2.1.2. Plantes hôtes et semences utilisées	25
A) Fève	25
A.1. Caractéristiques de la plante	25
A.2. Classification botanique	26
A.3. Importance en Algérie	26
B) Tomate	27
B.1. Caractéristiques de la plante	27
B.2. Classification botanique	27
B.3. Importance en Algérie	27
C) Les plantes spontanées	28
C.1. La carotte sauvage (<i>Daucus carota</i>)	28
C.1.1. Caractéristiques de la plante	28
C.1.2. Classification botanique	29
C.2. La moutarde des champs (<i>Sinapis arvensis</i>)	29
C.2.1. Caractéristiques de la plante	29
C.2.2. Classification botanique	30
C.3 Nuisibilité	30
II.2.2. Matériel animal	31
II.2.2.1. Puceron noir de la fève	31
II.2.2.1.1. Position systématique d' <i>Aphis fabae</i>	31

<i>II.2.2.1.2.</i> Description d' <i>A. fabae</i>	32
<i>II.2.2.1.3.</i> Dégâts	33
<i>II.2.2.2.</i> Puceron vert de la tomate	34
<i>II.2.2.2.1.</i> Position systématique	34
<i>II.2.2.3.2.</i> Description	34
<i>II.2.2.2.3.</i> Dégâts	35
<i>II.2.2.3.</i> Le <i>Tribolium</i> de la farine	36
<i>II.2.2.3.1.</i> Position systématique	36
<i>II.2.2.3.2.</i> Description	36
<i>II.2.2.3.3.</i> Dégâts	37
<i>II.2.2.4.</i> La bruche de la fève	37
<i>II.2.2.4.1.</i> Position systématique	37
<i>II.2.2.4.2.</i> Description de la bruche de la fève	38
<i>II.2.2.4.3.</i> Dégâts causés par la bruche	38
<i>II.3.</i> Méthodologie d'étude	39
<i>II.3.1.</i> Préparation des extraits méthanoliques et aqueux	39
<i>II.3.1.1.</i> Préparation de l'extrait aqueux	39
<i>II.3.1.2.</i> Préparation de l'extrait méthanolique	40
<i>II.3.1.3.</i> Dosage des polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins	40
<i>II.3.1.3.1.</i> Dosage des polyphénols totaux	42
<i>II.3.1.3.2.</i> Dosage des flavonoïdes	42
<i>II.3.2.</i> Préparation des dilutions des extraits	44
<i>II.3.3.</i> Application des traitements	44
<i>II.3.3.1.</i> Activité antigerminative (allélopatique)	44
<i>II.3.3.1.1.</i> Le test antigermination	44
<i>II.3.3.1.</i> Activité insecticide	45
<i>II.3.3.2.1.</i> Traitement par contact	45
<i>II.3.3.2.2.</i> Traitement par ingestion	45
<i>II.3.3.2.3.</i> Estimation du taux de mortalité	46
<i>Chapitre III : Discussions</i>	
<i>III.</i> Discussion	48
<i>III.1.</i> Analyse de quelques travaux portant sur les potentialités insecticides des espèces de	48

<i>Pistacia</i> sp et leurs compositions phytochimiques	
III.2. Analyse de quelques travaux portant sur les potentialités anti germinatives (allélopathiques) des espèces de <i>Pistacia</i> sp	48
<i>Conclusion</i>	54
<i>Références bibliographiques</i>	56
<i>Annexe</i>	

Comparaison de l'effet allélopathique et insecticide des extraits de *Pistacia sp*

Résumé

Cette étude consiste à déterminer l'efficacité d'un traitement à la fois bio-insecticide et bio-herbicide d'origine végétal issu de l'extraction des différents organes (feuille, pédoncule, fruit mature, fruit non mature) de deux espèces de genre *Pistacia* choisies spontanément, *Pistacia atlantica* et *Pistacia lentiscus* issues de la région de Berrouaghia dans la wilaya de Médea à l'égard des insectes ravageurs (*Aphis fabae*, *Myzus persicae*, *Tribolium castaneum* et *Bruchus rufimamus*) et des plantes adventices (*Daucus carota* et *Sinapis arvensis*) connues sous le nom de la carotte sauvage et moutarde de champ.

Nous tenterons de montrer l'activité insecticide et allélopathique des extraits aqueux et méthanolique des deux plantes afin de les utiliser comme un moyen de lutte biologique.

Mots clés : Bio-insecticide, Bio-herbicide, *P. Atlantica*, *P. lentiscus*, *Myzus persicae*, *Tribolium castaneum* et *Bruchus rufimamus*, *Daucus carota*, *Sinapis arvensis*, Activité insecticide, Allélopathique

Comparison of the allelopathic and insecticidal effect of Pistacia Sp extracts

Abstract

This study consists in determining the effectiveness of a treatment both bio-insecticide and bio-herbicide of plant origin resulting from the extraction of the different organs (leaf, peduncle, mature fruit, non mature fruit) of two species of Pistacia genus chosen spontaneously, Pistacia atlantica and Pistacia lentiscus from the region of Berrouaghia in the wilaya of Médea against insect pests (*Aphis fabae*, *Myzus persicae*, *Tribolium castaneum* and *Bruchus rufimamus*) and weeds (*Daucus carota* and *Sinapis arvensis*) known as wild carrot and field mustard.

We will attempt to show the insecticidal and allelopathic activity of the aqueous and methanolic extracts of both plants in order to use them as a means of biological control.

Key Words : Bio-insecticide, Bio-herbicide, *P. Atlantica*, *P. lentiscus* , *Myzus persicae*, *Tribolium castaneum* and *Bruchus rufimamus*, *Daucus carota*, *Sinapis arvensis*, Insecticidal Activity, Allelopathic.

Comparaison de l'effet allélopathique et insecticide des extraits de *Pistacia sp*

ملخص

تتكون هذه الدراسة من تحديد فعالية علاج كل من المبيدات الحشرية الحيوية ومبيدات الأعشاب الحيوية ذات الأصل النباتي الناتجة عن استخراج الأعضاء المختلفة (أوراق الشجر ، تم اختيارهم *Pistacia* السويقة ، الفاكهة الناضجة ، الفاكهة غير الناضجة) من نوعين من جنس من منطقة البرواقية في ولاية المدية ضد *Pistacia atlantica* و *Pistacia lentiscus* تلقائيا ، *Bruchus* و *Aphis fabae*، *Myzus persicae* ، *Tribolium castaneum* الآفات الحشرية المعروفة باسم الجزر (*Sinapis arvensis* و *Daucus carota*) والأعشاب الضارة (*rufimamus*) سنحاول إظهار النشاط المبيد للحشرات والأليلوباثي للمستخلصات البرية والخردل الحقل المائية والميثانولية لكلا النباتين من أجل استخدامها كوسيلة للسيطرة البيولوجية

الكلمات المفتاحية: المبيدات الحشرية الحيوية، مبيدات الأعشاب الحيوية،

P. atlantica ، *P. lentiscus* ، *Myzus persicae* ، *Tribolium castaneum* و *Bruchus rufimamus* ، *Allelopathic*، نشاط مبيد الحشرات ، *Sinapis arvensis* ، *Daucus carota* ،

Introduction générale

Introduction générale

Depuis l'antiquité, les produits naturels, notamment ceux d'origine végétale ont toujours été une source importante d'agents thérapeutiques. Ces dernières années, les recherches scientifiques s'intéressent aux composés des plantes destinés à l'utilisation dans le domaine phytopharmaceutique et phytosanitaire. Les molécules naturelles issues des plantes sont considérées comme une source très importante de médicaments ; sachant que plus de 120 composés provenant de plantes sont aujourd'hui utilisés en médecine moderne et près de 75% d'entre eux sont appliqués selon leur usage traditionnel (*Bérubé, 2006*).

Tous les végétaux contiennent des métabolites secondaires mais leur répartition selon les organes, les tissus et leur type dépend de chaque espèce, parmi ces métabolites secondaires, on cite les huiles essentielles (les huiles volatiles) (*Judd et al, 2002*).

Selon certains auteurs, les composés d'origine naturelle présentent l'avantage d'une très grande diversité de structures chimiques et ils possèdent aussi un très large éventail d'activités biologiques (*Bérubé, 2006*).

L'extraction des principes actifs à haute valeur ajoutée à partir de la matière végétale, notamment le cas des poly phénols, qui suscitent actuellement beaucoup d'intérêts par rapport à leur pouvoir antioxydant, est une étape très importante dans l'isolement ainsi que dans l'identification des composés secondaires (*Mahmoudi et al., 2013*).

Des effets inhibiteurs d'une plante envers une autre avec la libération de composés chimiques dans l'environnement est appelé allélopathie

Aujourd'hui, il s'est avéré que de nombreuses espèces végétales synthétisent des molécules capables d'inhiber la germination et le développement des plantes croissant dans leur voisinage. Une meilleure connaissance de ce phénomène pourrait s'avérer utile dans plusieurs domaines (*Hablaoui et Hakkoum, 2013*).

L'utilisation des produits phytosanitaires chimiques a considérablement diminué la pénibilité du travail au champ tout en permettant une production suffisante

et à moindre cout pour satisfaire aussi bien le marché que le consommateur. Cependant, leur utilisation peut être la cause de problèmes environnementaux et de santé publique, d'autant plus que les risques inhérents à certains d'entre eux sont mal évalués. L'un des outils permettant la réduction des pesticides à usage agricole et promu à l'échelle internationale est l'utilisation de produits phytosanitaires d'origine biologique, (*Deravel et al., 2014*).

La lutte biologique prend diverses formes, mais celles qui attirent l'attention des chercheurs à l'heure actuelle est la lutte biologique par l'utilisation de substances naturelles d'origines végétales comme insecticides (*Boutaleb Joutei, 2010*).

Ces substances naturelles qui présentent un large spectre d'action en pharmacologie, comme bactéricides, fongicides, acaricides, ect... peuvent aussi être utilisés comme insecticides de remplacement, en effet l'utilisation de ces derniers était connue depuis longtemps comme agents de lutte contre les insectes (*Crosby et al., 1966*). Comme le pyrèthre, la nicotine et la roténone; ainsi que les pyréthrinés considérés comme des insecticides naturels extraits de plantes (*Aligon et al., 2010*), les bioinsecticides sont caractérisés par une innocuité écologique, par l'abondance de leurs matières premières dans certains pays et donc leur faible cout de fabrication, d'où leur grand intérêt dans la protection da masse (*Combemale, 2011*)

En Afrique, près de 6377 espèces de plantes sont utilisées, dont plus de 4000 sont des plantes médicinales, ce qui constitue 90% de la médecine traditionnelle dans ce continent (OMS, 2002).

Des 3139 espèces décrites par Quézel et Santa (1962), les plantes médicinales Algériennes méritent une attention particulière, de par leur phylogénie, leur mode de répartition spatiale et leur rôle dans l'équilibre écologique (*Snoussi et al. 2003*).

Pour notre part, notre choix s'est porté sur le genre *Pistacia sp* qui est une source très riche en polyphénols. Cette espèce est largement utilisée dans le bassin méditerranéen pour ses nombreuses vertus thérapeutiques. L'objectif de notre travail vise à montrer la richesse de cette plante en polyphénols et à déterminer son activité Insecticide et allélopathique.

Pour donner une plus ample lumière sur ce sujet, il s'avère essentiel de traiter un à un les parties de ce travail.

✓ Dans la première partie, nous avons commencé par des généralités sur le Genre *Pistacia* sp. d'une part et une étude bibliographique sur les poly phénols en tant que classe de composés secondaires des plantes, d'autre part.

✓ Le deuxième chapitre décrit le matériel animal et végétal et les méthodes considérées pour le travail expérimental.

✓ Le troisième chapitre expose une synthèse d'analyse de travaux en relation avec notre travail et enfin notre mémoire se termine par une conclusion et des perspectives.

Chapitre I : Revue bibliographique

Chapitre I : Revue bibliographique

I.1. Généralités

Le genre *Pistacia* (les pistachiers) regroupe 9 espèces d'arbustes appartenant à l'ordre des Sapindacées et à la famille des Anacardiaceae. D'origine asiatique ou méditerranéenne, les pistachiers sont des arbustes dioïques (fleur mâles et femelles poussant sur des arbustes différents). Les fleurs d'une couleur plus ou moins marron, sont groupées en racèmes. Les fruits sont des drupes. (*Zohary, 1945 ; Khelil et al., 1980*).

Une enquête préliminaire a montré que plusieurs espèces endémiques sont réparties comme suit sur le territoire :

(i) *Pistacia lentiscus*, dans le bassin de la Soummam, en association avec le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège.

(ii) *Pistacia terebenthus*, dans le bassin de la Soummam, le versant Nord du Djurdjura et dans le bassin d'El Kseur, en association avec le pin d'Alep et le chêne vert.

(iii) *Pistacia atlantica*, dans les hauts plateaux, l'Atlas saharien en association avec le *Ziziphus lotus* et le pin d'Alep (*Belhadj, 2003 ; Choaki, 2006*).

I.1.2. Description botanique

Le genre *Pistacia* comprend onze espèces d'arbres et arbustes dioïques riches en résines dont certains sont de grande importance économique et culturelle, (*Rousou, 2018*). Le genre *Pistacia* est caractérisé par des feuilles alternes, persistantes ou caduques, pari- ou imparipennées, membraneuses ou épaisses.

Le nombre de folioles varie de 2 à 6 paires. Le rachis des feuilles et le pétiole sont parfois élargis et aplatis pour former une expansion verte comme une aile, (*El-Oqlah, 1996*).

Les fleurs d'une couleur plus ou moins marron, sont groupées en racèmes unisexués 5-mères (0 à 5 pétales et 5 étamines) avec un ovaire à 3 carpelles uni-ovulés (*Quézel et Santa, 1963 ; El-Oqlah, 1996*).

Le fruit est une drupe, plus moins succulente, ou sèche à noyau (*Quézel et Santa, 1963*), monosperme à endocarpe osseux. Les fruits sont de la grosseur d'un

pois, se rident en séchant, l'épiderme est sur un endocarpe dur mais mince contenant deux cotylédons exalbuminés (*Monjauze, 1980*).

I.1.3. Origine et répartition géographique

Le genre *Pistacia* comprend de nombreuses espèces très répandues dans la région méditerranéenne et moyen-orientale (*Tutin et al, 1968*).

Ce genre montre une large distribution, avec environ sept espèces dans la région méditerranéenne (Eurasie méditerranéenne et Afrique du Nord), deux ou trois espèces en Asie orientale (Liban, Palestine, Syrie, Iran, Iraq) et une ou deux espèces dans le sud-ouest des États-Unis et du Mexique (*Al-Saghir, 2009, 2010b; Yi et al., 2008; Zohary, 1952*), (Figure 1).

Il est largement répandu en Algérie, la Turquie, le Maroc, la France, l'Espagne, l'Italie et la Grèce (*Trost, et al., 2000*). Le pistachier se disperse sur tout le tell Algérien et tunisien, et existe avec densité dans les zones forestières et champêtres fraîches.

Dans les zones humides, cette espèce est plus abondante dans les plaines que sur les hauteurs, contrairement aux zones semi-arides où elle pousse plutôt sur les hauteurs (*Correia et Diaz Barradas, 2000*), (Figure 2).



