

République Algérienne Démocratique et populaire

Université Abdelhamid Ibn  
Badis-Mostaganem  
Faculté des sciences de la  
Nature et de la vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présent par

**BECHADDAD Chaima**

**EI MEDDAH Fatima**

Pour l'obtention du diplôme de

### MASTER EN BIOTECHNOLOGIE ET VALORISATION DES PLANTES

THEME

# Activité insecticide de l'huile essentielle d'*Allium sativum* sur le pucerondu prunier *Hyalopterus pruni*

Soutenu publiquement le 04/07/2022

#### *DEVANT LE JURY*

Président	: Mme BENOUARAD Fouzia	MCA	Univ. Mostaganem
Encadreur	: Mme BOUALEM Malika	MCA	Univ. Mostaganem
Examineur	: Mme BADAoui Ikram	MCB	Univ. Mostaganem
Co-encadreur	: Melle KEDDAR Fayza	Doctorante	Univ. Chlef

Année Universitaire 2021/2022

## **Remerciements**

*Nos sincères remerciements vont à Dieu, le tout puissant, le tout  
Miséricordieux pour nous avoir guidés vers la connaissance et le savoir par  
sa grâce*

*On a réussi à mener à bien ce travail.*

*Nous adressons nos plus vifs remerciements :*

*À l'encadreur Mme BOUALLEM Malika qui nous a fait l'honneur de nous  
encadrer et pour sa présence par ses conseils au long de ce travail. Merci  
beaucoup.*

*Notre profonde gratitude pour notre Co-encadreur Mme Keddar Fayza  
qui nous a fait l'honneur en nous accompagnons durant toutes les étapes de  
cette étude, pour sa disponibilité, pour les précieuses informations qu'elle  
nous a prodigué avec intérêt et compréhension, sa rigueur scientifique, son  
sens d'écoute et d'échange, pour ses encouragements et la confiance qu'elle a  
porté en nous.*

*Nos sincères remerciements s'adressent aussi à Madame Benouarad  
Fouzia qui nous a fait*

*l'honneur d'accepter de présider le jury.*

*Nos vifs remerciements vont également à madame Badaoui Ikram  
d'avoir accepté de faire partie de ce jury, de juger notre travail et de*

*l'enrichir par des propositions et des recommandations.*

*A tous les membres et techniciens des laboratoires du département de  
biologie*

*Pour leur gentillesse et leur disponibilité permanente.*

*Une grande pensée est adressée à l'ensemble des enseignants du département  
de*

*Biologie qui nous ont*

*Donnée une formation honorable durant notre cursus.*

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à :*

*Mon Très cher père et ma très chère mère qui m'ont  
toujours*

*Soutenu et encouragé dans les moments difficiles je leurs  
témoigne ici affection et gratitude.*

*Ames chers frères*

*A ma grand-mère et grand-père maternel  
que dieu les gardes, mes tante et mes oncles.*

*A mon binôme (Fatma) et à toutes mes amies (Khalida)*

*A tous ceux qui tiennent une place dans mon cœur,  
avec lesquels je partage les mots tendresse, amour et amitié.*

***BECHEDDAD Chaïma***

# *Dédicace*

*J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail tous d'abord  
À mes parents qui m'ont soutenue et encouragés durant  
toute la période de mes études et à qui je souhaite une  
longue et heureuse vie.*

*À mes chers sœurs Hayate, Malika, Khadidja*

*À mon frère Mansoure, Mahfoud*

*À toute ma famille paternelle El Meddah et maternelle  
Agboubi*

*À mes amies d'université (Khalida et Chaima)*

*À tous mes enseignants depuis le primaire Jusqu'à  
l'université En fin, à tous ceux qui m'aime.*

*EL MEDDAH Fatma*

## Résumé

Pour lutter contre les pucerons du *Hyalopterus pruni*, l'utilisation séparée et ou alternée des pesticides est un atout à associer à bien d'autres mesures de lutte. A cet effet, une étude sur l'effet de l'huile essentielle de la plante *Allium sativum* a été menée afin de déterminer l'efficacité de ce produit dans le contrôle des pucerons farineux du prunier. L'huile essentielle obtenue par l'entraînement à la vapeur d'eau a été testée avec 5 doses (0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4 et 0.5%) sur les pucerons au stade adulte. A la suite des observations les valeurs de la mortalité des pucerons exposés au traitement d'huile essentielle ont été déterminées après 24h, 48h, 72h, 96h et 120 heures. Les valeurs des DL50 et DL90 ont été ensuite calculées. La DL50 obtenue a été de 3,04% et pour la DL90 la valeur de 8,99% fut enregistrée.

**Mots-clés :** *Allium sativum*, *Hyalopterus pruni*, Activité biologique, Huile essentielle.

## Abstract

To control aphids of *Hyalopterus pruni*, the separate and or alternating use of pesticides is an asset to be combined with many other control measures. To this end, a study on the effect of the essential oil of the plant *Allium sativum* was conducted to determine the effectiveness of this product in the control of a mealy aphids of the plum tree. The essential oil obtained by steam training was tested with 5 doses (0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4 and 0.5%) on aphids in the adult stage. Following the observations, the mortality values of aphids exposed to the essential oil treatment were determined after 24h, 48h, 72h, 96h and 120h. The LD50 and LD90 values were then calculated. The LD50 obtained was 3.04% and for the LD90 the value of 8.99% was recorded.

**Keywords:** *Allium sativum*, *Hyalopterus pruni*, biological activity. Essential oil.

## ملخص

للسيطرة على حشرات *Hyalopterus pruni*، يعد الاستخدام المنفصل و / أو البديل لمبيدات الآفات ميزة عندما يقترن بالعديد من تدابير مكافحة الأخرى. تحقيقاً لهذه الغاية، تم إجراء دراسة عن تأثير الزيت العطري لنبات *Allium sativum* من أجل معرفة فعالية هذا المنتج في مكافحة حشرات المن الخضراء. تم اختبار الزيت العطري الناتج عن التقطير بالبخار مع 5 جرعات (0.1%، 0.2%، 0.3%، 0.4 و 0.5%) على حشرات المن البالغة بعد الملاحظات، تم تحديد قيم الوفيات لمدة 24 ساعة و 48 ساعة و 72 ساعة و 96 و 120 ساعة بعد التعرض للمعالجة بالزيت الأساسي. ثم تم حساب قيم DL50=3.04% و DL90=8.99%.