Figure 01 : Aire de répartition de *Pistacia* dans le monde d'après *Zohary (1952)*

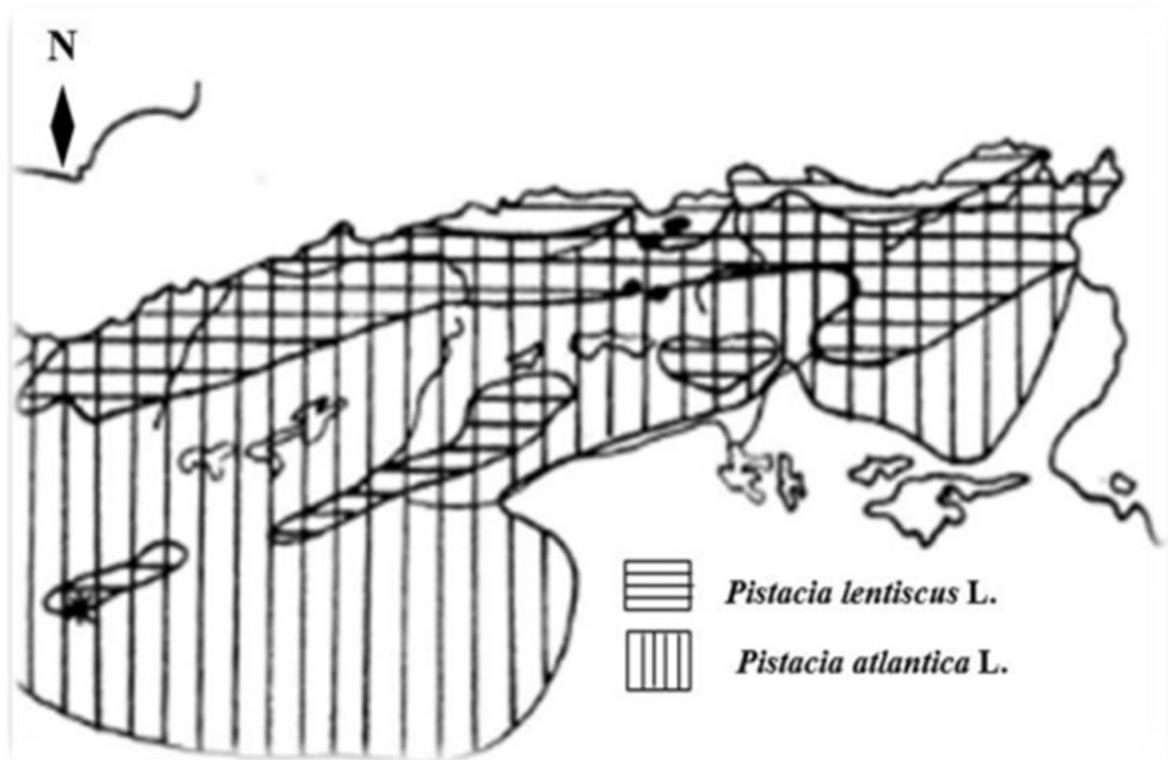


Figure 02 : Air de répartition de *P. atlantica* et *P. lentiscus* en Algérie d'après *Quezel (1963)*

I.1.4. Position systématique

Le genre *Pistacia* appartient à la famille des Anacardiaceae, à l'ordre des Spanidales, à la sous-classe des Rosidae, à la classe des Magnoliopsida, au sous-embranchement des Magnoliophyta ou Angiospermes et à l'embranchement des Spermaphytes (*Guignard et Dupont, 2004 ; Pell, 2004*).

En Algérie, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces, en l'occurrence *Pistacia lentiscus*, *Pistacia atlantica*, *Pistacia terebinthus* et *Pistacia vera* (*Quezel et Snata, 1962, 1963*).

La position de Genre *Pistacia* dans la systématique du règne végétal est donnée par l'arbre phylogénique représenté dans le Tableau 1 (*Cragg et al., 1997*).

Tableau 2 : Classification botanique du genre *Pistacia*

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédone
Sous-classe	Dialypétales
Série	Diacifores
Ordre	Sapindales
Famille	Anacardiaceés
Genre	<i>Pistacia</i> sp

I.1.5. Etude phytochimique du genre

Des études phytochimiques effectués sur le genre *Pistacia* montre sa richesse en polyphénols, tannins et triterpénoides. Les espèces de *Pistacia* sont riches en mono terpènes (*Monaco et al., 1982*), triterpénoides tétracycliques (*Ansari et al., 1993*) en plus d'autres triterpénoides (*Caputo et al., 1975 ; Caputo et al., 1978*), les flavonoïdes (*Kawashty et al., 2000*) et d'autres composés phénoliques y compris l'acide gallique (*Shi et Zuo, 1992 ; Zhao et al., 2005*) ainsi que les huiles essentielles (*Küsmenoglu et coll, 1995*).

Une étude chimique réalisée par *Liu et ses collaborateurs (2008)* sur *Pistacia chinensis* a permis d'isoler un nouveau dérivé N-phényl -pyrrolidone. Sa structure a été élucidée sous forme acide 4-hydroxy-5-(2-oxo-1-pyrrolidinyl)-benzoïque, appelée pistaciamide par les techniques spectroscopiques (1D-RMN, DEPT, HMBC et HMQC). Une autre étude phytochimique réalisée par **Romuald** et ses collaborateurs (**1977**) sur les fractions acide et neutre de la résine de l'espèce *Pistacia Vera*, a mis en évidence neuf acides triterpéniques qui ont été isolés comme esters méthyliques à partir de la fraction d'acide, tandis que le fractionnement par chromatographie sur alumine de la fraction neutre a permis d'isoler onze triterpènes neutres.

L'étude chimique réalisée par **Topçu** et ses collaborateurs en 2007 indique la présence d'un nouveau flavone dans les feuilles de *Pistacia terebinthus*, appelé 6'-hydroxyhypolaetine 3'-méthyl éther en plus du groupe des flavonoïdes connus. Il s'agit de l'apigénine, la lutéoline, la quercétine, la lutéoline, 7-O-glucoside, quercetagine 3-méthyl éther, 7-O-glucoside, l'isoscutellareine 8-O-glucoside.

L'analyse phytochimique de différentes parties de la plante a fait l'objet de plusieurs études. La caractérisation chimique des feuilles a montré la présence des flavonoïdes et des flavones (**Topçu et al., 2007**), des gallo tannins (**Zhao et al., 2005**) et des phénols simples tels que l'acide gallique et l'acide p-coumarique (**Benhammou et al., 2008**).

D'autres groupes chimiques caractérisent l'huile des fruits du pistachier de l'Atlas : les triterpénoïdes, les acides gras insaturés tels les acides oléique (46 %), linoléique (27.5 %), palmitique (24 %), palmitoléique (1.23–5.73 %), stéarique (1.48–2.61 %), linoléique (0.95–1.5 %), les stéroïdes et les triglycérides (**Benhassaini et al., 2004; Yousfi et al., 2005**).

La composition chimique des feuilles de *Pistacia lentiscus* est caractérisée par la présence de glycosides, de flavonoles comme la quercétine, myricétine, lutéoline ainsi que l'isoflavonegenisteine. En outre, les feuilles contiennent 6 à 7% de gallo tannins de faible poids moléculaire, à savoir l'acide gallique et les dérivés d'acide quinique 5-O-, 3,5-O-di- et 3, 4,5-O-trigalloyl (**Hamad et al. 2011**). Selon **Luigia et al. (2007)**, les fruits de *Pistacia lentiscus* contiennent 5,4 mg/ml d'anthocyanines, essentiellement : cyanidine 3-O-glucoside (70%), delphinidine 3-Glucoside (20%) et cyanidine 3-O-arabinoside (10%). De plus, des poly phénols ; l'acide gallique, le pentagalloyl glucose (**Hamden et al., 2004**).

I.2. Généralités sur l'espèce *Pistacia lentiscus* L

I.2.1.Nomenclature

L'arbre du pistachier possède plusieurs noms qui diffèrent d'une société à une autre. Parmi ces noms on trouve le térébinthe oriental, le térébinthe de mastic, addarou, Elgathoum. En Amazigh, on donne à cet arbre plusieurs noms : Tadist, Imtek, Meski et Itk (**AL-Assamai, 1908 ; Denis, 1982 ; Veissid, 1973**). Ibn EL-Baitar

dans son livre « traité des simples » ainsi qu'Ibn Sina donnent le nom d'addarou à cette plante. Diskordos la nomme skhinos (*Al Antaki, 1952*).

I.2.2. Description botanique

Tous les pistachiers, sont dioïques et se présentent sous forme d'arbrisseau pouvant atteindre 3m, parfois arbuste ne dépassant pas 6m, (*Yl et al., 2008*). (Figure. 03)

Les différents compartiments végétaux des pistachiers sont les suivants.

-Feuilles : vert foncé, divisées-pennées, sans foliole terminale; folioles de 10 à 50 mm de long, ovales, coriaces et non dentées, à pétiole ailé **-Fleurs :** individuelles plutôt insignifiantes, groupées en faux épis denses, les fleurs mâles ont des anthères rouge sombre et les fleurs femelles sont verdâtres. (*Thorogood C 2018*). (Figure.04)

-Fruits : sont sous forme d'une drupe arrondie de 2 à 3 mm de diamètre, monosperme, contenant un nucléole de la même forme (*Belfadel, 2009 ; Ferradji, 2011 ; Thorogood, 2018*); d'abord rouges puis noires et luisants, (Figure.04).



Figure 03 : Arbuste du genre *Pistacia Lentiscus* L (zone de la wilaya Médéa). (*K .Chaouti ;2019*)



Figure 04 : Feuilles [A], Inflorescences mâles [B], Inflorescences femelles [C] et fruits mature et non mature [D] de *Pistacia lentiscus*. (Source :<https://commons.wikimedia.org>)

I.2.3. Répartition géographique

Pistacia lentiscus L. est un arbrisseau originaire du bassin méditerranéen (Nesco *et al.*, 1966). Il est particulièrement représenté dans les milieux les plus chauds, en Asie mineure l’Afrique et l’Europe jusqu’aux îles Canaries (Crete, 1989).

Les arbres du lentisque s'étendent sur une vaste zone géographique, allant du littoral aux zones arides (*Trabelsi et al., 2012*). Il occupe l'étage thermo-méditerranéen. Sa limite méridionale se situe aux environs de Saïda, sa présence au sud de l'Atlas saharien n'est pas signalée (*Ait Saïd, 2011*) (Figure.05)

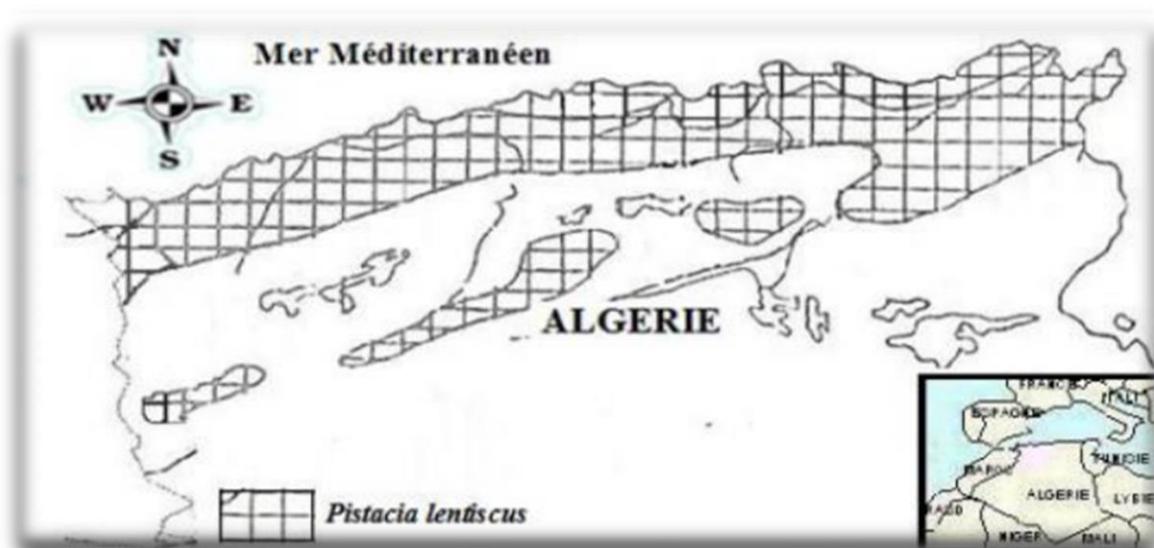


Figure 05 : Aire de répartition de *Pistacia lentiscus* en Algérie (*Quezel et Santa, 1963*)

I.3. Généralités sur l'espèce *Pistacia atlantica* Desf

I.3.1. Nomenclature

En arabe local et en berbère, le pistachier de l'Atlas est nommé ; elbetoum, botma, betouma ou btouma. Le nom commun de cette espèce se rapporte aux montagnes d'atlas ou cette espèce se développe. Généralement connu comme pistachier sauvage, faux pistachier, fruits globuleux, petits rouge-brun, renfermant une graine verte. Les fruits sont appelés Elkhodiri par les populations locales, appellation due à la prédominance de la couleur verte foncée à maturité, (*Baba Aissa, 2000 ; Belhadj, 2003*).

I.3.2. Description botanique

C'est un arbre dioïque puissant qui peut atteindre 20m de hauteur, à tronc bien individualisé et à frondation hémisphérique (*Quezel et Santa, 1963*) (Figure.06). Les feuilles sont imparipennées, coriaces à 7 – 11 folioles lancéolées, obustes au

sommet , alternes à 12cm de longueur totale (*Monjauze, 1980*) et à rachis finement ailé à folioles, (*Quezel et Santa, 1963 et Yaaqobi et al., 2009*) . Les feuilles sont caduques et chutent en automne, elles sont de couleur vert pâle, glabre et sessiles (*Yaaqobi et al., 2009*).

Les fleurs sont apétales et rougeâtres en grappes terminales pour les fleurs mâles et axillaires pour les fleurs femelles (*Monjauze,1980*) et possèdent 4 sépales de couleur jaune pâle pour la fleur mâle, avec 5 étamines de couleur rouge pourpre.



Figure 06 : Arbre du pistachier de l’atlas (zone de la wilaya Médéa)
(*K .Chaouti ;2019*)

Selon *Zohary (1952)* les fleurs mâles contiennent 5 à 7 étamines. Le fruit « Khodiri » est une drupe, (Figure.07) est consommé par les habitants (*Belhadj et all., 2008*).

La fructification débute vers la fin du mois de Mars et les fruits atteignent leur maturité au mois de Septembre (*Yaaqobi et al., 2009*).



Figure 07 Feuilles [A], Inflorescences [B] et fruits [C] de *Pistacia atlantica* Desf.
(Source : <https://www.teline.fr>)

I.3.3. Répartition géographique

Le Pistachier de l'Atlas colonise de façon diffuse un territoire considérable centré sur les pays méditerranéens à saison sèche et chaude bien marquée. Il se retrouve en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie), mais on le rencontre également aux îles Canaries, en Libye (Cyrénaïque), à Chypre et au Proche-Orient (*Quézel et Médail, 2003*).

Le pistachier de l'Atlas est une espèce assez commune en Algérie lui permettant d'exister depuis les marges du Sahara jusqu'aux moyennes montagnes subhumides (Figure.08), mais il trouve son optimum dans les régions arides et semi-

arides, notamment les Hautes-Plaines où il prospère dans les lits d'oueds et les dayas. Des peuplements plus ou moins vastes, se retrouvent dans le Hoggar, l'Atlas saharien (*Manjauze, 1980*), et dans la région de Djelfa (Senalba, Ain Oussera, Messaad), et Ghardaia (dans l'oued M'zab),

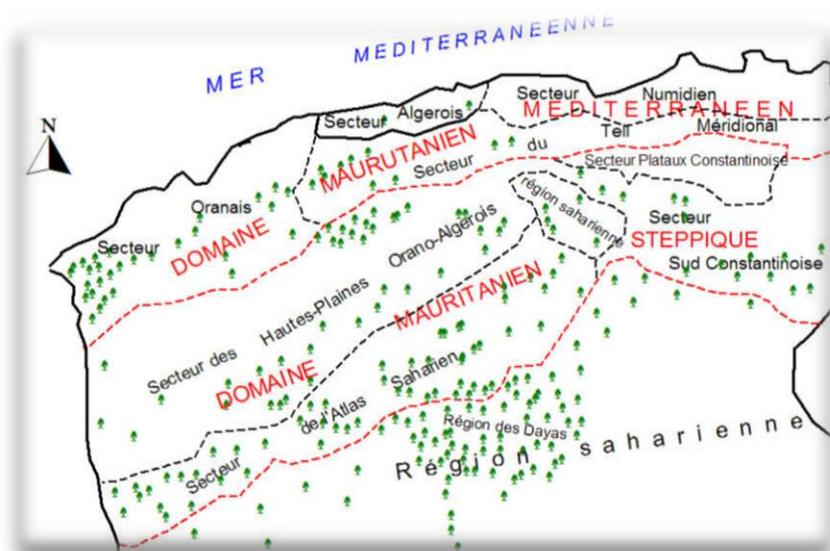


Figure 08 : Distribution de *P. atlantica* en Algérie. (*Ozenda, 1991*)

1.4. Les métabolites secondaires

Les plantes possèdent des métabolites dits « secondaires » par opposition aux métabolites primaires qui sont les protéines, les glucides et les lipides. Les métabolites secondaires sont des molécules organiques complexes synthétisées et accumulées en petites quantités. Ils sont divisés principalement en trois grandes familles : Les polyphénols, les terpènes, les alcaloïdes (*Lutge et al.; 2002; Abderrazak et Joël, 2007*). Chacune de ces classes renferme une très grande diversité de composés qui possèdent une très large gamme d'activité biologique (*Ali et al., 2001 ; Li et al., 2007*).