الكلمات المفتاحية: *Allium sativum*, *Hyalopterus pruni*، النشاط. الزيت الأساسي

# Liste des figures

<b>Figure 01</b> : La production d'ail dans le monde par continents en 2018.....	05
<b>Figure 02</b> : La production détaillée de l'ail en Europe en 2019.....	06
<b>Figure 03</b> : Superficie, production et rendement de l'ail en Algérie .....	07
<b>Figure04</b> : L'ail cultivé <i>Alliumsativum</i> .....	08
<b>Figure05</b> : Bulbe d' <i>Allium sativum</i> .....	09
<b>Figure 06</b> : Coupe d'un bulbe d'Ail cultivé .....	10
<b>Figure 07</b> :Racines adventives chez <i>Allium sativum</i> .....	10
<b>Figure 08</b> : Tige et feuille chez l'ail commun.....	11
<b>Figure 09</b> : Hampe florale et sa fleur en bouton chez <i>A.sativum</i> .....	12
<b>Figure 10</b> : Bulbilles dans leur capsule .....	12
<b>Figure 11</b> : Fleur d' <i>Allium sativum</i> .....	13
<b>Figure 12</b> : Plants d' <i>Allium sativum</i> fleuris.....	13
<b>Figure 13</b> : La composition d'un bulbe d'ail.....	14
<b>Figure 14</b> : Puceron <i>Hyalopteruspruni</i> .....	24
<b>Figure 15</b> : Morphologie d'un puceron ailé .....	26
<b>Figure 16</b> :Les dégâts directs .....	29
<b>Figure17</b> : Cycle biologique du puceron farineux <i>Hyalopteruspruni</i> .....	30
<b>Figure 18</b> : Les dégâts de <i>H.prunisur</i> les feuilles et les fruits.....	32
<b>Figure 19</b> : <i>Allium sativum</i> .....	34
<b>Figure 20</b> : Le puceron étudiésur feuilles du pêcher .....	35
<b>Figure 21</b> : L'extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau .....	36
<b>Figure 22</b> : Etapes du test insecticide.....	39
<b>Figure 23</b> : Evolution de la mortalité cumulée du puceron farineux <i>H.pruni</i> après traitement par H.E .....	42

<b>Figure 24:</b> L'evolution de la mortalité corrigée de l'H.E de d' <i>A sativum</i> sur les pucerons ....	43
<b>Figure 25 :</b> Courbe de tendance linéaire pour l'huile essentielle d' <i>A .sativum</i> .....	44

# Liste d'abréviations

- ANIail** : Association Nationale Interprofessionnelle de l'Ail
- DADS** : disulfure de diallyle
- DATS** : trisulfure de diallyle
- DL 50** : dose létale médiane
- Ha** : hectare
- HDL** : haute density lipoprotein
- HE** : huiles essentielles.
- ITCMI** : Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles
- LDL** : Low Density Lipoprotein
- PROTA** : Plant Resources of Tropical Africa
- Qx** : quintaux
- T** : tonne

# Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Classification de l'ail commun .....	07
<b>Tableau 02</b> : Quelques familles chimiques des plantes médicinales .....	22

# Tables de matières

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste abréviation	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Tables des matières	
Introduction.....	01

## Partie 1

### Chapitre I : Présentation de la plante *Allium sativum*

I. Généralités sur la plante <i>Allium</i> .....	04
I.1. Historique .....	04
I.2. Répartition géographique .....	05
I.2.1. Situation globale de la production de l'ail.....	05
I.2.2. La production d'ail en Europe (“FAOSTAT, 2019”).....	06
I.2.3. La production d'ail en Algérie 2018.....	06
II. Données botaniques sur l' <i>Allium sativum</i> .....	07
II.1. Classification.....	07
II.2. Description de l' <i>Allium sativum</i> .....	08
II.2.1. Appareil végétatif.....	08
a) Le bulbe .....	08
b) Racines, tiges et feuilles .....	10
II.3. Appareil reproducteur .....	11
a) L'inflorescence .....	11
b) Les fleurs .....	12
c) Le fruit .....	13
III. Composition chimique de l' <i>Allium</i> .....	13
III.1. Les différents composés de l'ail .....	13
III.1.1. Les principaux composés actifs .....	13
III.1.1.1 Les caractéristiques de l'enzyme .....	15

## **Chapitre II : L'étude pharmacologique et les activités biologiques**

I. Les principales propriétés de l'ail à but thérapeutique .....	18
I.1. Activités hypocholestérolémiante, hypoglycémiant, et anti plaquettaire .....	18
I.1.1. Activité hypocholestérolémiante .....	18
I.1.2. Activité hypoglycémiant .....	18
I.1.3. Activité antiplaquettaire .....	18
II. Propriétés antifongiques .....	19
III. Effet sur la digestion .....	20
IV. Propriétés préventives vis-à-vis du cancer .....	20
V. Autres propriétés .....	20
VI. Eléments actifs des plantes .....	21

## **Chapitre III : Généralités sur les pucerons d'agrumes**

I. Introduction .....	24
II. Systématique .....	25
III. Caractéristiques morphologiques des aphides .....	25
III.1. La tête .....	25
III.2. Le thorax .....	26
III.3. L'abdomen .....	26
IV. cycle biologique .....	27
V. Rôle des ennemis naturels .....	27
VI. Les dégâts causés par les aphides .....	28
VI.1. Les dégâts directs .....	28
VI.2. Les dégâts indirects .....	29
VII. Le puceron farineux du prunier <i>Hyalopterus pruni</i> .....	30
VII.1. Taxonomie .....	31
VII.2. Dégâts et caractéristiques .....	31

## **Partie 2**

### **Chapitre I : Matériel et méthodes**

I. Objectif .....	34
II. Matériel biologique .....	34

II.1. Matériel végétal.....	34
II.1.1.Bulbes d'Allium sativum .....	34
II.2. Matériel animal .....	34
III. Méthodologie d'étude .....	35
III.1. L'extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau .....	35
IV. Mode opératoire .....	36
V. Le rendement d'extraction .....	37
VI. Préparation des dilutions .....	37
VII. Evaluation « in vitro » de l'effet de l'huile essentielle d'A.sativum sur H. pruni .....	38
VII.I. Le taux de mortalité .....	29
VII.II. Détermination de la DL50et DL90 .....	40

## **Chapitre II : résultats et discussion**

I. Rendement.....	41
II.Etude toxicologique de l'huile essentielle d'A. sativum.....	41
II.1.Evaluation in vitro de l'effet de l'huile essentielle d'A.sativum sur H.pruni .....	41
III. Calcul des doses l'étales (DL50) .....	43
IV. Discussion .....	45
Conclusion .....	47
Les références bibliographiques	

## Introduction

Depuis l'antiquité l'homme a utilisé les plantes à travers le monde pour se soigner. L'Algérie est un des pays disposant d'un important réservoir de plantes médicinales, ces derniers occupent une place importante dans la thérapie de la population algérienne, grâce à leurs propriétés préventives et curatives à l'égard des maladies humaines et à leur exploitation dans différents usages notamment la fabrication des médicaments.

Parmi les plantes médicinales qui ont acquis une grande importance, on nomme l'ail cultivé (*Allium sativum*). Ce dernier a été étudié par plusieurs auteurs (environ 7000 travaux publiés), les études sont basées sur ses substances bioactives et leur mode d'emploi, et ses propriétés phyto thérapeutiques comme les activités anti-tumorales, antibactériennes et anti oxydantes, qui ont été attribuées aux extraits d'ail (Medjeldi, 2012).

L'amélioration de la production des agrumes en quantité et en qualité demande une action intégrée pour minimiser les conséquences des différentes contraintes, entre autres, les conditions écologiques, les maladies et les ravageurs. Ces derniers, occasionnent des dommages à l'arbre qui demandent des contrôles et des interventions régulières. Pour remédier aux attaques d'insectes, différents traitements à base de produits chimiques sont conseillés aux agrumiculteurs.