1.4.1. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques forment un très vaste ensemble de substances ; qui ont en commun un cycle aromatique portant au moins un groupement hydroxyle (*Chopra et al., 1986*). Selon le nombre d'unités phénoliques présentes, on les classe

en composés phénoliques simples et en polyphénols. Par abus, on les appelle indifféremment composés phénoliques ou polyphénols et comprennent essentiellement les phénols simple, les acides phénoliques, les stilbènes, les flavonoïdes, les tanins, les coumarines, les lignines et les xanthones (*Stalikas, 2007*).

L'origine biosynthétique des composés phénoliques des végétaux est l'acide shikimique. Cette voie du shikimate conduit à la formation des oses aux acides aminés aromatiques (phénylalanine et tyrosine) puis par désamination de ces derniers, aux acides cinnamiques et à leurs très nombreux dérivés : Acide benzoïques, acétophénones, lignanes et lignines, coumarines (*Bruneton, 1993*), (Figure.09).

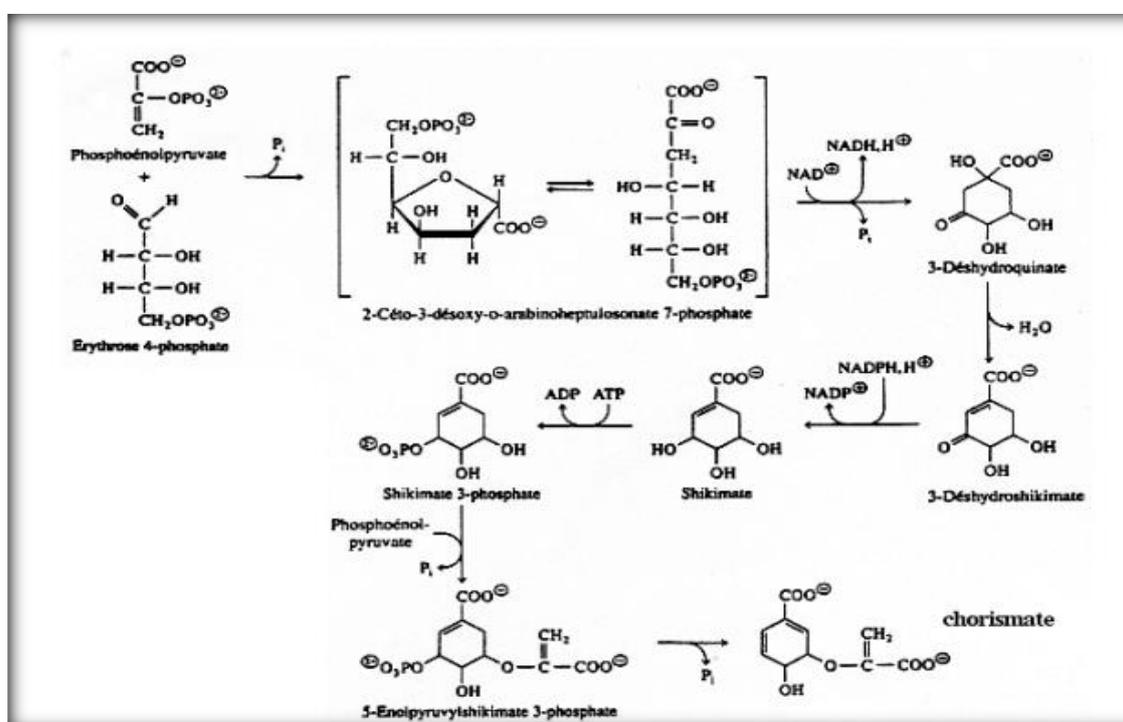


Figure 09 : Biosynthèse des composés phénoliques par voie du shikimate (*Kennig et al., 1995*)

1.4.2. Classification des composés phénoliques

Les polyphénols possèdent plusieurs groupements phénoliques avec ou sans autres fonctions (alcooliques, carboxyles...). Dans cette famille de molécules, se

trouvent de nombreuses substances, qui peuvent se classer selon leur structure en plusieurs groupes :

1.4.2.1. Les phénols simples

Ce sont des composés renfermant une ou plusieurs unités phénoliques sans d'autre fonction particulière impliquant le(s) noyau(x) benzénique(s) comme le 3-hydroxytyrosol, le tyrosol, le 4-vinylphénol (*Bruneton, 1999*), (Figure.10) .

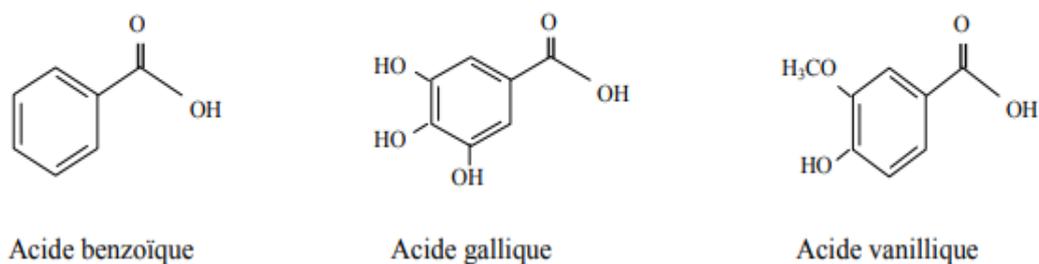


Figure 10 : Exemple de quelques acides phénols de la série benzoïque (*Bruneton 2009, Pawlowska et al., 2006*)

1.4.2.2. Les acides phénoliques

Les acides phénoliques sont les dérivés hydroxylés de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique. Ils sont présents dans un certain nombre de plantes cultivées et médicinales (*Psotová et al., 2003*). Nous pouvons citer par exemple : l'acide caféique, l'acide protocatéchique, l'acide vanillique, l'acide ferulique, l'acide sinapique et l'acide gallique (*Hale, 2003*).

1.4.2.3. Les stilbènes

Plus de 30 stilbènes et glycosides de stilbènes sont présents naturellement dans le règne végétal (*Collin et Crouzet, 2011*). Ce sont des composés, ayant comme structure de base le 1,2-diphénylenthylène (C₆-C₂-C₆) dont quelque représentant sont: le pinosylvine et l'hydrangéol (*Bruneton, 1999*).

1.4.2. 4. Les xanthones

Ils constituent une famille de composés phénoliques généralement isolés dans les plantes supérieures et dans les microorganismes, répondant à une structure de base C6-C1-C6, (*Sakagami et al., 2005*).

1.4.2.5. Les coumarines

Les coumarines tirent leur nom « coumarou », nom vernaculaire de la fève tonka (*Dipterix odorata* Wild) d'où elles furent isolées en 1982 (*Bruneton, 1999*). Présentes dans de nombreux végétaux, les coumarines ont une structure de base (C6-C3). Elles sont produites en grand quantité en réponse à une attaque biotique ou abiotique semblant constituer un moyen de défense de types phytoalexique. Ces composés sont connus pour leurs propriétés anticoagulantes, (*Collin et Crouzet, 2011*).

1.4.2.6. Les lignanes et les lignines

Les monolignols (dérivés de l'acide cinnamique) servent de précurseurs pour les composés de type phénylpropanoïde tels que les lignanes et les lignines (*Bruneton, 1999*).

Les lignanes répondent à une représentation structurale de type (C6C3)₂ ; l'unité C6C3 est considérée comme un propylbenzène (*Bruneton, 1999*) Les lignines constituent une classe importante de produits naturels dans le règne végétal et seraient formés par polymérisation oxydative de trois monolignols qui sont les alcools *p*-coumarique, coniférique et sinapique (*Sakagami et al., 2005*).

1.4.2.7. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont des pigments ubiquistes des végétaux. Ils ~~sont~~ existent le plus souvent sous forme d'hétérosides. Ils sont très largement répandus dans les fruits, les légumes, les graines ou encore les racines des plantes. Les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune et par conséquent, possèdent tous un même squelette de base à quinze atomes de carbone, constitué de deux unités aromatiques, deux cycles en C6 (A et B), reliés par une chaîne en C3 (*Bruneton, 1999 ; Reynaud et Lussignol, 2005*). (Figure.11)

Il existe six classes des flavonoïdes, qui diffèrent par leur structure chimique : flavonols, flavones, flavanones, isoflavones et anthocyanidines (**Médic-Saric et al., 2004**).

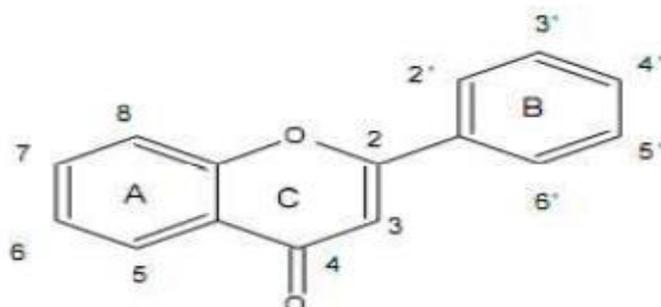


Figure 11 : Structure générale des flavonoïdes (*Girotte-Chanu, 2006*)

1.4.2.8. Les tanins

On distingue chez les végétaux supérieurs deux groupes : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (**Ghestem et al., 2001**).

Les tanins hydrolysables (esters de glucose) comprennent l'acide gallique pour le groupe des gallotanins et l'acide allagique pour le groupe des ellagitanins. Ces tanins subissent facilement une hydrolyse acide et basique ; ils s'hydrolysent aussi sous l'action enzymatique (Figure.12) (*Ghestem et al., 2001*).

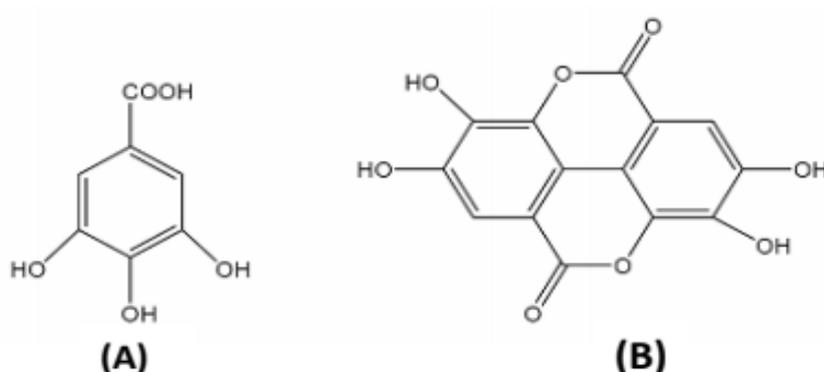


Figure 12 : Structure chimique des acides gallique (A), et ellagique (B) (*Peromy, 2005*)

Les tanins condensés sont des polyphénols de masse moléculaire élevée. Ils résultent de la polymérisation oxydative ou enzymatique des unités de flavone-3-ol et/ou de flavone-3,4-diol (*Bruneton, 1999*). (Figure.13)

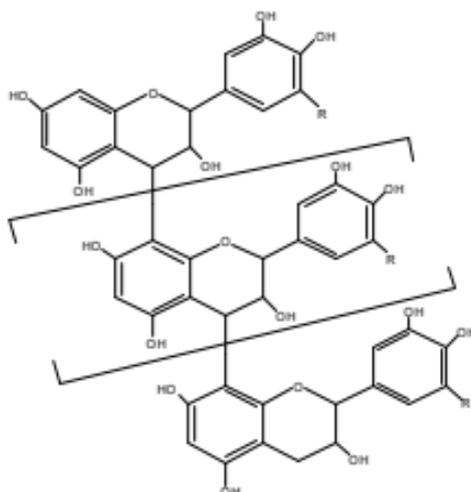


Figure 13 : Structure des tanins (*Gavot, 2009*)

1.5. Activité biologique des polyphénols

Le rôle des composés phénoliques est maintenant reconnu dans différents aspects de l'utilisation que fait l'homme par les végétaux. Les composés phénoliques sont connus comme toxiques pour les nématodes, les insectes, les mauvaises herbes, les champignons et aussi les bactéries (*Ohri, 2010*). Les flavonoïdes sont un grand groupe de métabolites secondaires jouent un rôle clé dans les défenses des plantes contre les insectes, les agents pathogènes fongiques et bactériens (*Ntalli et al., 2012*).

1.5.1. Activité allélopathique

Le lien existant entre l'effet biologique du composé allélopathique et les symptômes observables chez la plante-cible n'est pas toujours facile à établir. Une telle relation a été étudiée chez la laitue mettant en évidence une cible mitochondriale pour certains phénols et se traduisant par un ralentissement, voire une inhibition de la germination des semences cibles (*Chiapusio et al., 1997*).

La majorité des effets secondaires sont testés sur la germination et /ou la croissance de jeunes plantules car ces stades physiologiques correspondent à des phases de développement particulièrement sensibles (*Lovett et al., 1989*).

Des tests de germination, des mesures de biomasse ou de taille d'organes sont les méthodes prédominantes employées (*Haugland et Brandsater, 1996*).

1.5.2. Activité insecticide

De nombreux composés polyphénoliques, acides phénols et flavonoïdes, provoquent une perturbation de la motricité naturelle d'insecte. Celle-ci est altérée dès le premier jour sous l'effet de la quercétine et de manière plus tardive au quatrième jour pour la naringine, le syringaldéhyde ou l'acide vanillique. Dans certains cas, notamment pour la lutéoline-7-glucoside, un effet knock-down (effet choc) se produit et au bout de jours, les insectes sont dans un état comateux ou morts. La toxicité des poly phénols est corrélée positivement avec le pouvoir attractif des composées (*Regnault- Roger et al., 2004*). Contrairement aux mono terpènes, les polyphénols exercent une action insecticide d'une intensité moindre, mais qui dure plus longtemps que celle des huiles essentielles (*Regnault-Roger, 2008*).

1.5.3. Activité antifongique

La majorité des poly phénols ont une activité antifongique très puissante. *Orturno, (2005)* a démontré l'activité des flavonoïdes glycosides et des polyméthoxyflavones des espèces d'agrumes *Citrus parasidi*, et de *Citrus sinensis* sur *Penicillium digatatum*. Aussi, les flavonoïdes de l'Astraceae *Conyza aegyptica L.* ont une action fongicide et fongistatique sur différent agents de mycoses : *Microsporium canis*, *M. gypseum*, *Trichophyton mentagrophytes*, *Candida zeylanoïdes* (*Batawita, 2002*).

1.5.4. Activité antibactérienne

Plusieurs études in vitro et in vivo se sont focalisées sur l'évaluation des propriétés antibactériennes des polyphénols notamment les flavonoïdes et les tanins qui sont reconnus pour leur toxicité vis-à-vis des microorganismes.

Le mécanisme de toxicité peut être lié à l'inhibition des enzymes hydrolytiques (les protéases et les carbohydrases) ou d'autres interactions pour

inactiver les adhésions microbiennes, les protéines de transport et d'enveloppe cellulaire (*Harrar, 2012*).

Les flavonoïdes sont capables d'inhiber la croissance de différents types de bactéries (*Staphylococcus aureus, Esherichia coli, Enterobacter cloacae* etc ...) avec une intensité différente selon le microorganisme et l'écosystème dans lequel il se trouve (*Akroum, 2011*).

Chapitre II :
Matériels et Méthodes

Chapitre II. Matériels et méthodes

II.1. Objectif et démarche de l'étude

Dans notre étude, nous nous sommes intéressés aux effets des polyphénols spécifiquement les flavonoïdes et les tannins et leurs activités insecticides et anti germinative des graines de plantes spontanées.

Notre question est de savoir si les extraits méthanoliques et aqueux de deux espèces du genre *Pistacia* (*P. lentiscus* et *P. atlantica*) inhibent la germination des deux espèces des plantes adventices (*Daucus carota* et *Sinapis arvensis*) et ont un effet insecticide sur les insectes ravageurs importants et dommageables sur leurs plantes hôtes : (*Aphis fabae*, *Myzus persicae*, *Tribolium castaneum* et *Bruchus rufimamus*). La démarche de ce travail s'inscrit dans la valorisation de composés du métabolisme secondaire qui pourraient être efficaces pour réduire les populations de ces espèces. Nous présentons dans ce qui suit dans un premier temps la méthodologie entreprise et une analyse préliminaire de quelques travaux similaires sélectionnés dans la littérature.

II.2. Matériel utilisé

II.2.1. Matériel végétal

II.2.1.1. Origine et compartiments des plantes testées

Pour chacune des deux espèces de pistachier, les organes végétaux choisis de la plante appartiennent à la partie aérienne.