Les pucerons ou les aphides sont considérés actuellement parmi les insectes les plus nuisibles et les plus dommageables pour le prunier. Ils provoquent d'importants dégâts en ponctionnant la sève des plantes et en leurs transmettant des maladies virales. Ces ravageurs ont montré une grande résistance à l'égard des différentes molécules chimiques utilisées actuellement dans le cadre de la protection phytosanitaire des cultures (Fraval, 2006).

L'utilisation de pesticides conventionnels doit être considérée comme une solution de dernier recours, puisqu'ils ont souvent un impact négatif sur les prédateurs naturels qui réduisent les populations de pucerons.

L'importance des désordres écologiques observés au cours des dernières années suite à l'utilisation abusive des produits phytosanitaires organiques de synthèse met en évidence l'intérêt d'une réflexion sur des approches alternatives ou complémentaires pour le développement durable de l'agriculture.

Pour cette raison et depuis des années, la lutte biologique (bio insecticide) a connu un grand essor à travers le monde et plusieurs traitements à base d'extraits naturels d'origines végétales sont effectués. En effet, depuis des siècles les communautés humaines ont utilisé des biopesticides d'origine végétale pour lutter contre les ravageurs des cultures. En Algérie, cette flore utile reste inconnue et peu étudiée.

C'est dans ce cadre que s'insère principalement cette étude qui vise à évaluer l'efficacité de (*A. sativum*) en tant que bio-insecticide afin de proposer des solutions alternatives, pour lutter contre le puceron farineux du prunier, *Hyalopterus pruni* qui est considéré comme une menace sérieuse pour la production fruitière en Algérie.

Ce travail a été consacré à l'extraction des huiles essentielles, ensuite, à l'évaluation de leurs activités insecticides sur le puceron *H. pruni*.

Le document s'articule sur deux parties, le premier concernant une synthèse bibliographique, le deuxième relatif au matériel et méthodes, les résultats et discussion. Le document est terminé par une conclusion et des références bibliographiques.

## **Chapitre I**

### **Présentation de la plante *Allium sativum***

## I. Généralités sur la plante *Allium*

*Allium* vient du celtique all, qui se désigne comme une saveur brûlante, âcre en raison de sa saveur piquante et sativum signifie cultiver, planter du latin serere et de orum, les moissons, les récoltes, les semences (Deboise, 2001).

*Allium sativum* désigne le nom de l'ail cultivé en latin. Il peut se retrouver sous le nom d'ail commun, d'ail blanc, d'ail cultivé, comme étant la thériaque des pauvres, puisqu'ils buvaient le jus d'ail pour chasser le venin lors de morsures de serpent ou encore l'ail de printemps. En anglais, l'ail se traduit sous le nom de garlic (Goetz and Ghédira, 2012).

### I.1. Historique

Les premières traces de l'utilisation de l'ail remontent à plus de 5000 ans, et sont localisées au bord de la mer Caspienne, dans les plaines des pays qui la bordent à l'Est (Kazakhstan, Ouzbékistan actuels). Ce sont ensuite les marchands, les marins, les explorateurs ou encore les nomades qui ont permis à l'ail d'être répandu dans le reste du monde (Krčmár, 2008).

En Egypte, au temps des pharaons, les ouvriers travaillant à la construction des pyramides recevaient une ration quotidienne d'ail. Cela permettait d'augmenter leur endurance et maintenir leur santé. Hérodote, historien grec du Vème siècle avant Jésus-Christ, rapporte que les Egyptiens avaient gravé sur la pyramide du roi Kheops la quantité d'ail reçue chaque jour. Selon lui, la première grève ouvrière enregistrée daterait de cette époque, suite à la suppression d'une ration d'ail (Krčmár, 2008 ; Schou, 2000 ; Clébert, 1987). Toujours en Egypte Ancienne, des gousses d'ail ont été retrouvées dans certains tombeaux (Senninger, 2009 et Schou, 2000). Il existe également un papyrus médical égyptien datant de plusieurs milliers d'années, où l'ail est prescrit dans le traitement de 22 maladies (Schou, 2000 et Minker, 2012).

Hippocrate, médecin grec et père de la médecine (460-377 avant J.-C), disait que l'ail est « chaud, laxatif et diurétique ».

Les Romains, pensaient que l'ail repoussait les serpents, et lui reconnaissaient des vertus fortifiantes. C'est pour cela qu'il faisait partie des repas des soldats romains. Les gladiateurs romains en consommaient eux aussi pour cette raison (Krčmár, 2008). Pline l'Ancien (23-79 après J.-C), un naturaliste romain, décrit dans son ouvrage Histoire Naturelle, plusieurs utilisations de l'ail dont le traitement des troubles intestinaux, les morsures de serpents ou de

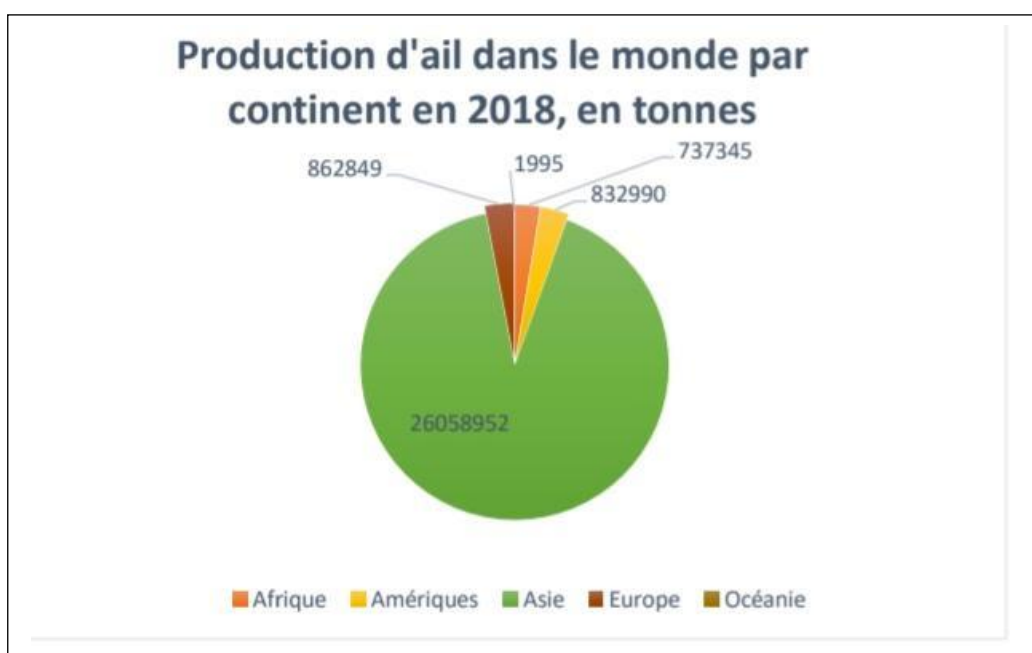
chiens, l'asthme ou encore la tuberculose. Dioscoride(40-90 après J.-C), médecin militaire de l'armée romaine, traitait les soldats infestés par des vers intestinaux avec de l'ail(Schou, 2000).

En Inde, les premiers écrits sacrés disponibles mentionnent l'ail pour soigner divers maux (Senninger, 2009 ;Minker, 2012).En Chine et au Japon, l'ail est connu depuis très longtemps et les habitants le consommaient grandement, assurant leur longévité en bonne santé (Krčmár, 2008)

## I.2.Répartition géographique

### I.2.1. Situation globale de la production de l'ail

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) la production de la culture de l'ail au niveau mondial est estimée à un peu plus de 28 millions de tonnes, dans le genre *Allium*, la consommation d'ail se trouve en deuxième position après l'oignon la production d'ail est très élevée concernant l'Asie. Ce continent arrive en première place avec 26 millions de tonnes d'ail produit en 2018, suivi par l'Europe, l'Amérique, l'Afrique et pour finir par l'Océanie (Fig. 01) (FAO, 2018).

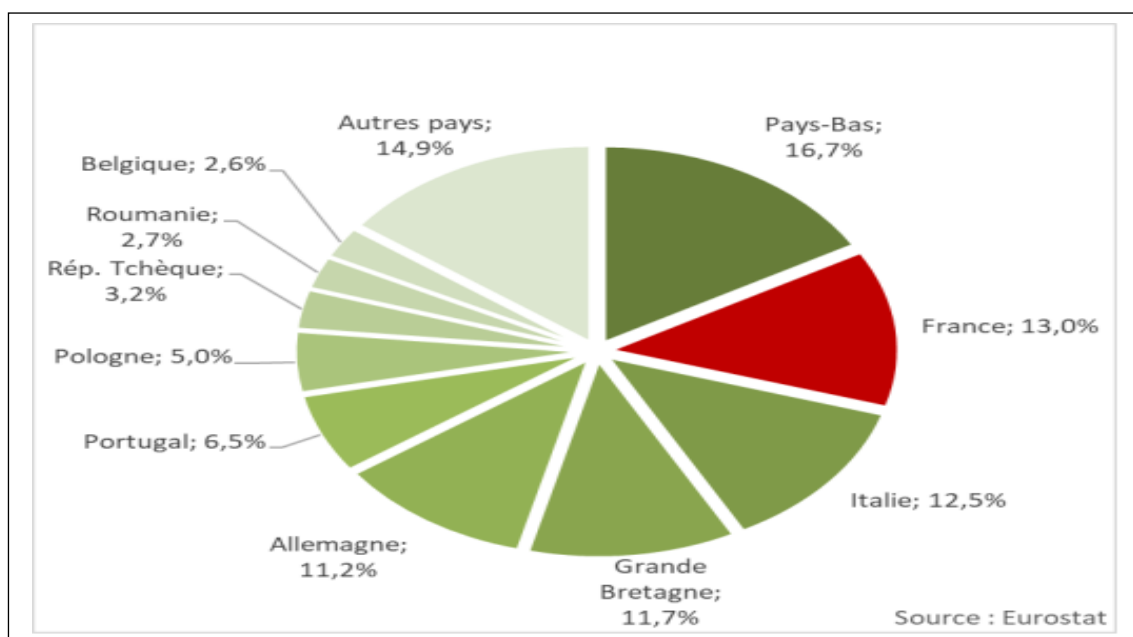


**Figure 01** : La production d'ail dans le monde par continents en 2018

### I.1.2. La production d'ail en Europe (FAOSTAT, 2019)

L'Europe est le deuxième producteur d'ail au monde. Il est donc intéressant d'examiner la production d'ail de chaque pays d'Europe afin de déterminer les plus gros producteurs.

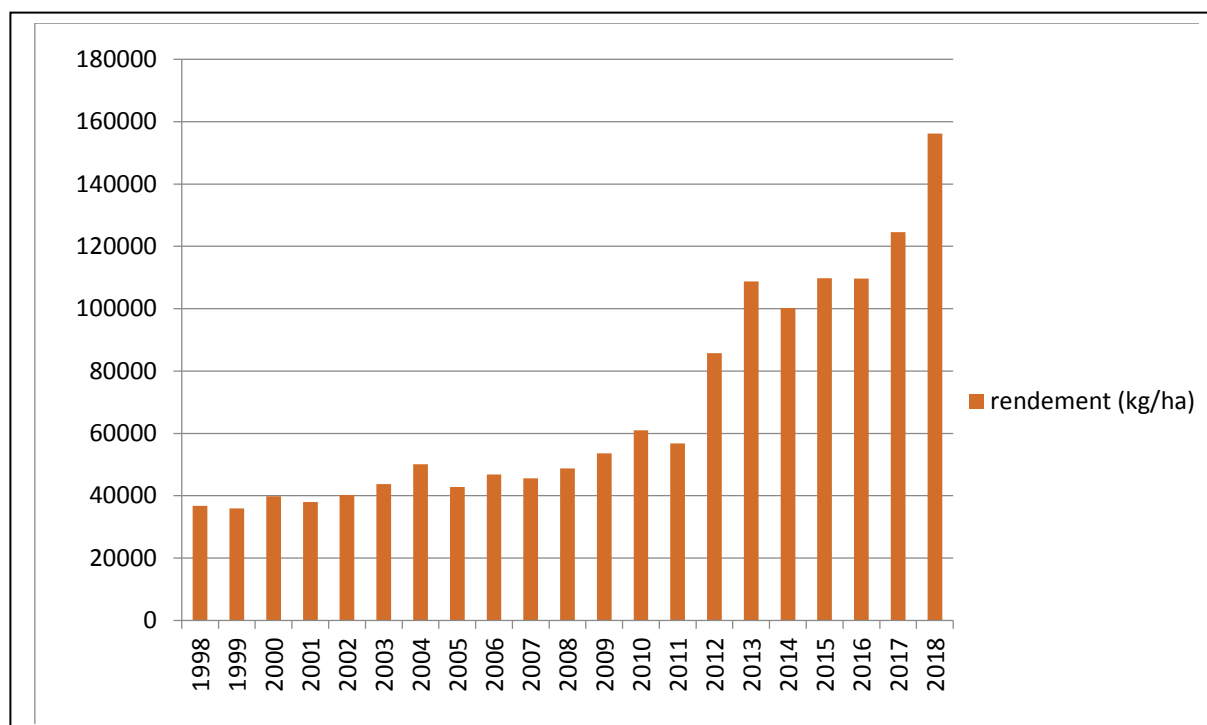
L'Espagne assure la plus grosse production d'ail au niveau européen avec 400 000 tonnes d'ail produites en 2019. Tandis que la France est le 3ème producteur d'ail de l'Europe avec 23000 tonnes (Fig. 02) (FAOSTAT, 2019).



**Figure 02** : La production détaillée de l'ail en Europe en 2019

### I.1.3. la production d'ail en En Algérie 2018

Cependant, la production d'ail en Algérie reste très faible contrairement à la production et à la consommation d'autres légumes en 2018. Cela peut s'expliquer par le fait que la consommation d'ail n'est pas identique à celle d'autres légumes comme des oignons, des tomates. L'ail est plus utilisé pour assaisonner les plats, il sert principalement de condiment et est fortement utilisé dans les régions des hauts plateaux Est. L'ail peut se cultiver dans les différentes régions algériennes, puisqu'il supporte correctement le froid, même si les terres argilo-sableuses lui procurent un meilleur rendement. Cependant il est le deuxième *Allium* le plus consommé après l'oignon, mais sa consommation a tendance à décroître légèrement depuis quelques années (Fig. 03).