Les prélèvements des échantillons de *Pistacia sp* (feuilles , pédoncules, fruits matures et fruits non matures) ont été réalisés en automne (septembre-octobre 2019) dans la région de Berrouaghia, Wilaya de Médéa (figure 14 et figures 15 et 16, tableau 2)

Tableau 2 : Synthèse des principales caractéristiques des stations de prélèvement

Lieu	Berrouaghia (Sud de Médéa)
Altitude (m)	<i>P.lentiscus</i> : 847 <i>P. atlantica</i> : 813
Coordonnées géographiques	<i>P.lentiscus</i> : 36.152687N, 2.921497577E <i>P. atlantica</i> : 36.177753N ,2.997577E
Précipitations (mm/an)	693
M°c	39.14°c

m°c
Bioclimats

0.16°c
Semi-aride

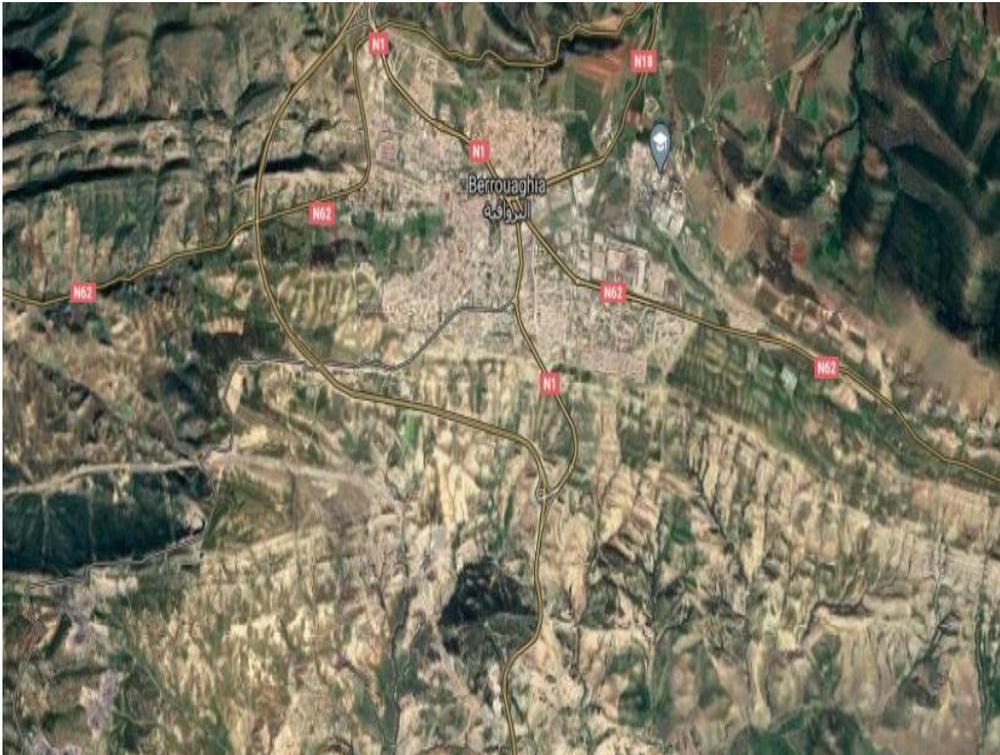


Figure 14 : Stations d'étude (Berrouaghia).Google Maps



Figure 15 : Compartiments végétaux étudiés *P. lentiscus* (A: feuille, B : pédoncules, C: fruit non mure (rouge), D: fruit mure (noir) (*K. Chaouti ;2019*)



Figure 16 : Compartiments végétaux étudiés de la plante testée « *P. atlantica* » (A: feuille, B : pédoncules, C:fruits non mature, D : fruits mature) (*K .Chaouti ;2019*)

II.2.1.2.Plantes hôtes et semences utilisées

A) Fève

A.1. Caractéristiques de la plante

La fève est une plante herbacée annuelle de taille pouvant dépasser 1.80 m. Elle présente une tige simple, dressée, creuse et de section quadrangulaire (*Peron, 2006, In Mezani, 2011*).

Les feuilles sont de couleur vert clair, ovales, entières (*Dominique, 2010*). Elles comportent 2 folioles à la base de la tige puis 3 ou 4 à la suite du développement de la plante. Les racines sont pivotantes parfois, superficielles plus généralement, portant des nodosités renfermant la bactérie spécifique fixatrice d'azote atmosphérique, *Rhizobium leguminosarum*. Selon *Galas et Bannerot (1992)*, les fleurs sont grandes, de 2 à 3 cm, blanches tachées de noir (*Patrick et al., 2008*). Les fruits sont des gousses contenant, selon le type, de 3 à 12 grains Les graines sont charnues, vertes et tendres à l'état immature, à complète maturité, elles développent

un tégument épais et coriace de couleur brun-rouge, à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à couleur presque circulaire (*Chaux et Foury 1994 ; In Mezani, 2011*).

A.2. Classification botanique

D'après *Dajoz (2000; in Mezani, 2011)*, la fève est classée comme suit :

Règne :	Plantes
Embranchement :	Spermaphytes
Sous-embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotylédones
Sous-classe :	Dialypétales
Série :	Caliciflores
Ordre :	Rosales
Famille :	Fabacées (Légumineuses)
Sous-famille :	Faboideae
Genre :	<i>Vicia</i>
Espèce :	<i>Vicia faba</i> L.

A.3. Importance en Algérie

La culture de la fève et de la fèverole en Algérie n'ont pas encore bénéficiées de toute l'attention nécessaire devant assurer leur développement et continuent d'être marginalisées à tel point que des régressions importantes en superficies ont été enregistrées depuis 1987.

La fève *Vicia faba* Linné. est la culture qui a fait partie de nos systèmes agraires depuis longtemps dans différentes zones agro-écologiques du pays. En Algérie la fève est la plus importante parmi les légumineuses alimentaires avec 58.000 hectares soit 44,3 % de la superficie totale réservée à cette catégorie de cultures. Sa production moyenne annuelle est de 254.000 quintaux au cours de la période 1981-1990. Cependant les rendements restent les plus faibles dans le monde avec 4,41 q/ha (*Bouznad et al., 2001*). Sa culture est pratiquée essentiellement au niveau des plaines côtières et de l'intérieur et dans les zones sahariennes..

En Algérie, la fève est retenue surtout pour la consommation humaine sous forme de gousses fraîches, ou en grains secs. En cas de fortes productions, l'excédent en grains secs peut être incorporé dans l'alimentation du bétail (*Maatougui 1996, in Lebbal, 2010*).

B) Tomate

B.1. Caractéristiques de la plante

La tomate (*Solanum lycopersicum* L.) est une plante climactérique, diploïde à $2n=24$ chromosomes (*Judd et al, 2002*) herbacée, vivace à l'état naturel, et annuelle en culture.

Ses feuilles sont alternes et sans stipule. Elles sont composées, pennées, à 7, 9 ou 11 segments ovales, incisés ou dentelés grossièrement et alternant avec des segments plus petits. Les fleurs sont actinomorphes, autogames, de couleur jaune et réunies en inflorescences pentamères sauf le gynécée qui possède entre 2 et 5 carpelles (*Abbeyes et al, 1963*). Le fruit est une baie plus ou moins grosse, de forme variable (sphérique, oblongue, allongée), et de couleurs variées (blanches, rose, rouge, jaune, orange, verte, noire) selon les variétés, (*Renaud, 2003*). Les graines sont réparties dans des loges remplies de gel (*Grasselly et al., 2000*).

B.2. Classification botanique

D'après *Cronquist (1981) et Atherton et Rudich., (1986)*, .La tomate est classée comme suit :

Règne :..... Plantae.

Sous règne : Trachenobionta.

Division :... Magnoliophyta.

Classe :..... Magnoliopsida

Sous classe : Asteridae.

Ordre :..... Solonales.

Famille :... Solanaceae.

Genre :... *Solanum* ou *Lycopersicon*

Espèce :... *Lycopersicon esculentum* Mill.

B.3. Importance en Algérie

En Algérie ; la filière de la tomate constitue l'une des activités essentielles de la branche agroalimentaire de par sa contribution dans la croissance du secteur agricole et l'absorption de la main d'œuvre, (*Onagri, 2015*).

Selon le Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (*MADR, 2013*), la tomate est cultivée selon deux modes de production : en culture maraichère et en culture industrielle. La tomate représente 8,4% de la superficie totale réservée aux cultures maraichères et industrielles, et est représentée par 65,06% pour la tomate maraichère et 40,1% pour la tomate industrielle. En général, sa culture occupe de 33 000 ha donnant une production moyenne de 11 millions de quintaux et des rendements moyens d'environ 311 Qx/ha (*Madar, 2009*).

Une partie de cette production est consommée telle quelle et l'autre plus grande, est transformée industriellement en purée, jus de tomate et sauces. Cette transformation génère de grandes quantités de sous-produits non utilisés ; constitués essentiellement de pelures, graines et des feuilles qui restent au niveau du champ. Ces déchets sont riches en composés biologiquement actifs d'où l'importance de leur utilisation comme additifs alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques (*Calvo et al., 2007*).

D) Les plantes spontanées

C.1. La carotte sauvage (*Daucus carota*)

C.1.1. Caractéristiques de la plante

La carotte sauvage est une plante bisannuelle, à port variable. La tige est dressée de 30cm à 1 mètre, à rameaux étalés, 2- à 3 feuilles pennatiséquées : à segments linéaires ou lancéolés, incisés-dentés ; feuilles caulinaires supérieures souvent sous forme de bractées. Les ombelles fructifères sont fortement contractées, à 20-40 rayons grêles ; involucre à bractées 1-2 pennatiséquées ; involucelle des ombellules externes à bractées 3-séquées, celui des internes à bractées simples. Les fleurs sont blanches ou un peu rosées ; souvent 1 ou plusieurs fleurs de l'ombellule centrale rouge sombre. Les fruits sont ellipsoïdes, de 2 à 4mm ; aiguillons des côtes secondaires la largeur des méricarpes. (*Zhenghao, et Chang, 2017*).

C.1.2. Classification botanique

D'après **Botineau (2010)**, la carotte sauvage (Figure 17) est classée comme suit :

Règne :..... Plantae

Classe :..... Equisetopsida
Sous-classe :... Magnoliidae
Super-ordre :...Asteranae
Ordre :..... Apiales
Famille :..... Apiaceae
Sous-famille : Apioideae
Tribu :..... Scandiceae
Sous-tribu :..... Daucinae
Genre :..... *Daucus*
Espèce :..... *Daucus carota*



Figure 17 : La carotte sauvage (stade floraison) (*Source* <https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Insecte?imageId=9638>)

C.2. La moutarde des champs (*Sinapis arvensis*)

C.2.1. Caractéristiques de la plante

La moutarde des champs *Sinapis arvensis* est une plante annuelle à port dressé de 30 à 80 cm de hauteur. Les feuilles inférieures sont lyrées (au lobe terminal

bien plus grand que les autres). Les feuilles supérieures sont ovales ou oblongues, à marge sinuée-dentée et sans pétiole. Les racèmes sont dressés et portent de 20 à 40 fleurs jaune soufre. Chaque fleur comporte 4 sépales étalés de 4 à 6 mm et 4 pétales de 7 à 12 mm de long. Le fruit est une silique, de 25 à 45 mm de long, bosselée, glabre, portant un bec conique, en alene, un peu plus court que les valves, (*Jauzein* ., *1987*).

C.2.2. Classification botanique

D'après *Botineau (2010)*, la moutarde des champs (Figure18) est classée comme suit :

Règne :.....Plantae

Embranchement :.... Magnoliophyta

Classe :.....Magnoliopsida

Ordre :..... Capparales

Famille :.....Brassicaceae

Genre :..... *Sinapis*

Espèce :..... *Sinapis arvensis*



Figure 18 : La moutarde de champ (stade floraison) (*Source* : <https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Insecte?imageId=9638>)

C.3 Nuisibilité

- **Nuisibilité due à la flore potentielle**

Avec un potentiel semencier de l'ordre de 10000 semences pour la carotte sauvage et de l'ordre de 400 semences pour la moutarde des champs (*Mellakhessou, 2007*) viables par m² si l'on admet que les levées au champ représentent généralement entre 5% et 10% du nombre de semences enfouies, les infestations prévisibles d'une culture représentent 200 à 400 adventices par m² (*Roberts, 1981; Barralis et Chadoeuf, 1987 in Caussanel, 1988*).

- **Nuisibilité due à la flore réelle**

La nuisibilité des espèces spontanées représente la nuisibilité envers les plantes qui lèvent réellement au cours du cycle de la culture. Chaque espèce adventice possède sa propre nuisibilité (nuisibilité spécifique) qui contribue à la nuisibilité globale du peuplement adventice dans des conditions d'offre environnementale définies. Lorsque la nuisibilité due à la flore adventice réelle n'est prise en compte que par ses effets indésirables sur le produit récolté, cette nuisibilité est dite primaire.

Si les dommages dus à l'action conjuguée de la flore réelle et de la flore potentielle s'étendent aussi à la capacité ultérieure de production, soit au niveau de la parcelle (accroissement du potentiel semencier du sol notamment), soit au niveau de l'exploitation agricole (création et multiplication de foyers d'infestation, contamination du sol ou du matériel végétal, nuisances et pollution), la nuisibilité est qualifiée de secondaire (*Caussanel, 1988*).

II.2.2. Matériel animal

II.2.2.1. Puceron noir de la fève

II.2.2.1.1. Position systématique d'*Aphis fabae*

Selon *Remaudière et Remaudière (1997)*, *A. fabae* se classe comme suit :

Règne : Animal

Embranchement : Arthropoda.

Sous/embranchement : Ptérygotes

Classe : Insecta.

Super-ordre : Hémiptéroïdes

Ordre : Homoptères

Famille : Aphididae

Genre : *Aphis*

Espèce : *Aphis fabae* Scopoli, 1763.

II.2.2.1.2. Description d'*A. fabae*

Aphis fabae peut se trouver sous une forme aptère et une forme ailée.

➤ **Forme aptère**

L'adulte aptère mesure environ 2 mm, trapu, noir mat à verdâtre, avec trois paires de taches blanches cireuses sur l'abdomen (*Hullé et al., 1999*). Le tégument est d'aspect velouté ou légèrement pruineux.

Les antennes sont courtes, ne dépassent jamais les deux tiers de la longueur du corps. Les cornicules sont courtes, entièrement noires, de forme cylindrique, dépourvues de gouttière terminale et légèrement rétrécies à leurs extrémités (*Saharaoui, 1999*). Selon *Balachowsky et Mesnil (1934)*, la longueur des cornicules varie entre 0,25 et 0,35mm.

La cauda est de couleur noire, conique et épaisse, ne dépassant pas la moitié de la longueur des cornicules (Figure 19).

➤ **Forme ailée**

Le corps de l'ailé est de forme plus élancée que l'aptère, il mesure entre 1,6 et 2,3 mm de long (*Benoufella–Kitous, 2005*). La tête et le thorax sont noirs et brillants (Figure 19). L'abdomen est noir, parfois à reflet verdâtre ou vert épinard sombre (*Balachowsky et Mesnil, 1934*). Les cornicules sont noires, de longueur moyenne et peu épaisses et la cauda est sombre, arrondie à l'extrémité (*Autrique et Ntahimpera, 1994*).



a- Forme aptère



b- Forme ailée

Figure 19 : Formes aptère et ailée d'*Aphis fabae* (*Meradsi, 2009*)

II.2.2.1.3. Dégâts

Les pucerons figurent parmi les ravageurs les plus nuisibles à l'agriculture (**Latigui, 1988**).

Les dommages causés par ces insectes aux cultures, sont réparties en deux catégories :

➤ **Dégâts directs**

Selon **Dedryver (2010)**, le dégât direct est l'effet du détournement de quantités de sève élaborée au profit des pucerons qui se manifeste par : une moindre croissance (court noué), une mauvaise fructification (avortement de fruit) et des graines ou des fruits plus petits et bosselés. La sécrétion salivaire du ravageur entraîne des perturbations dans les processus de multiplication cellulaire autour du point de piqûre, et des proliférations des tissus végétaux, entraînant une chute précoce des feuilles. Enfin, d'autres substances toxiques contenues dans la salive des pucerons peuvent entraîner l'apparition à distance des points de piqûres, des décolorations foliaires et enroulement des feuilles.