**Figure 03:** rendement de l'ail en Algérie de 1998 à 2018  
(FAOSTAT, 2018)

## II. Données botaniques sur *Allium sativum*

### II.1. Classification

La classification de l'ail est exposée dans le tableau 1. Celle-ci fit récemment l'objet d'une modification toujours sujette à controverse, certains scientifiques classant le genre *Allium* dans la sous-famille des Liliaceae, voire des Amaryllidaceae, et non dans une famille à part entière, celle des Alliaceae (Lambinon et *al.*, 2004).

**Tableau 01 :** Classification de l'ail commun (Lambinon et *al.*, 2004)

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>
<b>Sous-règne</b>	Tracheobionta
<b>Embranchement</b>	Magnoliophyta
<b>Sous-embranchement</b>	Magnoliophytina
<b>Classe</b>	Liliopsida
<b>Sous-classe</b>	Liliidae
<b>Ordre</b>	Liliales (Asparagales)
<b>Famille</b>	Alliaceae (ex.Liliaceae)
<b>Genre</b>	<i>Allium</i>
<b>Espèce</b>	<i>Allium sativum</i> L.

## II.2. Description d'*A. Sativum*

L'*A. sativum* est une espèce de plante potagère, vivace et monocotylédone. Les bulbes ont une odeur et un goût fort (GergesGeaga, 2015), ils forment des caïeux, qui ne dépassent pas une cinquantaine de centimètres de hauteur. Les fleurs blanches ou rosées en ombelle, sont renfermées avant la floraison dans une spathe membraneuse munie d'une pointe très longue; les feuilles vertes vives sont longues, toutes droites, effilées et rondes, comme celle de la ciboulette (Callery, 1998). L'ail s'adapte à tous les climats, mais, il donne les meilleures récoltes dans les pays tempérés (Cavagnaro et al., 2007) (Fig. 04).

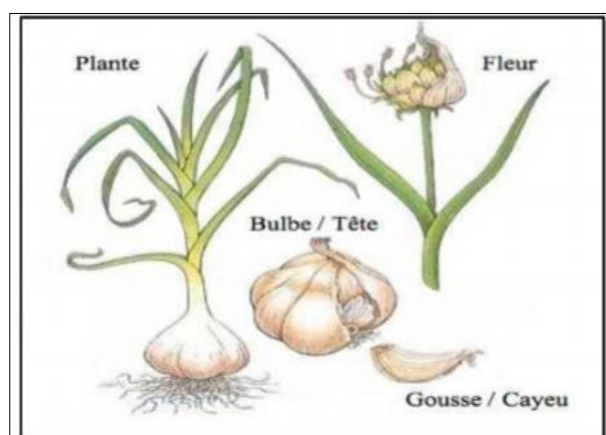


Figure 04 : L'ail cultivé *A.sativum* (Dethier, 2010)

### II.2.1. Appareil végétatif

#### a) Le bulbe

L'Ail commun est une plante herbacée géophyte, c'est-à-dire qu'elle est capable de passer la mauvaise saison enfouie dans le sol grâce à la persistance souterraine de ses organes vitaux sous la forme d'un bulbe (Botineau, 2010). Il s'agit en fait à sa base, d'une tige modifiée verticale très courte qui est feuillée, c'est le plateau du bulbe.

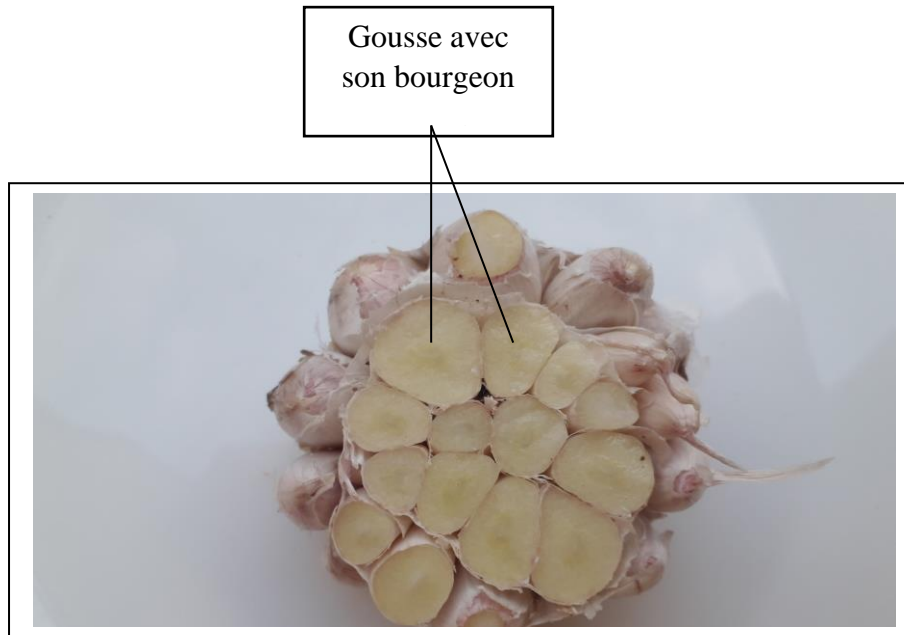
Les feuilles de ce plateau sont réduites à la gaine et sont insérées dessus. Des bourgeons Axillaires sont présents à l'aisselle de ces feuilles. Plus on s'éloigne de cette base et plus les feuilles sont desséchées, minces et âgées, elles ont un rôle protecteur, tandis que les autres, jeunes et charnues, fournissent les réserves nutritives. Ces feuilles sont appelées des tuniques du fait de leur type d'insertion sur le plateau (Dupont et Guignard, 2012). On parle donc d'un bulbe tunique (Botineau, 2010). Le bulbe peut être de couleur blanche, rosé à violacé (PROTA, 2015).

La survie de l'espèce est assurée par multiplication végétative, permettant de donner de nouveaux plants. Ce phénomène de division du bulbe génère des caïeux à partir des bourgeons axillaires, c'est ce que nous appelons traditionnellement les « gousses d'ail ». L'ensemble est appelé la « tête d'ail » (Dupont et Guignard, 2012).

Un bulbe renferme en moyenne une douzaine de caïeux (aNIail, 2015). Les caïeux sont individuellement entourés d'une tunique protectrice, et possèdent en leur centre un petit bourgeon (PROTA, 2015) chaque caïeu est capable de redonner un nouveau bulbe (Maurice, 2015)(Fig. 05) (Fig.06).



**Figure 05:** Bulbed *A. sativum* (Originale, 2022)



**Figure 06** : Coupe d'un bulbe d'Ail cultivé (Originale, 2022)

**b) Racines, tiges et feuilles**

- **Les racines** : Ce sont des racines adventives qui prennent naissance sous le bulbe, au niveau du plateau correspondant à la tige souterraine (Tredoulat 2015) (Fig. 07).



**Figure 07** : Racines adventives chez *Allium sativum* (Tredoulat 2015)

- **La tige** : Elle mesure en moyenne 40 cm de haut, mais elle peut amplement dépasser cette hauteur (jusqu'à 150 cm). Elle sort de la partie haute du bulbe. C'est en fait une fausse tige qui est formée par l'emboîtement entre elles des gaines foliaires des feuilles qui partent du plateau du bulbe.

- **Les feuilles** : Elles sont alternes et glabres. On en compte entre 2 et 10. Les feuilles sont réduites au pétiole qui est élargi en gaine à sa base de façon tubulaire, on dit qu'elles sont engainantes à la base. Le limbe est linéaire, le froissement des feuilles dégage une odeur typique caractéristique (Fig. 08).



**Figure 08** : tige et feuilles chez l'ail commun (Anonyme ,2022)

### II.3.Appareil reproducteur

#### a) L'inflorescence

Il s'agit d'une ombelle simple sphérique, protégée par 2 bractées soudées appelées spathe. Cette spathe est membraneuse et enveloppe l'inflorescence avant la floraison puis s'ouvre sur un côté. L'ombelle apparaît à l'extrémité d'une hampe pleine (ou tige florale), d'abord enroulée en crosse, puis qui se redresse et devient rigide.

L'inflorescence n'apparaît que rarement chez la plupart des cultivars, et certaines variétés d'ail ne produisent pas de hampe florale. La multiplication végétative permet de faire apparaître à l'extrémité des hampes des bulbilles soit à la place des fleurs, soit à la fanaison de la fleur. Ce sont de petits caïeux aériens enfermés d'abord dans une capsule. Ces bulbilles sont capables de redonner des têtes d'ail lorsqu'elles s'enracinent dans le sol, et participent ainsi à la survie de l'espèce. L'ombelle peut être composée à la fois de fleurs et de bulbilles, ou uniquement de bulbilles. Le nombre de ces bulbilles et leur couleur est fonction de la variété d'ail (Allen, 2009) (Fig.09).



**Figure 09:** Hampe florale et sa fleur en bouton chez *A.sativum*  
(Marie-pascale, 2019)

### b) Les fleurs

Ce sont des fleurs régulières, et hermaphrodites, les éléments mâles et femelles sont donc présents sur la même fleur. Elles sont peu nombreuses, voire même le plus souvent absentes. Les fleurs sont de couleur blanche à rose. Il existe néanmoins des exceptions, notamment chez l'ail d'ornement où les fleurs peuvent être violettes, ou jaune d'or vif comme chez *Allium moly* ( Fig.10).



**Figure 10 :** Bulbilles dans leur capsule (Allen, 2009)

On observe pour chaque fleur :

- Un périanthe à 6 tépales libres : 2 verticilles de 3 tépales
- 6 étamines libres répartis sur 2 verticilles
- Un gynécée formé de 3 carpelles soudés donnant un ovaire triloculaire et supère. Le style est unique et trilobé. Chaque loge de l'ovaire contient 2 ovules ou plus de forme anatropes ou campylotropes.

La formule florale est donc :  $(3+3) T + (3+3) E + 3 C$  (Botineau, 2010)(Fig.11 et 12).



**Figure 11** : Fleur d'*Allium sativum*  
(Anonyme, 2015)



**Figure 12**: Plants d'*Allium sativum*  
fleuris (Anonyme, 2015)

### c) Le fruit

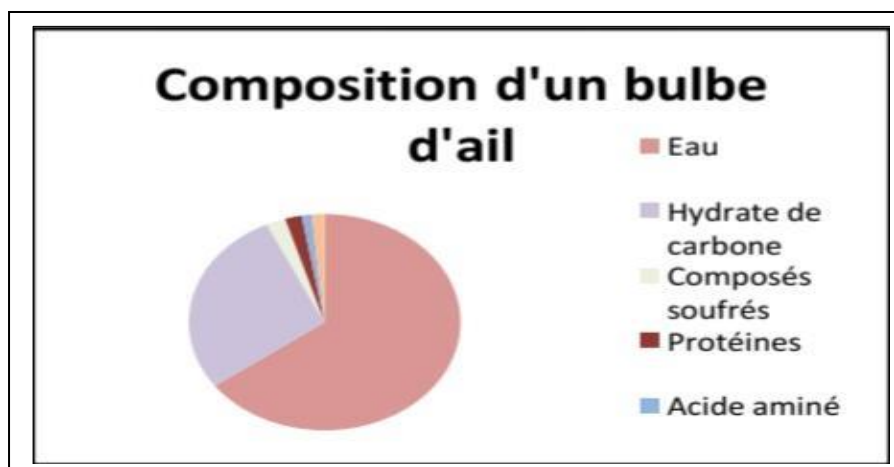
Le fruit chez l'ail est une capsule loculicide à 3 loges. Cependant, il n'est produit que très rarement au profit des bulbilles, en effet l'espèce privilégie la multiplication végétative à la reproduction sexuée pour assurer sa survie.

## III. Composition chimique de l'*Allium*

### III.1. Les différents composés de l'ail

#### III.1.1. Les principaux composés actifs

Le bulbe d'ail frais est composé approximativement à 65% d'eau (contre plus de 85% pour la plupart des légumes frais), 28% de glucides, 2,3% de composés soufrés, 2% de protéines, 1,2% d'acides aminés et 1,5% de fibres. La consommation de 100 grammes d'ail cru apporte 149 calories (Omar, 2013;Suleria et *al.*, 2015)(Fig 13).



**Figure 13:** La composition d'un bulbe d'ail (Suleria et *al.*, 2015)

Il existe de nombreux composés actifs dans le bulbe de l'ail, comme l'alliine, l'allicine, les Thiosulfates, les sels minéraux, les protéines, les lipides, les glucides ou encore les vitamines (Trefeil, 1997).

➤ Les glucides : monosaccharides (fructose, glucose), des disaccharides (saccharose, lactose), des trisaccharides (raffinose), des tétrasaccharides (tétrafructose, scorodose), des polysaccharides (l'amidon, dextrine, inuline, fructosane), et autres comme le D-galactane, larabinose, pectines, D-fructane.

➤ Les lipides : des acides gras (acide linoléique, acide linoléique, acide oléique, acide palmitique), des triglycérides, des phospholipides (phosphatidylcholine, phosphatidylsérine, phosphatidyléthanolamine), des prostaglandines (prostaglandine A, prostaglandine E, prostaglandine F).

➤ Les composés soufrés : Alliine, allicine et les dérivés d'Allicine.

➤ Les composés azotés : des acides aminés essentiels (la lysine, la thréonine, la valine, la méthionine, l'isoleucine, le tryptophane, la phénylalanine, la leucine, l'histidine), ainsi que d'autres acides aminés comme l'arginine, l'acide aspartique, la sérine, la glutamine, laproline, la glycine, l'alanine et la cystéine.

L'ail possède également des enzymes comme l'hexokinase, l'alliinase, l'γ-glutamylpeptidase, l'γ-L-glutamyltranspeptidase, la lipase, la peroxydase et la polyphenoloxydase.

➤ Les minéraux et oligo-éléments : le phosphate, le potassium, le magnésium, le cuivre, le fer, le manganèse, le zinc et le sélénium. L'ail possède une grande quantité de sélénium contrairement aux autres légumes.