➤ **Dégâts indirects**

Les dégâts indirects des pucerons sont essentiellement de deux sortes:

- **Miellat et fumagine** : Les pucerons rejettent par le système digestif une substance épaisse, collante et riche en sucre et en acides aminés appelée le miellat. Ce composé déposé sur les feuilles et au pied de la plante hôte. La forte concentration en sucre du miellat (90 à 95 % de matière sèche) favorise le développement de la fumagine (forme un dépôt noirâtre à la surface des feuilles de la plante hôte), un complexe de champignon des genres *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Fumago*, *Antennariella*, *Limacinula*, *Scorias* et *Capnodium*. La fumagine réduit la photosynthèse et provoque même une asphyxie de la plante attaquée par les pucerons (**Leroy et al., 2009**).

-**Transmission de virus** : Les pucerons sont responsables de dégâts indirects assez importants en véhiculant des virus phytopathogènes (**Harmel et al., 2010**).

D'après *Radwan et al. (2008)*, les virus affectent les processus physiologiques de la plante, en diminuant le taux de photosynthèse, en réduisant la teneur en chlorophylle (jaunissement) et en augmentant les taux de respiration.

II.2.2.2. Puceron vert de la tomate :

II.2.2.2.1. Position systématique

D'après *Hullé et al., (2018)*, le puceron vert est classé comme suit :

Règne : Animal

Embranchement : Arthropoda.

Sous/embranchement : Ptérygotes

Classe : Hexapoda

Super-ordre : Hémiptéroïdes

Ordre : Homoptères

Famille : Aphididae

Genre : *Myzus*

Espèce : *Myzus persicae* (Sulzer, 1776)

II.2.2.3.2. Description

A l'échelle mondiale, *Myzus persicae* (Figure 20) compte parmi les ravageurs les plus importants des cultures grâce à sa grande efficacité de transmission des phytovirus. Bien qu'il soit probablement originaire d'Asie, il est désormais retrouvé sur tous les continents (*McKinlay et al., 1992*).

Très polyphage et vecteur de nombreux virus, *M. persicae* est une espèce très dangereuse pour de nombreuses cultures. En petit nombre, ces pucerons engendrent peu de dégâts directs. Cependant, une culture entière peut être anéantie suite à la transmission virale réalisée par quelques individus (*Turpeau-Ait Ighil et al., 2011*). Un panel de virus peut être véhiculé et transmis par *M. persicae* pour le cas des Solanacées.



Figure 20 : Puceron vert, stade adulte (*Source* https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/52046)

II.2.2.2.3. Dégâts

Près de 25 % des espèces végétales terrestres peuvent être attaquées par les pucerons (*Dixon, 1998*). Par le prélèvement de la sève élaborée, le puceron s'ajoute comme un puits supplémentaire pour la plante et perturbe ses relations source-puits. Ce mode d'alimentation phloémien induit des dégâts difficilement détectables au début de l'attaque mais qui deviennent très visibles avec l'extension des colonies. Les piqûres (perforations dans les tissus végétaux), les prélèvements extensifs de la sève phloémienne et l'injection de salive toxique provoquent des stress mécaniques et chimiques chez les plantes attaquées. Ceci engendre un déséquilibre physiologique profond qui se manifeste souvent sous forme de modifications morphologiques comme l'enroulement des feuilles qui réduit l'activité photosynthétique, la dépigmentation, la crispation, la déformation et l'apparition de taches nécrotiques (*Goggin, 2007; Dedryver et al., 2010*). La croissance de la plante peut en être perturbée et significativement freinée, ce qui peut aboutir à un flétrissement général (*Van Emden et al., 1969*).

D'autres dégâts peuvent être causés indirectement par le puceron. Ainsi, la production de miellat sur les feuilles peut entraîner l'obstruction des stomates, empêcher la respiration et réduire la photosynthèse (*Comeau, 1992*). Le miellat favorise aussi l'apparition et le développement des champignons saprophytes, agents de fumagine, ce qui rend les produits impropres à la commercialisation.

D'autre part la transmission et la dissémination de maladies virales par les pucerons peuvent engendrer des dégâts très dangereux contre lesquels on ne dispose d'aucun moyen de lutte (**Brault et al., 2010**). *M. persicae*, qui fera l'objet de notre étude, est capable de transmettre une centaine des phytovirus sur plusieurs plantes cultivées (**Blackman et Eastop, 2000, Nault, 1997**). La polyphagie de cette espèce amplifie les risques de transmission des phytovirus à différentes échelles (parcelle, région, pays).

II.2.2.3. Le Tribolium de la farine

II.2.2.3.1. Position systématique

D'après **Chenni (2016)**, la classification de *T. castaneum* est comme suit :

Règne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Coleoptera

Famille : Tenebrionidae

Genre : *Tribolium*

Espèce : *Tribolium castaneum*

II.2.2.3.2. Description

Œufs : Les œufs sont blanchâtres ou sans couleur et de taille microscopique, avec des particules de nourriture adhérentes à la surface.

Larve : Les larves sont vermiformes (Figure 21) et pourvues de pattes (**Godon et Willem, 1998**). A l'extrémité du dernier segment abdominal, il y a une paire de courts appendices, les « urogomorphes ». La larve mesure 6 mm, environ 8 fois plus longue que large, d'un jaune très pâle à maturité, avec latéralement quelques courtes soies jaunes. La capsule céphalique et la face dorsale sont légèrement rougeâtres.

Nymphe : La nymphe a une forme cylindrique. Elle est de couleur blanchâtre virant vers le jaune. La partie terminale de l'abdomen porte deux épines (Figure 21) (**Christine, 2001**).

Adulte : L'adulte mesure de 3 à 4 mm, de couleur uniformément brun rougeâtre (Figure 21). Il est étroit, allongé, à bords parallèles. Le dernier article des antennes est légèrement renflé. Le prothorax a généralement des bords tranchants et les ailes sont fréquemment réduites. Les tarsi antérieurs et moyens comportent 5 articulations, alors que les tarsi postérieurs n'en ont que quatre. Les angles sont simples, mais denticulés. Les téguments sont presque toujours très robustes et de teinte foncée (*Christine, 2001*). Il est très difficile de distinguer les mâles des femelles sauf au stade nymphal. *Hinton (1948)* rapporte qu'il est possible de les séparer, le mâle porte au niveau des pattes une épine à soie.



Figure 21 : Œufs, larves et adulte de *Tribolium castaneum* (*Camara, 2009*)

II.2.2.3.3.Dégâts

Le *T. castaneum* est un insecte cosmopolite, qui affectionne les farines dans lesquelles il creuse des galeries. Il leur communique une teinte brunâtre et une odeur âcre et rend la panification difficile (*Camara, 2009*). Souvent, l'infestation par les *Tribolium* favorise le développement de moisissures, qui contribuent à réduire considérablement la qualité et la valeur du grain.

II.2.2.4. La bruche de la fève

II.2.2.4.1.Position systématique

Selon Hoffmann et al. (1962) et Bukejs (2010), bruche de la fève, *Bruchus rufimanus*, appartient à :

Règne : Animal

Embranchement : Arthropoda.

Sous/embranchement : Ptérygotes

Classe : Insecta.

Section : Néoptères

Sous/section : Endoptérygotes

Ordre : Coleoptera.

Sous/ordre : Phytophages

Famille : Bruchidae

Sous/Famille : Bruchinae

Genre : *Bruchus*

Espèce : *Bruchus rufimanus* Boheman (1833).

II.2.2.4.2. Description Du bruche d fève

Le bruche de la fève *Bruchus rufimanus* est un Coléoptère de la famille des Bruchidae. C'est une espèce monovoltine dont les larves se développent au dépens des cotylédons des graines de *Vicia faba* les rendant impropres à la consommation.

Le cycle biologique de cet insecte présente deux phases

- Une phase d'activité reproductrice conditionnée par la présence de la culture de la fève en phase de floraison et fructification.

- Une phase de diapause reproductrice ou imaginale Pour préserver les récoltes et pour pouvoir établir une stratégie de lutte efficace contre ce ravageur, la connaissance de sa bioécologie nous a semblé obligatoire. Les œufs mesurent 0,55 X 0,25 mm ; ils ont un aspect gélatineux et sont collés à la gousse sur toute sa longueur. Ils sont lisses et ne présentent pas d'ornementation visible de chorion (Dupont, 1990).

II.2.2.4.3. Dégâts causés par la bruche

Bruchus rufimanus est un insecte qui vit au dépens des graines de *vicia faba* (Lahmar, 1987). Les dégâts causés par *B. rufimanus* sont plus importants sur les

fèves et féveroles (**Taupin, 1985; Berne et Dardy, 1987**). Chez *B. rufimanus*, c'est la larve qui occasionne des dégâts à l'intérieur des graines de *V. faba* (**Berene et Dardy, 1987**).

➤ **Pertes pondérales :**

Selon **Boughdad (1996)**, les pertes sont occasionnées en fonction du nombre de bruches adultes développées par graines et de l'intensité de l'infestation des graines. En effet, ces pertes sont de 2.84% pour les graines avec un seul bruche, 5.87% avec deux bruches, 8.27% avec trois bruches, 11.40% avec quatre bruches et 14.15% pour les graines avec cinq bruches (**Boughdad, 1996**).

➤ **Pertes de germination :**

La larve de *B. rufimanus* occasionne non seulement des pertes pondérales, mais affecte aussi la germination des graines de *V. faba* au dépens desquelles elle s'est développée (**Balachowsky, 1962 ; Boughdad et Lauge, 1997**).

Chittenden (1912 ; in Balachowsky, 1962) a estimé que le pouvoir germinatif des graines est fortement diminué par les galeries larvaires. Il est de 60% lorsqu'il existe une seule galerie larvaire. Et n'est plus que de 45 % quand on observe les deux galeries. **Bessaci et Merabtene (2004)** rapportent que le taux de germination diminue au fur et à mesure que le nombre de bruche par graine augmente.

➤ **Dépréciation des graines :**

Les attaques de *B. rufimanus* sur les graines de *V. faba* provoquent leur dépréciation gustative (**Balachowsky, 1962**). En plus, ces dégâts génèrent considérablement la vente du produit. Le seuil toléré à l'exportation et l'industrie agro-alimentaire est fixé de 2 à 3 % des graines bruchées, au-delà de cette norme, il se pose d'importants problèmes de triage et d'usinage (**Iboukhoulef et Sadoudi, 2003**).

II.3. Méthodologie d'étude

II.3.1. Préparation des extraits méthanoliques et aqueux

II.3.1.1. Préparation de l'extrait aqueux

Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par **Royet et al. (2011)**, en y apportant quelques modifications. L'extrait est obtenu à partir de la macération de 30g de poudre de la matière végétale dans 300 ml d'eau distillée sous agitation pendant 24h à température (T°) ambiante.

1. Peser 30 gramme de la matière végétale
2. Mettre la matière végétale (30g), puis ajouté 300ml de l'eau distillée (100%) dans un Erlen Meyer
3. Laisse macérer pendant 24h avec un agitateur hélice, ensuite filtrer sur un papier Wattman (n° :1)
4. Récupérer le filtrat dans des flacons en verre, la 1^{ère} filtration avec un tissu fin et du Coton.
5. Répéter la procédure trois fois pour chaque macérât
6. Mettre les extraits dans la centrifugeuse à vitesse 4000 ~~unit~~ tours pendant 7 minutes

Après filtration, le résidu est ensuite concentré par évaporation rotative dans un rota vapeur puis séché à poids constant.

II.3.1.2.Préparation de l'extrait méthanoïque

La macération consiste à laisser séjourner les matières végétales (broyat) dans le méthanol aqueux pour extraire les principes actifs (composés phénoliques).

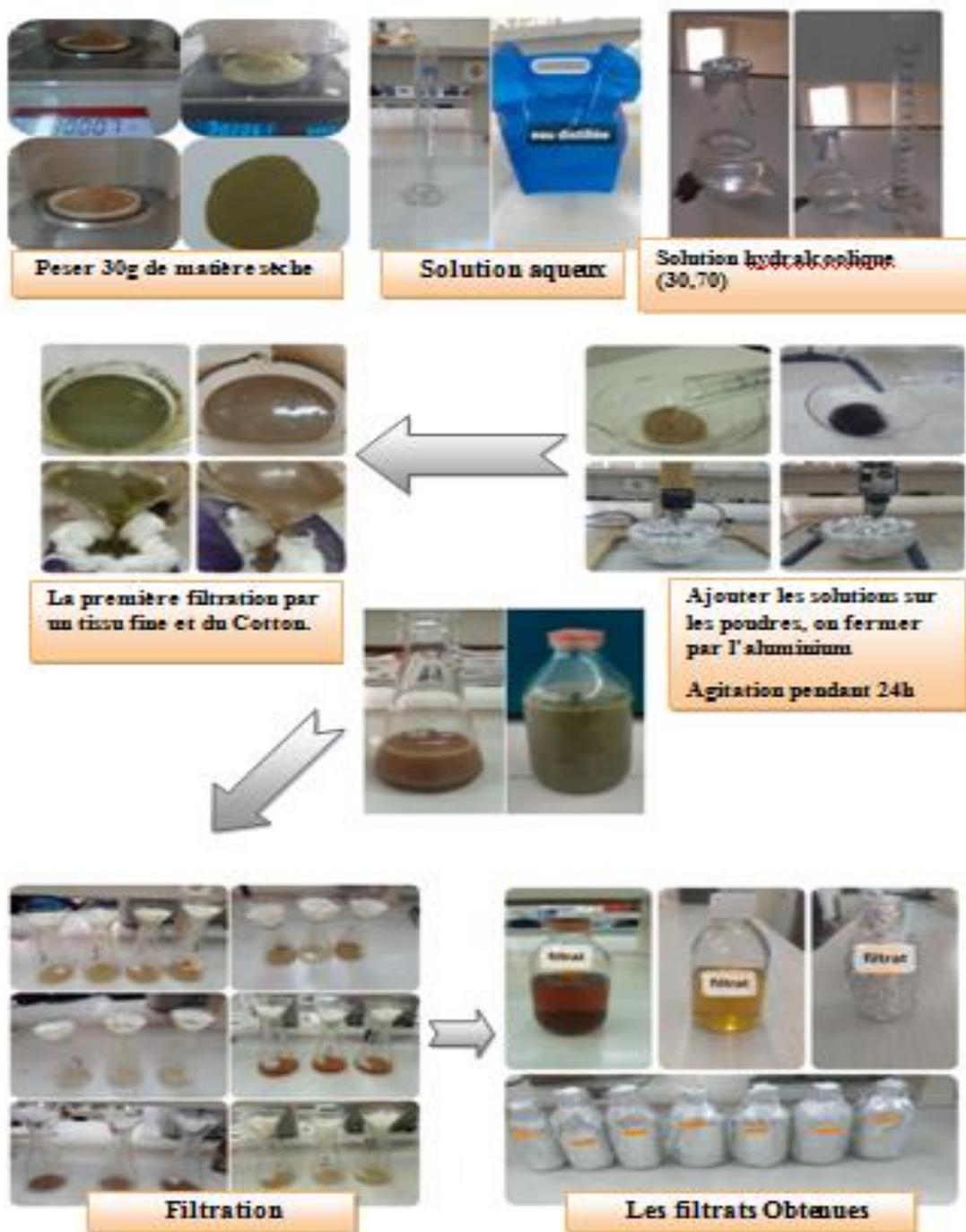
Cette méthode d'extraction a été effectuée selon le protocole décrit par *Motamed et Naghibi (2010)* avec quelques modifications (figure 22). Nous avons procédé à l'extraction par le méthanol la méthode de macération par solvant hydro-alcoolique (méthanol 70% :H2O distillée), le mélange obtenu est soumis ensuite à une agitation continue pendant 24h à température (T°) ambiante.

1. Peser 30g de matière végétale.
2. Mettre la matière végétale (30g) puis, ajouter la solution hydro-alcoolique (70% ,30%), méthanol 210ml, eau distillée 90ml.
3. Laisser macérer pendant 24h avec un agitateur hélice ensuite filtrer sur un papier filtre Wattman (n° :1).
4. Récupérer le filtrat dans des flacons en verre, la 1^{ère} filtration avec un tissu fin et du Coton.
5. Répéter la procédure trois fois pour chaque macérât.

Après filtration, le résidu est ensuite concentré par évaporation rotative à 40C° dans un rota vapeur puis séché à poids constant.