➤ Diméthylsélénide, acideméthylesterméthanesulfénoséleñoïque, diméthyldisélénide, bis(méthylthio)sélénide, allylméthylsélénide, acide méthylester-2-propènesulfénoséleñoïque, acide propylester-1-propènesulfénoséleñoïque, allylthiométhylthiosélénide. (Trefeil, 1997).

➤ Les vitamines : les vitamines A, B1, B2, B6, C et E. quelques traces de pigments : comme de la chlorophylle, des caroténoïdes, des anthocyanes (ce sont des pigments hydrosolubles qui donnent une coloration rouge violette ou bleue, les quantités de pigments sont faibles dans l'ail, il n'est pas coloré) autres composés divers : des acides comme l'acide phénol, l'acide organique, les saponosides, les flavonoïdes, les phytohémagglutinines, les gibbérellines A3 et A7.

Tous ces composés sont très importants aussi bien biologiquement que pharmacologiquement peuvent posséder une activité antifongique, antibactérienne, antitumorale, anti-inflammatoire, anti hypertensive, anti thrombotique ou encore anticholestérolémiant (Corzomartinez et *al.*, 2007).

### III.1.1. Les caractéristiques de l'enzyme

L'action enzymatique de l'alliinase débute dès que les tissus de l'ail sont déchirés. En effet, l'allicine est formée par l'activité enzymatique qui représente 60-80% des thiosulfates présents dans l'ail. L'alliinase est en grande quantité dans l'ail soit à 10mg/g de poids frais. La transcription du gène codant pour l'enzyme allinase a montré qu'il est composé de 448 acides aminés qui ont une masse molaire de 51,45kDa et une quantité d'hydrate de carbone qui est de 5,5-6%. L'enzyme alliinase contient 10 résidus de cystéine, l'inactivation se fait lors de la réduction des ponts disulfures ou en retirant le cofacteur enzymatique pyridoxal. La concentration d'allicine minimal doit être d'au moins 4,5mg/g pour que la poudre d'ail soit viable pharmacologiquement et économiquement (Suleria et *al.*, 2015).

# **Chapitre II**

## **Etude pharmacologique et activités biologiques**

## **I. Les principales propriétés de l'ail à but thérapeutique :**

### **I.1. Activités hypocholestérolémiante, hypoglycémiant, et anti plaquettaire**

L'ail a un effet global sur le système cardio-vasculaire, en agissant sur la pression artérielle, sur la balance des lipides, l'agrégation plaquettaire (les ajoènes principalement, et les vinylthiines), l'activité fibrinolytique et l'oxydation.

#### **I.1.1. Activité hypocholestérolémiante**

L'ail agit sur la cholestérolémie en augmentant le bon cholestérol soit le HDL et en diminuant le LDL. Il réduit le métabolisme lipidique, l'athérogénèse aussi bien *in vitro* qu'*in vivo*, Il y a une diminution significative de l'activité de l'enzyme HMG-coA-réductase avec un effet sur le niveau de l'hydroxylase du cholestérol et des autres enzymes comme l'enzyme de l'acide gras et dans les enzymes du métabolisme des pentoses phosphate (Goetz *et al.*, 2012)

#### **I.1.2. Activité hypoglycémiant**

La supplémentation d'ail avec un traitement anti diabétique procurerait un meilleur contrôle chez les patients atteints d'un diabète de type 2. L'administration per os d'allicine chez le rat rendu diabétique par alloxane est à l'origine d'une diminution de la glycémie et de l'augmentation de la dose dépendante de l'activité de l'insuline. De plus, l'action hypoglycémiant de l'extrait d'ail serait due à une augmentation de la production d'insuline. Quant à l'allicine, elle protégerait l'insuline contre son inactivation (Goetz *et al.*, 2012).

#### **I.1.3. Activité antiplaquettaire**

Le constituant majoritaire de l'ail ayant des effets antiplaquettaires est l'Allicine (Mikaili *et al.*, 2013). L'ail sans odeur a une action sur la fibrinolyse par l'activation du tissu plasmogène t-PA, il supprime le système de coagulation et régule la formation de thrombine. L'ail a un rôle bénéfique dans la prévention des formations de thrombus dans les maladies cardiovasculaires. L'extrait d'ail peut inhiber l'action de l'adénosine diphosphate (ADP), ayant alors le même mécanisme d'action que les antiagrégants plaquettaires comme le Plavix®. En effet, l'administration d'ail pulvérisé chez les sujets âgés, contribue au maintien de l'élasticité de leurs artères (Goetz *et al.*, 2012). Le DATS qui est le majeur composant de l'huile d'ail limite l'accumulation des plaquettes sanguines responsable de la thrombose. Cette accumulation des plaquettes est due à une enzyme (la thromboxane synthétase) qui produit le thromboxane A<sub>2</sub>, l'agent de l'agrégation plaquettaire. Or les substances de l'ail, DATS et DADS inhibent la

formation des thromboxanes. Cependant, la consommation d'huile d'ail à forte dose affecte le niveau des paramètres hématologiques comme le taux d'érythrocytes, d'hémoglobines et de plaquettes. L'ajoène est utile dans la prévention des thrombus, en inhibant l'acide arachidonique, l'adrénaline collagène, l'adénosine diphosphate et le calcium ionophore, ces inhibitions sont irréversibles. Cependant il faut être prudent à la consommation de l'AGE puisque celui-ci peut donner des hémorragies chez les patients traités par anti vitamine K comme la Warfarine® par exemple. (Mikaili et al., 2013). L'ail est également bénéfique dans l'insuffisance veineuse.

## II. Propriétés antifongiques

L'extrait d'ail possède un effet fongicide et il peut aussi empêcher la formation des mycotoxines comme l'aflatoxine pour *Aspergillus parasiticus*. Cette inhibition est essentiellement due à l'allicine. L'allicine pur s'est révélée très efficace contre les espèces de *Candida*, *Cryptococcus*, *Trichophyton*, *Epidermophyton* et *Microsporum* à une faible concentration et avec une CMI (Concentration Minimal Inhibitrice) qui varie de 1,57 à 6,25 µg/ml (Yamada et al., 1997). De même, l'allicine est capable d'empêcher la germination des spores et la croissance des hyphes (Yoshida et al., 1987).

L'ail possède également des propriétés antiseptiques et parasitocides. Il a prouvé son activité antifongique (Wichtl et Anton, 2003) sur *Microsporum*, *Trichophyton*, *Candida*, *Cryptococcus* et *Aspergillus* (Daif, 1993). Les études de l'Institut des Plantes Médicinales de Poznan (Pologne) ont montré son action importante sur les dermatophytes (Grun-Thomas, 1998).

Le principe actif antifongique serait l'allicine. Son pouvoir bactéricide est égal au centième de celui de la pénicilline. Les ajoènes auraient une activité contre *Candida albicans*. Les saponines stéroïdiennes contenues dans l'ail auraient aussi un rôle antifongique et antibactérien (Jung, 2005).