Le rendement est la quantité d'extraction obtenue à partir d'une matière végétale, en extrait brut sec méthanoïque, il est exprimé en % par rapport à la matière sèche initialement utilisé (*Bssaibis et al ., 2009*). Le rendement est calculé par la formule suivante :

Rdt (%) = $M/M_0 \times 100$ ou : **R(%)** : Rendement exprimé en %. **M** : Masse en gramme de l'extrait sec résultant. **M(g)** : Masse en gramme du matériel végétal à traiter



II.3.1.3. Dosage des polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins

II.3.1.3.1. Dosage des polyphénols totaux

L'estimation de la teneur en phénols totaux des extraits de *Pistacia lentiscus*, et *P. atlantica* selon les différents compartiments récoltés, a été effectuée par la méthode décrite par **Djeridane et al., (2006)**, au moyen du réactif de Folin Ciocalteu. L'intensité de la coloration bleue obtenue, est proportionnelle aux taux de composés phénoliques présents et donne un maximum d'absorption à 760 nm, (Figure 23)

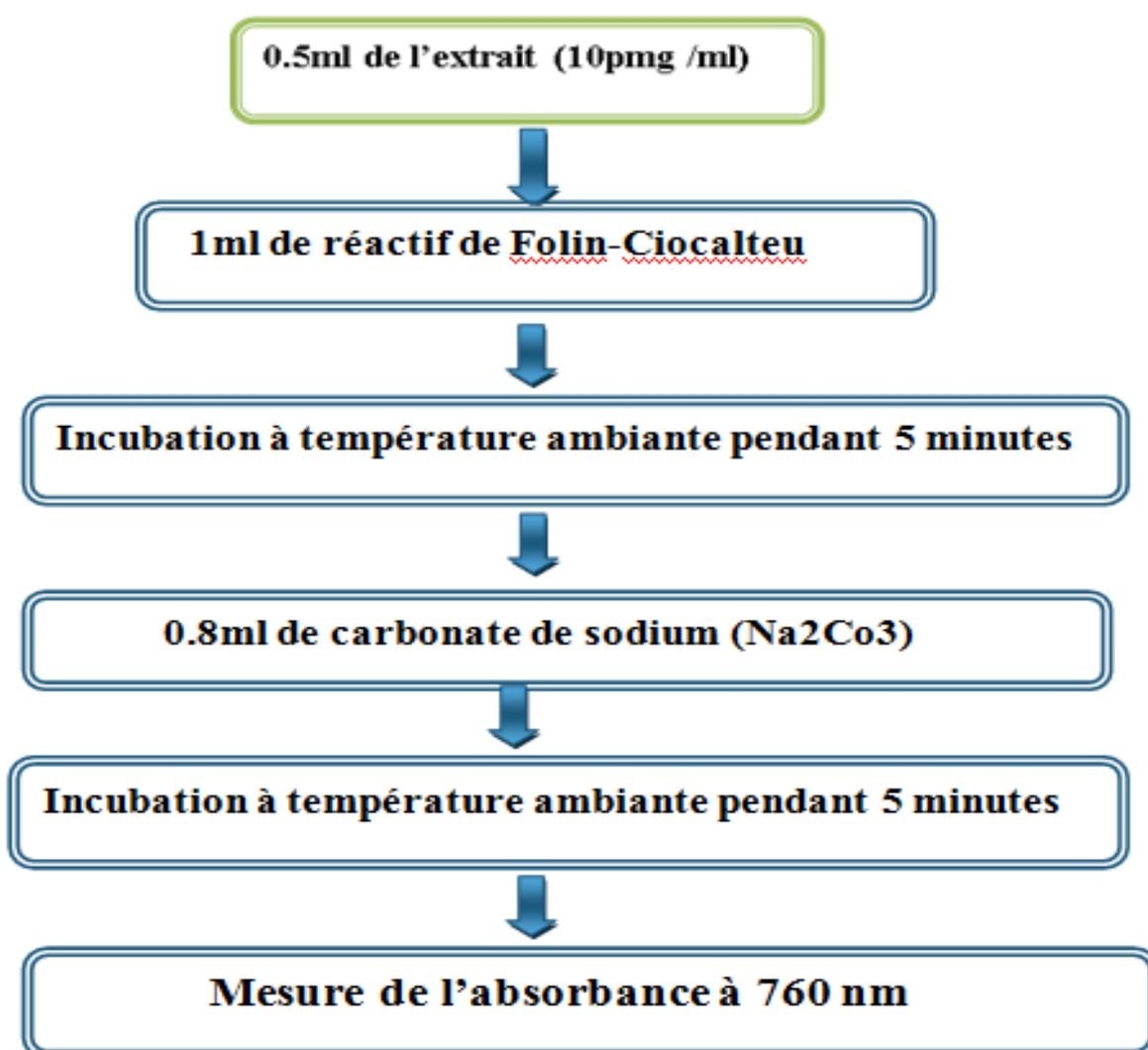


Figure 23 : Protocole de dosage des phénols totaux (**Djeridane et al. 2006**)

II.3.1.3.2. Dosage des flavonoïdes

L'estimation de la teneur en flavonoïdes contenus dans les extraits des feuilles, fruits (noir, rouge) et pédoncules de *P. Lentiscus* et *P. Atlantica* est réalisée

par la méthode spectrophotométrique du trichlorure d'aluminium (AlCl_3) développée par *Maksimovič et al. (2005)*. Le principe de la méthode repose sur la capacité des flavonoïdes à se complexer avec le chlorure d'aluminium, ce complexe donne à la solution une coloration jaunâtre qui est absorbé à 430 nm. Le protocole suivi est résumé dans la figure (24) :

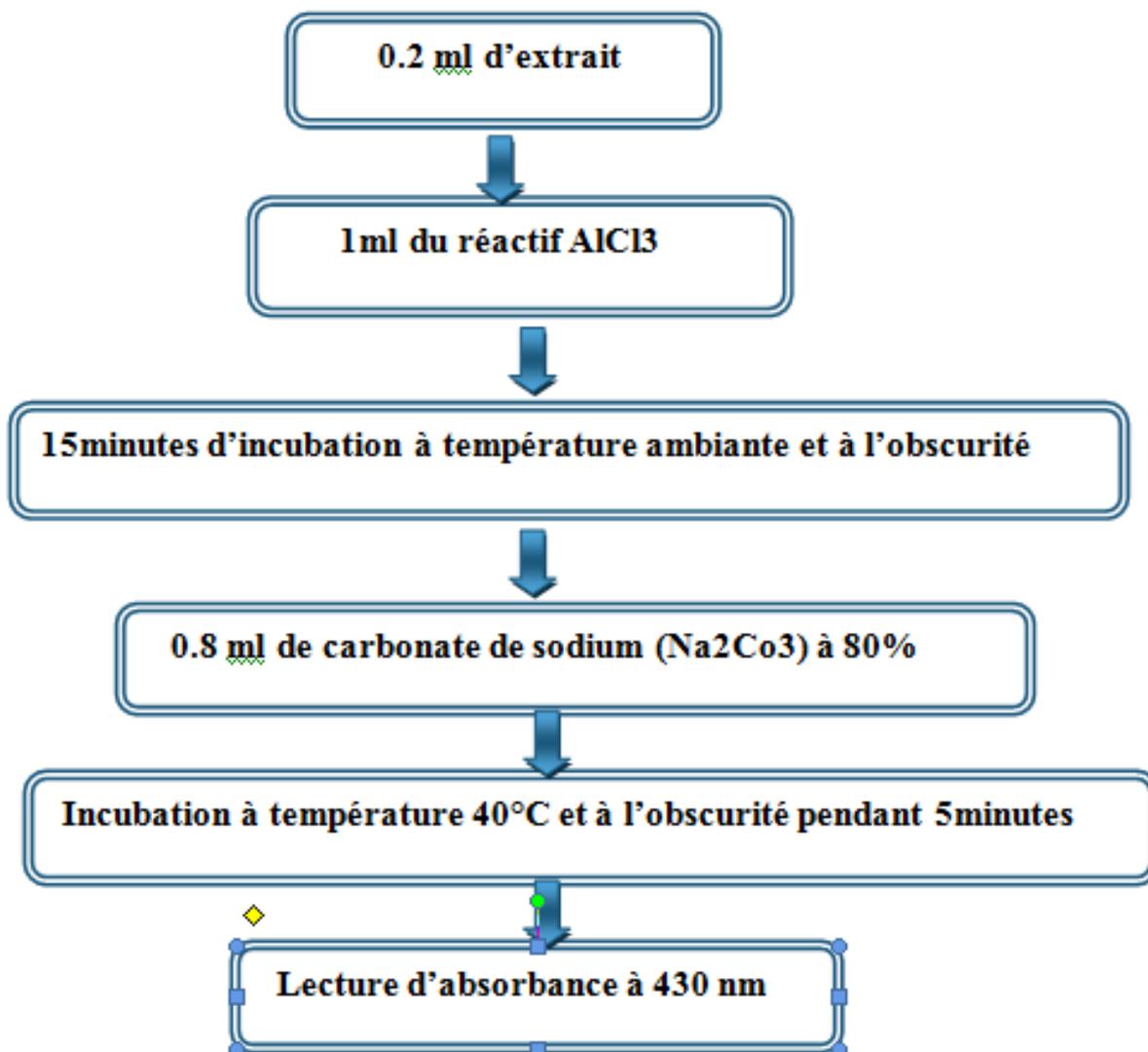


Figure 24 : Protocole de dosage des flavonoïdes (*Maksimovič et al., 2005*)

II.3.2.Préparation des dilutions des extraits

L'évaluation du contenu en composés phénoliques dans divers organes et tissus d'une plante peut-être un indicateur très pertinent de changements d'états dus aux différentes conditions environnementales ou une réponse à des conditions de traitement particulier. Le contenu en composés phénoliques est aussi sous très forte influence génétique, (*Boizot et Charpentier, 2006*).

Les rendements des extraits aqueux et méthanoliques obtenus dans les conditions de notre étude auraient été à la base du choix des concentrations et dilutions à tester devant être différentes selon l'insecte cible pour l'étude de l'effet insecticide et selon les semences des espèces d'adventices choisies pour la réalisation de ce travail. Toujours est-il que des tests préliminaires doivent être initiés pour évaluer dans un premier temps l'effet des extraits bruts.

II.3.3. Application des traitements

II.3.3.1. Activité antigerminative (allélopatique)

II.3.3.1.1. Le test anti germination

L'initiation du test de suivi de la germination des graines de *D. carota* et *S. arvensis* devait être réalisé in vitro dans des boites de pétri avec des semences à traiter selon un trempage dans les solutions brutes puis diluées des différents extraits aqueux et méthanoliques préparés à cet effet. Les semences non traitées (témoin) permettront d'estimer le taux de germination selon un temps déterminé. Comme paramètre qualitatif, nous prenons en considération les longueurs des racines (LR) et des parties aériennes (LPA) pour chaque traitement et pour le témoin (traité avec de l'eau distillée) et à raison de 3 répétitions.

Pour évaluer le pourcentage de germination des graines pour chaque boite de Pétri, nous considérons la formule suivante :

$$\text{PG \%} = \text{nombre des graines qui ont germé} \times 100$$

Pour comparer les effets d'une éventuelle inhibition des différents extraits des deux espèces de *Pistacia* sur les graines de *D. carota* et *S. arvensis*, nous avons converti les pourcentages de germination et les mesures des LR et LPA en pourcentages d'inhibition. Les conversions sont effectuées selon la formule utilisée par (*Dhima et al . 2006 ; Chung et al.2003 ; Benmeddour 2009*).

$$\% I = [(T\acute{e}moin - Extrait) / T\acute{e}moin] \times 100$$

- **% I** : le pourcentage d'inhibition par rapport au t\acute{e}moin
- **T\acute{e}moin** : la moyenne des 3 r\acute{e}p\acute{e}titions du t\acute{e}moin
- **Extrait** : le pourcentage de germination ou la longueur de la LR ou la LPA de chaque boite trait\acute{e}e par l'extrait aqueux. (Ou de chaque boite trait\acute{e}e par l'extrait m\acute{e}thano\acute{i}que)

Le **pourcentage d'inhibition** de chaque variable (germination, longueur de la racine et longueur de la partie a\acute{e}rienne) est calcul\acute{e} s\acute{e}par\acute{e}ment, tel que :

- **% IG** : Le pourcentage d'inhibition de germination (G)
- **% ILR** : Le pourcentage d'inhibitions de la longueur de la racine (LR)
- **% ILPA** : Le pourcentage d'inhibition de la longueur de la partie a\acute{e}rienne (LPA).

II.3.3.2. Activit\acute{e} insecticide

II.3.3.2.1. Traitement par contact

Il s'agit d'appliquer les extraits directement sur les insectes cibles \`a l'exception des t\acute{e}moins, le traitement consiste donc \`a pulv\acute{e}riser, \`a l'aide d'un pulv\acute{e}risateur manuel, les diff\acute{e}rentes doses des extraits sur les lots d'insectes. Chaque bocal contenant 10 individus, et tout de suite ferm\acute{e} par du tulle (*Karahacene, 2015*)

L'objectif de ce mode de traitement est de savoir si les diff\acute{e}rents traitements provoqueront une toxicit\acute{e} (mortalit\acute{e}) par contact.

II.3.3.2.2. Traitement par ingestion

Dans ce mode de traitement, les extraits sont d'abord pulv\acute{e}ris\acute{e}s sur/dans les substrats h\^otes (jeunes plants de f\^eve et de tomate et farine) \`a l'aide d'un volume de solution connu sans la pr\acute{e}sence des insectes (*Aphis fabae*, *Myzus persicae*, *Tribolium castaneum* et *Bruchus rufimamus*). Ces derniers (effectifs connus) sont d\acute{e}pos\acute{e}s par la suite. Le comportement des individus des diff\acute{e}rents lots est observ\acute{e} sur une dur\acute{e}e de 72h apr\`es application des traitements. Ce proc\acute{e}d\acute{e} est adapt\acute{e} de (*Djilali et Ihdene, 2018*).

L'objectif de ce mode de traitement est de savoir si les diff\acute{e}rents traitements provoqueront une mortalit\acute{e} par ingestion.

II.3.3.2.3. Estimation du taux de mortalité

Selon **Benazzedine (2010)**, l'efficacité d'un produit est évaluée par la mortalité. Le nombre d'individus dénombrés morts dans une population traité par un toxique n'est pas le nombre réel d'individus tués par ce toxique. Il existe en fait dans toute population traitée, une mortalité naturelle qui vient s'ajouter à la mortalité provoquée par ce toxique. Pour cette raison, les pourcentages de mortalité doivent être corrigés par la formules d'Abott selon la formule $MC \% = (M - Mt \times 100) / (100 - Mt)$

Où **MC%** représente la mortalité corrigée

M : le nombre d'individus morts dans la population traitée

Mt : le nombre d'individus morts dans la population témoin

Chapitre III :
Discussions

Chapitre III : Discussions

III. Discussion

III.1. Analyse de quelques travaux portant sur les potentialités insecticides des espèces de *Pistacia* sp et leurs compositions phytochimiques

Les plantes médicinales, représentent une source inépuisable de substances et composés naturels bioactifs qualifiées de métabolites secondaires. Un grand nombre de plante aromatiques, médicinales, possèdent des propriétés biologiques très intéressantes, qui trouvant applications dans divers domaines à savoir en médecine, pharmacie, cosmétologie et l'agriculture (*Mohamedi, 2006*).

Les espèces du genre *Pistacia* occupent une place appréciable dans la médecine traditionnelle et pharmaceutique. *Pistacia lentiscus* et *Pistacia atlantica* sont considérés comme deux espèces principales trouvées en Algérie.

Plusieurs études phytochimiques ont été réalisées sur des différentes parties de *Pistacia lentiscus* à fin d'identifier leurs principes actifs. (*Romani et al., 2002 ; Stocker et al., 2004; Vaya et Mahmood, Abdelwahed et al, 2006 ; Luigia et ses collaborateurs (2007) ; Behouri et al., 2011*). Selon Luigia et ses collaborateurs (2007), les fruits de *Pistacia lentiscus* contiennent 5,4 mg/ml d'anthocyanines, essentiellement : cyanidine 3-O-glucoside (70%), delphinidine 3-Oglucoside (20%) et cyanidine 3-O-arabinoside (10%). Deux polyphénols, l'acide gallique et le pentagalloylylucose d'après *Abdelwahed et al, (2006)*, et l'acide digallique selon *Behouri et al., (2011)* ont été isolés de l'extrait d'acétate d'éthyle des fruits de *Pistacia lentiscus*.

Les feuilles de *Pistacia lentiscus* sont caractérisées par la présence de glycosides de flavonoles comme la quercétine, myricétine, luteoline ainsi que l'isoflavone genisteine (*Romani et al., 2002; Stocker et al., 2004; Vaya et Mahmood, 2006*). Elle contiennent 6 à 7% du gallotannins de faible poids moléculaire, à savoir l'acide gallique et les dérivés d'acide quinique 5-O-, 3,5-O-di- et 3, 4,5-O-trigalloyl (*Romani et al., 2002*). Ferradji (2011) a montré la présence de glycosides de flavonoles (la quercétine, myricétine, lutéoline ainsi que l'isoflavone genisteine.) et

du gallotannins (l'acide gallique et les dérivés d'acide quinique 5-O-, 3,5-O-di- et 3,4,5-O-trigalloyl) dans les feuilles de *P.lentiscus* .

Aussi, l'analyse phytochimique de différentes parties de *Pistacia atlantica* a été l'objet de quelques études. (*Topçu et al., 2007 ; Benhammou et al., 2007; Yousfi et al., 2009*). Les résultats de ces travaux ont montré la richesse de cette plante en composés phénoliques L'étude des teneurs en polyphénols de différentes parties de *Pistacia atlantica* a mis en évidence la présence des flavonoïdes et des flavones (*Topçu et al., 2007*), des gallotannins (*Zhao et al., 2005*) et des phénols simples tels que l'acide gallique et l'acide p-coumarique (*Benhammou et al., 2008*), (Méthyl 5-(3,4-2dihydroxyphényl)-3-hydroxypenta-2,4- dienoate) (*Yousfi et al., 2009*).

Adams et ses collaborateurs (2009) ont mis en évidence la présence de flavone 3-methoxycarpachromène dans l'extrait d'acétate d'éthyle de *Pistacia atlantica*. En outre, le travail de *Yousfi et al., (2005)* sur différentes parties du Pistachier de l'Atlas à savoirs: les feuilles, les écorces, les galles, les fruits et la parties dégradée de l'arbre (champignon) a montré que les différents extraits sont riches en composés phénoliques à l'exception des extraits des écorces.

L'application des produits naturels est une méthode de lutte qui présente beaucoup d'avantages pour la santé de l'être vivant et pour son environnement par rapport aux produits de synthèse chimique qui contaminent globalement la biosphère (*Benayad, 2008*).

La littérature scientifique rapporte que l'effet insecticide enregistré serait peut être du à la richesse de l'extrait en composés phénoliques et des flavonoïdes qui provoquent une perturbation du comportement, une toxicité et des mortalités enregistrées chez les insectes (*Regnault-Roger et al., 2002*).

Les Polyphenols sont largement répandus dans la nature et particulièrement dans le règne végétal. Ils sont impliqués dans plusieurs activités physiologiques et écologiques conférant une résistance des plantes aux infections fongiques, bactériennes et virales (Harborne, 1980) et réduisent l'action des insectes ravageurs à travers des effets dissuasifs (répulsifs) et antinutritionnels (*Regnault-Roger et al. 2004*).

Les flavonoïdes ont également des effets néfastes sur les insectes, ils réduisent significativement la ponte chez la bruche de l'espèce *Callosobruchus chinensis* et ont manifesté une toxicité à l'égard des adultes (*Salunke et al., 2005*)

Différents autres travaux consultés dans notre étude ont ciblé l'effet insecticide de plusieurs plantes aromatiques.

Par exemple *Bachrouche (2010)* a montré que l'HE de *P. lentiscus* a une toxicité importante par fumigation contre le ravageur des denrées stockées *T. castaneum*. L'activité insecticide dépendrait de la phase de développement, la concentration d'huile et le temps d'exposition des insectes. Cet auteur a trouvé que les adultes étaient plus susceptibles que la larve du troisième stade.

Pascual-Villobos et Robledo (1998) ont indiqué que les extraits des parties aériennes de *P. lentiscus* avaient un effet répulsif sur les larves de *T. castaneum* en comparaison avec le témoin non traité après 2 et 24 heures. Néanmoins, *Papachristous et Stamopoulos* signalent en 2002 que l'HE de *Pistacia terebinthus* L. avait une faible teneur en toxicité pour le charançon *Acanthoscelides obtectus* Say.

Par ailleurs, *Traboulsi et al., (2002)* ont indiqué qu'une mortalité totale a été observée avec la combinaison des huiles essentielles de *P. lentiscus* + *Mentha microphylla* C. Kock et *P. lentiscus* + *Myrtus communis* L. appliqués par contact contre le moustique *Culex pipiens*.

Outre l'effet insecticide des huiles essentielles rapporté dans ces précédents travaux, d'autres types d'extraits de plantes ont été testés sur les insectes ravageurs des stocks. Ainsi, *Tapondjou et al. (2003)* ont évalué l'effet insecticide des poudres extraites des feuilles de *Chenopodium ambrosioides* et *Eucalyptus. saligna* vis-à-vis de la bruche du niébé (*Callosobruchus. maculatus*). Les résultats des tests par contact montrent qu'après quatre jours, les plus fortes doses de poudre des deux plantes (0,4% dans le cas de *C. ambrosioides* et 10% dans le cas de *E. saligna*) ont occasionné respectivement des mortalités de 92 et 57%. Les valeurs calculées des DL50 au deuxième jour d'exposition montrent que la poudre de *C. ambrosioides* est plus efficace que celle de *E. saligna*.

III.2. Analyse de quelques travaux portant sur les potentialités anti germinatives (allélopathiques) des espèces de *Pistacia* sp

La deuxième partie de ce travail a été d'entrevoir en conditions expérimentales, l'existence d'une capacité allélopathique éventuelle des extraits des *Pistacia* sp sur les deux espèces d'adventices choisies. Du fait que les pistachiers des 2 espèces sont riches en composés du métabolisme secondaire particulièrement les polyphénols, il se pourrait que ces derniers exercent une activité anti germinative à l'égard de *Docus carotta* et *Sinapsis arvensis*.

D'après **Rice (1984)**, les effets des substances allélopathiques sur la germination ou sur la croissance des plantes cibles ne sont que les signes secondaires de modifications primaires. En fait, peu d'effets spécifiques sont attribuables à ces produits, qui ont aussi bien des actions inhibitrices que des actions stimulantes. Les doses efficaces sont très élevées et l'effet allélopathique (inhibition ou stimulation) peut se traduire par une forte variabilité dose dépendante (**Belaidi, 2014**).

C'est surtout pendant les premiers stades de développement de la plante que l'effet des substances allélochimiques se manifeste (**Kruse et al., 2000**). Ces auteurs signalent des variations morphologiques en rapport le plus souvent avec l'allongement de la tigelle et de la radicule.

Toutefois, les résultats obtenus sur l'activité herbicide de *P. lentiscus* concernent beaucoup plus les huiles essentielles de cette espèce mais aussi d'autres espèces d'Anacardiaceae (**Scrivanti et al., 2003 ; Morgan et al., 2005 ; Bulut et al., 2006 ; Donnelly et al., 2008 ; Zahed et al., 2010 ; Amir et al. 2012**).

L'effet herbicide des huiles essentielle a déjà fait l'objet de différents rapports et leur phytotoxicité est généralement attribuée aux propriétés allélopathiques de certains terpènes (**Abrahin et al., 2003 ; Scrivanti et al., 2003 ; Singh et al., 2002, Singh et al., 2006 ; Salamci et al., 2007**)

Selon Abenavoli et al., (2002), la durée de croissance des cellules de carotte témoins était similaire à celle observée par **Robinson et al.(1992)** sur la même matériel végétale . La coumarine inhibe la croissance des cellules de carottes en fonction de la concentration, cet effet inhibiteur de la coumarine, consistante en une suppression de la phase de croissance exponentielle avant l'arrêt de phase stationnaire

.De ce fait, la capacité d'inhiber la germination des graines est un processus complexe, plusieurs hypothèses peuvent être posées dont la capacité de certaines molécules qui se trouvent dans les huiles essentielles à inhiber l'action de l'enzyme amylase ou bien d'occuper leurs sites membranaires, ou bien à l'action mimétique ou antagoniste de ces molécules vis-à-vis des hormones de croissances ou à l'inhibition de leurs actions tissulaires **Fenny (1976)**.

Selon Fernando et al. Certains monoterpènes oxygénés ont montré une forte activité inhibitrice sur la germination et l'allongement radiculaire du radis. Ainsi, **Zeghada (2009)**, rapporte que certaines plantes présentent un effet inhibiteur sur la germination comme *T. articulata* (espèces dont l'effet est le plus fort), *G. alypum*, *P. lentiscus* et *R. pentaplylla* et aussi sur les grains de *Lactus sativa* et de *Rhaphanus sativus*.

Des propriétés allélopathique ont été enregistrées chez le pin d'Alep même si celles-ci sont nuancées selon l'espèce cible, les doses utilisées et le mode d'extraction. Les potentialités allélopathique observées sont plus marquées au niveau des jeunes pins. Comme les effets inhibiteurs sont variables selon les espèces cibles, la libération allelochimiques accompagnant la colonisation par le pin va participer à la transformation de la composition de la pelouse initiale au même titre que d'autres effets liés à sa présence **Bonin et al. (2007)**

Conclusion générale

Conclusion générale

De nos jours, un grand nombre de plantes médicinales possède des propriétés biologiques très importantes qui trouvent de nombreuses applications non seulement dans le domaine médical et pharmaceutique mais aussi dans le domaine phytopharmaceutique en tant que pesticides biologiques.

Le pistachier lentisque, le pistachier d'Atlas, sont des plantes endémiques spontanément étendues sur la surface nationale de l'Algérie.

Ceci laisse à suggérer que les extraits des de *Pistacia* pourrait être utilisé en matière de lutte biologique contre l'insecte précité.

Cette étude constitue une première étape dans la recherche de molécules bio pesticides d'origine végétale, elle mérite d'être pour suivie par des études in planta pour confirmer leur activité. Il serait intéressant d'approfondir l'étude de l'activité insecticide et allélopathique des composés phénolique des espèces des genres *Pistacia* et de ces extraits sur d'autres adventices et insectes ravageurs.

Selon la littérature publiée en matière de lutte biologique, nous avons montré l'existence des activités anti germinative, insecticide, antifongique et antimicrobienne.

Ces activités sont dues à la présence des métabolites secondaires constitués par les composants phénols qui jouent le rôle principale en ces activités.

Selon les travaux précédemment consultés et mentionnés en discussion ;, nous pouvons emettre l'hypothèse que les espèces du genre *Pistacia* sp peuvent avoir une action insecticide contre les ravageurs des plantes et anti germinative contre les graines des plantes adventices.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

A

1. Abraham, D., Francischini, A.C., Pergo, E.M., Kelmer-Bracht, A.M., Ishii-Iwamoto, E. (2003). Effects of α -pinene on the mitochondrial respiration of maize seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry*, 41: 985-991.
2. Abbayes H, Chadeffaud M, Ferre Y, Feldmann J, Gausse H, Grasse P.P, Leredde M.C, Ozenda P, Prevot A.R, (1963). *Botanique, Anatomie, Cycles évolutifs, systématique*, Masson et Cie.
3. Aligon D., Bonneau J., Garcia J., Gomez D., et Goff D., (2010). Projet d'estimation des risques sanitaires. Estimation des expositions de la population générale aux insecticides : les organochlorés, les organophosphorés et les pyréthrinoides IGS PERSAN 2009-2010 , Ecole des Hautes Etude en santé.
4. Ait youssef M. (2006). *Plantes médicinales de Kabylie*, P : 260-263
5. Akroum S. (2011). *Etude analytique et biologique des flavonoïdes naturels*. Thèse de Doctorat. Université Mentouri Constantine.
6. Al Antaki. (1952), *Rappel aux savons billet préliminaire*. Dar Alfikr, le cornés Egypte.
7. AL Assmai (1908). *Livre des plantes et des arbres*. Impimerie catalogue. Liban. Arabk., Bouchenak.
8. Al-razi A.B. (1955). *Alhaoui de médecine*. Imprimerie du conseil de l'arrondissement des connaissances Othman l'Inde.
9. Al-Sghir M.G, (2006). *Phylogenetics Analysis of the Genus Pistacia (Anacardiaceae)*. Thèse de Doctorat. Blacksburg Virginia.
10. Ali N.A., A Julish W.D, Kusunick C. and Lindesquist U. (2001). Screening of Yamani medicinal plant for antibacterial and cytotoxic activities. *Journal of Ethnopharmacology*, 74:174-179.
11. Amason J.T., Philogene B.J.R. and Morand P. (1989). *Insecticides of plant origin*. ACS Symposium series 387, Washington, 213 p.
12. An M., Johnson I.R., Lovett J.V., Ryuntyu M.Y., Liu D.L., (1997). Mathematical modeling of allelopathy. Biological response to allelochemicals and its interpretation. *J. Chem. Ecol*, 19: 2379-2388.
13. Ansari, S.H., Ali, M., Quadry, J.S., (1993). Tree new tetracyclic triterpenoids from *Pistacia integerrima* galls. *Pharmazie* 49, 356-357.
14. Atherton J C, Rudich J, (1986). *The tomato crop : a scientific basis for improvement*. London, Chapman and Hall. 66p
15. Atherton J.C. Rudich J., (1986). *The tomato crop : a scientific basis for improvement*. P56.
16. Amri, I., Gargouri, S., Hamrouni, L., Hanana, M., Fezzani, T., Jamoussi, B. (2012b).

B

17. Balme, M., Grey, W.C. (2000). *Toutes les fleurs de Méditerranée, haux nistle SA*, P: 126-127.

18. Battendier J.A. (1910). Flore de l'Algérie Librairie des sciences naturelles de Paris, France.
19. Balmey M., Grey, W.C (2000). Toutes les fleurs de Méditerranée haux nisle SA, P: 126-127
20. Batawita K., Kokon K., Akpagona K., Koumaglo K. et Bouchet P., (2002). Activité antifongique d'une espèce en voie de disparition de la flore togolaise : *Conyza aegyptiae*. Cité par Akroum S (2006), Mémoire de Magister, Université de Constantine P: 58
21. Belhadj S., (2003). Les pistachiers Algériens: Etat actuel et dégradation. Centre universitaire de Djelfa, Algérie, p 108.
22. Belhadj S., Derridji., Auda Y., Gers C. et Gauquelin T. (2008). Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* en Algerie. Botany 68:520-532.
23. Benmedour T., (2009). Etude du pouvoir allélopathique de l'Harmel (*Peganum harmala* L.), le laurier rose (*Nerium oleander* L.), et l'ailante (*Ailanthus altissima*) sur la germination de quelques mauvaises herbes des céréales. Thèse de magister. P.3.
24. Benazzadine S., (2010)., Activité insecticide de cinq huiles essentielle vis-à-vis de *Sitophilus Oryzae* et *Tribolium castaneum* (Coleoptera : Tenebrionidae). Dép. de zoologie agricole et forestière. Ecole Nationale supérieure agronomique, El Harrach, Alger.
25. Bérubé-Gagnon J., (2006). Isolation et identification de composés antibiotiques des écorces de *Picea mariana*. Mémoire de l'université de Québec, 38 p.
26. Boizot A. et Charpentier M., (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Les cahiers des techniques de l'INRA, numéro spécial, 79-84.
27. Boullard B. (2001). Plantes médicinales du monde : croyances et réalités. De Boeck Seeundair.
28. Bonin G., Anne B.M., Benjamin L., Sebastien V., Solène N, et Catherine F. (2007). Expansion du pin d'Alep. Rôle des processus allélopathiques dans la dynamique successionnelle. Forêt Méditerranéenne, 28(3).
29. Bouchareb A., (2016). Etude de l'effet bio-insecticide des Extraits méthanoliques de *Pistacia lentiscus* sur *Toxoptera auranti*. Dép de Biologie, Université Abdelhamid Ibn badis de Mostaganem.
30. Bouchekkif H., (2017).Evaluation de l'activité insecticide des huiles essentielles et des extraits aqueux formulées de lentisque. Dép de Biologie des population et des organismes, Université de Blida.
31. Boutaleb Joutei, .A. (2010) -Synthèse des résultats de recherche sur l'utilisation de quelque biopesticides d'origine végétale sur les cultures d'importance économique au Maroc. Proceeding du septième Congrès de l'association Marocaine de protection des plantes. Rabat, Maroc, Vol 2. p377-389.
32. Bruneton J. (1999). Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, 3ème éd. Tec et Doc. Paris, 658p.
33. Bulut, Y., Kordali, S., Atabeyoglu, O. (2006). The allelopathic effect of *Pistacia* leaf extracts and pure essential oil components on *Pelargonium* Ringo deep scarlet F1 hybrid seed germination. Journal of Applied Sciences, 6: 2040–2042.

34. Bravo L., (1998). Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, 56 (11): 317-333.

C

35. Caputo, R., Mangoni, L., Monaco, P., Palumbo, G., (1975). Triterpenes of galls of *Pistacia terebinthus*: Galls produced by *Pemphigus utricularius* *Phytochemistry* 14, 809-811.
36. Caputo, R., Mangoni, L., Monaco, P., Palumbo, G., Aynehchim, Y., Bagheri, M., (1978). Triterpenes from bled resin of *Pistacia vera*. *Phytochemistry* 17, 815-817.
37. Calvo MM., Garcia ML., Selgas MD., (2007). Dry fermented sausages enriched with lycopene from tomato peel. *Meat Science* xxx .P125.
38. Chemical composition, phytotoxic and antifungal activities of *Pinus pinea* essential oil. *Journal of Pest Science*, 85: 199–207
39. Chopra R.N., Nayar S.L. and Chopra I.C., (1986). Glossary of Indian medicinal plants (Including the supplement). Council of Scientific and Industrial Research, New Delhi.
40. Chiapusio G., Sanchez A.M., Reigosa M.J., Gonzalez L. et Peillissier F., (1997). Do germination indices adequate and reflect allelochemical effects on the germination process. *J. Chem. Ecol.*, 23: 2445-2453.
41. Correia O., Barradas M, D, (2000) Ecophysiological differences between male and female plants of *Pistacia lentiscus* L. *Plant ecology*, 149 (2), 131-142.
42. Cragg G.M; Nawman D.J., & Snader K.M. (1997). Naturel products in Drug discovery and developpement. *Journal of natural products*, 60(1); 52-60.
43. Cronquist A., 1981. An integrated system of classification of following plant. Calambia University. 1256p
44. Crosby D.G., (1996).Natural pest control Agents .*Adv.chem.*, (53): 1-16.
45. Comemale P., (2001). La prescription des répulsifs. *Med. Trop.*, 61:99-103.

D

46. Denis L.Bèzanger-Beaiquesnc L., Pinkas M ., Torck M. et Trotin F. (1982). Plantes médicinales des régions tempérées. *Journal d’agriculture traditionnelle et de botanique appliquée*, 29(1), 108-109.
47. Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P. and Vidal N., (2006). Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*, 97(4): 654-660.
48. Djilali et al., (2018). Effet des extraits de l’asphodèle sur *Tribolium Castaneum*. *Dép, des sciences Agronomiques .Université Akli mohand Oulhadj, Bouira*.
49. Donnelly, M.J., Green, D.M. Walters, L.J. (2008). Allelopathic effects of fruits of the Brazilian pepper *Schinus terebinthifolius* on growth, leaf production and biomass of seedlings of the red mangrove *Rhizophora mangle* and the black mangrove *Avicennia germinans*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 357: 149–156.
50. Dominique M., (2010). Les productions légumières. *Educatrice*. Dijon. 163 p.

E

51. Ephytia, 2013. *Myzus persicae*. Caractéristiques du ravageur et de ses dégâts. Ephytia Identifier / connaître / maîtriser.

F

52. Fernando L., De Almeida R., Frei F., Mancini E., De Martino L. and De Feo V. (2010). Phytotoxic Activities of Mediterranean Essential Oils. *Molecules*, 15(6), 4309-4323
53. Fenny P.P. (1976). Plant appetency and chemical defense. *Recent Advances in Phytochemistry* 10 : 1-40)
54. FAO., 2010. Disponible sur : <http://faostate.fao.org> et <http://ecocrop.fao.org> P : 4-5.

G

55. Gaussen, H., Leroy, J-F., Ozenda, P. (1982). Précis de botanique 2.Végétaux Supérieurs. Masson Paris, New York, Milan, P : 317-372.
56. Gallais.A et Bannerot.H., (1992). Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA. Paris. 765 pp.
57. Ghestem A., Seguin E., Paris M. and Orecchioni A.M., (2001). Le préparateur en pharmacie. Dossier 2, Botanique-Pharmacognosie-Phytothérapie-homéopathie. Tec et Doc, 272 p
58. Grasselly D, Navez B, Letard M, (2000). Tomate, pour un produit de qualité. P : 112.
59. Guigrand, J.L. Dupont, F., (2004). Botanique : Systématique moléculaire, 13ème édition. Masson, Paris

H

60. Haugland E. et Brandseater L.O., (1996). Bioassay sensitivity in the study of allelopathy. *J. Chem.Ecol.*, 1845-1859.
61. Hale A.L., (2003). Screening potato genotypes for antioxidant activity, identification of the responsible compound, and differentiating russet norkotah strains using Aflp and microsatellite marker analysis. Office of Graduate Studies of Texas University. Genetics. 260p.
62. Harrar A.E.N. (2012). Activités antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Rhamnus alaternes* L. Mémoire de Magister. Université Ferhat Abbas. Sétif.

I

63. Ibn-aldjazzar.(1982). Les médicaments, explication du livre Diacko Didos, la maison du Maghreb islamique, Beyrouth.
64. I.H. Mian, R. Rodriguez-Kabana, (1982). Organic amendments with high tannin and phenolic contents for control of *Meloidogyne arenaria* in infested soil, *Nematropica* 12 221e234.

J

65. Judd W S, Campbell C S., (2002). Botanique Systématique Une Perspective Phylogénétique Paris, De Boeck Université. 467.
66. Judd, S., Campbell, S., Kelloga, A., Stevens, P. (1999). Botanique systématique. Edition de Boek. Paris. P.323
67. Jauzein PH ., 1987 - Monographie des mauvaises herbes - La moutarde des champs. *Phytoma* n° Spécial : 20-26.

K

68. Karahacene T .,(2015), Activité insecticide des extraits de quelque plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post-récolte . Dép. de zoologie Agricoles et forestier. Ecole National supérieur Agronomique.
69. Kusmenoglu. S., Baser, K.H.C., Özek, T., (1995). Constituents of the essential oil from the hulls of *Pistacia vera* L. *Journal of Essential Oil Research* 7, 44-442.
70. Kawashty, S. A., Mosharrata, S.A.M., El-Gibali, M., Saleh, N.A.M., (2000). The flavonoids of four *Pistacia* species in Egypt. *Biochemical Systematics and Ecology* 28, 915-917.

L

71. Li H.B., Cheng K.W., Wong C.C., Fan K.W., Chen F. and Tian Y., (2007). Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fraction of selected microalgae. *Food chemistry*, 102 : 771-776.

M

72. Mahmoudi S., Khali M. et Mahmoudi N., (2013). Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Revue Nature & Technologie. B- Sciences Agronomiques et Biologiques*. Volume 09 : 35-40.
73. Melakhessou Z., (2007). Etude de la nuisibilité directe des adventices sur la cultures du pois chiche d'hiver (*Cicer aritinum* L.) variété ILC 3279 .cas de *Sinapis arvensis* L. Mémoire de magister, Université El hadj Lakhdar de Batna, 72 p.
74. Morgan, E.C., Overholt, W.A. (2005). Potential allelopathic of Brazilian pepper (*Schinus teribinthifolius* Raddi, Anacardiaceae) aqueous extract on germination

and growth of selected Florida native plants. Journal of The Torrey Botanical Society, 132: 11–15.

75. Monjouze A.(1980). Connaissance du bétoum *Pistacia atlantica* Desf. biologie et forêt. Revue forestière 4, 357-363.
76. Monaco, P., Previtera, L., Mangoni, L., (1982). Terpenes in *Pistacia* plants: A possible defence role for monoterpenes against gall-forming aphids. Phytochemistry 21, 2408-2410.
77. Mezani.S., (2011). Bioécologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Bruchidae) dans des parcelles de variétés de fèves différentes et de fêverole dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). Thèse de Magister. Université Mouloud Mammeri. Tizi-Ouzou. 72 p.
78. MADR., (2009). (Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural), Direction des statistiques, P : 21.
79. MADR, (2013). (Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural), Statistiques Agricoles.
80. McKinlay R.G., Spaul A.M. & Straub R.W., (1992). Pests of Solanaceous Crops. In: R. G. McKinlay, ed. Vegetable Crop Pests. London: Palgrave Macmillan UK, 263–326.

N

81. N.G. Ntalli, P. Caboni, (2012). Botanical nematicides: a review. J. Agric. Food Chem. 60 9929e9940.

O

82. O., Yaliaouk. (2014). Phytochemical study and evaluation of the antimicrobiol and antioxidant activity of essential oils and phenolic compounds of *Pistacia lentiscus* L. Journal of Fundam Appl.sci-6(1), 77-9.
83. Onay A., & Jeffree C.E. (2000). Somatic Embryogenesis in Pistachio (*Pistacia vera* L) in Somatic embryogenesis in Woody plants. pp. 361-390 , Springer Netherlands.
84. OMS (Organisation Mondiale de la Santé) (2002). Stratégie de l’OMS pour la médecine traditionnelle pour 2002-2005. WHO/EDM/TRM/2002.1. Genève, Suisse, P. 135.
85. Ozenda P., (1983). Flore du Sahara. 2ème Edition, Paris : Centre National de la recherche scientifique, 622 p.
86. Orturno A., Baidez A., Gomey P. et Arenas M-C., (2005). *Citrus paradisi* and *Citrus sinensis* flavonoïds: Their influence in the defense mechanism against *Penicillium digitatum*, cité par Akroum S (2006). Thèse magister. Université de Constantine : 81 P.
87. Onagri (2015). La filière de la tomate industrielle en Tunisie : Enjeux et contraintes. Note d’analyse N° 4 (Direction Générale de la Production Agricole). P : 4-7.

P

88. Patrick.M et *al.*, (2008). Le Truffaut : Encyclopédie pratique illustrée du jardin. 41^{ème} édition. Larousse. Paris. 850 p
89. Pell S.K. (2004). Molecular systematic of the Cashew Family (Anacardiaceae), A (Dissertation, BS). St. Andrews Presbyterian College
90. Picimbon J.F et Regnault T-Roger C., (2008). Composés sémiochimiques volatils, phytoprotection et olfaction : cibles moléculaires pour la lutte intégrée. In Biopesticides d'origine Végétale Edition Lavoisier, TEC & DOC, Paris, pp: 383-415.
91. Psotová J., Lasovský J. and Vičar J., (2003). Metal-chelating properties, electrochemical behavior, scavenging and cytoprotective activities of six natural phenolics. Biomed. Papers, 147(2): 147–153.
92. P. Ohri, S.K. Pannu, (2010). Effect of phenolic compounds on nematodes-A review. J. Appl. Nat. Sci. 2 344e350.

Q

93. Quezel P. et Santa S., 1963. Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertique méridionales. Edition Centre de la recherche scientifique, France, 1170p
94. Quezel P. et Santa S., (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris : Editions du Centre National de la Recherche Scientifique, pp475- 47.

R

95. Regnault-Roger C., Philogène B.J.R. Disturbance of *Acanthoscelides obstetis* behaviour by polyphenolic compounds identified in insecticidal Labiatae botanicals. Journal of stored product Research, 40: 395-408
96. Renaud V, (2003). Tomate. Tous les légumes courants, rares ou méconnus cultivables sous nos climats. Ulmer. Paris, 135-137.
97. Reynaud J. and Lussignol M., 2005. The flavonoids of *Lotus Corniculatus*. Lotus Newsletter, 35:75-82
98. Rodolphe, E.S., Vincent, V.S., Murielle, F, Daniel, J. 2001. Botanique systématique des plantes à fleurs, une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales. Première édition, 290.413

S

99. Salamci, E., Kordali, S., Kotan, R., Cakir, A., Kaya, Y. (2007). Chemical compositions, antimicrobial and herbicidal effects of essential oils isolated from Turkish *Tanacetum aucheranum* and *Tanacetum chiliophyllum* var. *chiliophyllum*. Biochemical Systematics and Ecology, 35: 569–581.
100. Scrivanti, L.R., Zunino, M., Zygadlo, M. (2003). *Tagetes minuta* and *Schinus areira* essential oils as allelopathic agents. Biochemical Systematics and Ecology, 31: 563–572.

- 101.** Singh, H.P., Batish, D.R., Kohli, R.K. (2002). Allelopathic effect of two volatile monoterpenes against bill goat weeds (*Ageratum conyzoides* L.). *Crop Protection*, 21: 347–350
- 102.** Singh, P.H., Batish, R.D., Kaur, S., Arora, K., Kohli, K.R. (2006). α -pinene inhibits growth and induces oxidative stress in roots. *Annals of Botany*, 98: 1261–1269
- 103.** Siegue A., (1985). La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes : Edition Maison neuve and Larose, Paris, 502p
- 104.** Stalikas C.D., (2007). Extraction, separation and detection methods of phenolic acid and flavonoïdes. *Journal of Separation Science*, 30: 3268-32
- 105.** Sakagami H., Hashimoto K., Suzuki F., Ogiwara T., Satoh K., Ito H., Hatano T., Takashi Y. and Fujisawa S., (2005). Molecular requirements of lignincarbohydrate complexes for expression of unique biological activities. *Phytochemistry*, 66 (17): 2108-2120.
- 106.** Shi, Q., Zuo, C., (1992). Chemical components of the leaves of *Pistacia chinensis* Bge. *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi* 17, 422-446.
- 107.** Schmutterer H. (1992). Higher plants as sources of novel pesticides. In: *Insecticides: mechanism of action and resistance*. O. Otto & B. Weber (eds), Publish Intercept Andover (U.K.): 3– 15: 211-218
- 108.** Snoussi S.A., Djazouli Z.E., Aroun M.E.F., Sahli Z. (2003). Les plantes maraichères, industrielles, condimentaires, aromatiques, médicinales et ornementales. Annexes sur La Biodiversité Importante pour l’Agriculture en Algérie MATEGEF/PNUD : Projet ALG/97/G31.

T

- 109.** T.E. Hewlett, E.M. Hewlett, D.W. Dickson, (1999). Response of *Meloidogyne* spp. *Heterodera glycines* and *Radopholus similis* to tannic acid, *J. Nematol.* 29 737e741.
- 110.** Tutin T.G., Heywood V.H. and Burgess N.A., (1968). *Flora Europaea*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, vol 2, p.237.
- 111.** Turpeau-Ait Ighil E. et al., (2011). Les pucerons des grandes cultures. Cycles biologiques et activités de vol. QUAE. ACTA.,
- 112.** Yaaqobi A., Elhfiol L. et Haloui B. (2009). Etude biologique de *Pistacia atlantica* Desf de la région orientale du Maroc. *Biomatec. Echo* 3: 39-49.

Y

- 113.** Yi T., Jun., Galam-Golan .Goldhirsh A & Parfitt D.E (2008). Phylogenitics and reticulate evolution in *Pistacia* (Anacardiaceae).

Z

114. Zahed, N., Hosni, K., Ben Brahim, N., Sebei, H. 2010. Allelopathic effect of *Schinus molle* essential oils on wheat germination. *Acta Physiologiae Plantarum*, 32: 1221–1227.
115. Zeghada F.Z. (2009). *Activité allélopathique et analyse phytochimique*. Thèse en Biologie, Biochimie Végétale Appliquée, Faculté des Sciences, Université d'Oran Es Sénia, Algérie, 102p
116. Zhao, X., Sun, H; Hou, H., Zhao, Q., Wei, T., Xin, W., (2005). Antioxidant properties of two gallotannins isolated from the leaves of *Pistacia weinmannifolia*. *Biochim Biophys Acta*, Aug 30,103-10.
117. Zhenghao Xu, Le Chang, (2017). Apiaceae. In: *Identification and control of common weeds*: vol 3. Singapore: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5403-7>
118. Zohary., (1952). A morphologic study of the genus *Pistacia*. *Palestine Journal of botany Jerusalem*, V5 : 187-22

Sites web :

- <https://commons.wikimedia.org>
- <https://www.teline.fr>
- <https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Insecte?imageId=9638>)
- https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/52046.

Annexe

Annexe

Annexe n°01 : Le matériel utilisé pour l'expérimentation

L'appareillage	Autres matériels	Réactifs
<ul style="list-style-type: none"> - Une étuve. - Rotavapor. - broyeur électrique. - Centrifugeuse - Agitateur -Balance de précision. 	<ul style="list-style-type: none"> -Papier aluminium et Papier filtre -Disques en papier. -Béchers, Erlenmeyer de 1000ml et 500ml, Fioles. -Spatule, Passoire - Etiquettes -Compressees stériles -Assiette -Plaquette à alvéoles -Entonnoir 	<ul style="list-style-type: none"> -Méthanol. -L'eau de javel -L'eau distillée

- L'appareillage :

Broyeur électrique		Etuve.	
Balance électrique		Agitateur	
Centrifugeuse		Rotavapor	