En Chine, l'ail est utilisé depuis 1964 pour ses propriétés antivirales dans le traitement de la méningite encéphalite virale aiguë et de la méningite à *Cryptococcus* (Grun-Thomas, 1998). Il entre dans la composition de remèdes contre les affections respiratoires et bronchiques. L'alcoolature d'ail a été utilisée dans les tuberculoses pulmonaires. L'ail peut aussi avoir des effets dans les gangrènes pulmonaires. Il a également certaines propriétés curatives et préventives dans la coqueluche (Leclerc, 1976).

### III. Effet sur la digestion

L'ail est reconnu comme plante carminative, soulageant la détresse épigastrique et abdominale, les éructations, les flatulences, les coliques et la nausée (Damrau et Ferguson, 1949) (Leclerc, 1976).

### IV. Propriétés préventives vis-à-vis du cancer

La prise régulière d'ail dans l'alimentation quotidienne semble avoir un rôle dans la prévention des cancers (Jung, 2005). Les macérats d'ail et d'oignon dans l'huile ont des propriétés antitumorales, supprimant la croissance et l'activité de cellules leucémiques HL60 (Arigaet *al.*, 2000).

Le principe actif impliqué dans cette propriété serait l'allicine, qui a montré une action inhibitrice sur des tumeurs (Jung, 2005). La S-allyl cystéine (composé stable et inodore) inhiberait le processus de cancérogénèse (Amagase et *al.*, 2001).

### V. Autres propriétés

Plusieurs études ont démontré que l'ail cru aurait plus de propriétés que l'ail cuit. Cela serait dû à la dégradation par la chaleur, de l'enzyme responsable de la production d'allicine (allinaase) et d'autres composés sulfurés, ainsi qu'à la diminution de la quantité d'antioxydants (Tattelman, 2005 ; Gorinstein et *al.*, 2006).

L'huile essentielle possède les mêmes usages et propriétés que l'ail frais ou ses extraits (Leung, 1980 ; Elnima et *al.*, 1983). Les composés soufrés volatils spécialement : allicine, diallyl disulfure, diallyl trisulfure, ajoènes, vinylthiines sont généralement considérés responsables de la plupart des activités pharmacologiques (Leung, 1980 ; Block et *al.*, 1984 ; weber et *al.*, 1992 ; Winkler et *al.*, 1992 ; Yoshida et *al.*, 1998 ; Yoshida et *al.*, 1999 ; O'gara et *al.*, 2000 ; Amagase et *al.*, 2001 ; Ross et *al.*, 2001 ; Tsao et Yin, 2001).

**VI. Eléments actifs des plantes**

Les effets curatifs de certaines plantes sont bien connus. La camomille allemande par exemple est utilisée depuis des milliers d'années contre les troubles digestifs. L'aloès était déjà connu du temps de Cléopâtre, où il servait à adoucir la peau. Ce n'est que récemment que les éléments actifs à l'origine des actions thérapeutiques des plantes ont été isolés et étudiés. Il est indispensable de connaître la composition des plantes pour comprendre comment elles agissent sur l'organisme (Iserin, 2001) (Tableau 02).

**Tableau 02** : Quelques familles chimiques des plantes médicinales (Bruneton, 1999 ; Iserin, 2001 ; Benhamza, 2008)

<b>Les familles chimiques des plantes médicinales</b>	<b>Effets</b>
<b>Phénols</b>	Anti-inflammatoires et antiseptiques
<b>Flavonoïdes</b>	Anti-inflammatoires, antivirales et des effets protecteurs sur le foie
<b>Tanins</b>	Astringentes, cytostatique et bactéricides
<b>Anthocyanes</b>	Puissants antioxydants nettoient l'organisme des radicaux libres
<b>Coumarines</b>	Fluidifie le sang soigne les affections cutanées, et un puissant vasodilatateur coronarien
<b>Saponines</b>	Synthétise la pilule contraceptive, facilitent l'absorption des aliments
<b>Anthraquinones</b>	Ils contribuent à transférer les liquides des tissus et du système circulatoire vers les conduits urinaires
<b>Glucosides cyanogéniques</b>	Un effet sédatif et relaxant sur le cœur et les muscles, permettent de supprimer ou de calmer les toux sèches et irritantes
<b>Polysaccharides</b>	Utilisée pour calmer et protéger les tissus enflammés, ou la paroi des intestins enflammée et douloureuse
<b>Glucosinolates</b>	Appliqués comme cataplasme sur les articulations douloureuses, ils augmentent les flux sanguin dans la zone irritée, favorisant ainsi l'évacuation des toxiques
<b>Substances amères</b>	Stimule les sécrétions, augmente l'appétit et améliore la digestion
<b>Alcaloïdes</b>	Lorsqu'elles sont bien dosées, elles deviennent des médicaments puissants
<b>Huiles essentielles</b>	Elles sont largement employées en parfumerie et ont de multiples propriétés notamment antiseptique

# **Chapitre III**

## **Généralités sur les pucerons**

## I. Introduction

Les pucerons ou aphides, constituent un groupe extrêmement répandu dans le monde, qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs (angiospermes) dont presque toutes les espèces sont hôtes d'aphides (Harmel *et al.* 2010). Ils comptent actuellement environ 350 genres avec 3500 espèces décrites (Imeneset *al.* 2002 ; Razaq, 2000)(Fig. 13).

Sur le plan des dégâts Turpeau– Ait ighil (2010), note que les dommages sont en fonction, d'une part de la durée de présence du puceron sur la plante, d'autre part du stade de développement de celle-ci et de son degré de sensibilité. Ces organismes sont des insectes de type piqueur-suceur. Ils insèrent leur «stylet» dans la plante hôte et s'alimentent de sa sève élaborée. Les dégâts provoqués par ces organismes résultent de ce mode d'alimentation; les pucerons peuvent également représenter des vecteurs de phytovirus, et par le dépôt de miellat, une substance riche en sucre secrétée par les pucerons (Alford, 2011) (Fig. 14).



**Figure 14** : Puceron *Hyalopetrus pruni*(Originale,2022)

## II. Systématique

Les aphides ou pucerons classés dans le Super-ordre des Hémiptéroïdes, appartiennent à l'ordre des Homoptères au sous-ordre des Aphidinea, et à la super-famille des Aphidoidea (Fraval, 2006).

Cette dernière se subdivise en deux grandes familles qui sont les Chermisidae et les aphididae. Cette dernière est divisée en huit sous familles, celles des Telaxidae, des Pemphigidae, des Lachnidae, des Chaitoridae, des Callaphididae, des Aphididae, des Adelgidae, des Phylloxeridae (Bonnemaison, 1962).

La famille des Aphididae est divisée en trois sous-familles, celle des Blatichaitophorinae, des Pterocommatinae et des Aphidinae. Les espèces de cette dernière sont réparties entre deux tribus, les Aphidini et les Macrosiphini (Ortiz-Rivas *et al.*, 2010). Remaudière *et al.* (1997) classent les pucerons dans leur catalogue « les Aphididae du monde » comme suit :

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta ;

Ordre : Homoptera ;

Super /famille : Aphidoidea ;

Famille : Aphididae.

## III. Caractéristiques morphologiques des aphides

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous de petite taille, mesurant entre 2 à 4 mm avec un corps ovale un peu aplati (Tanya, 2002). Ce dernier est partagé en trois parties bien distinctes (la tête, le thorax, et l'abdomen).

### III.1. La tête

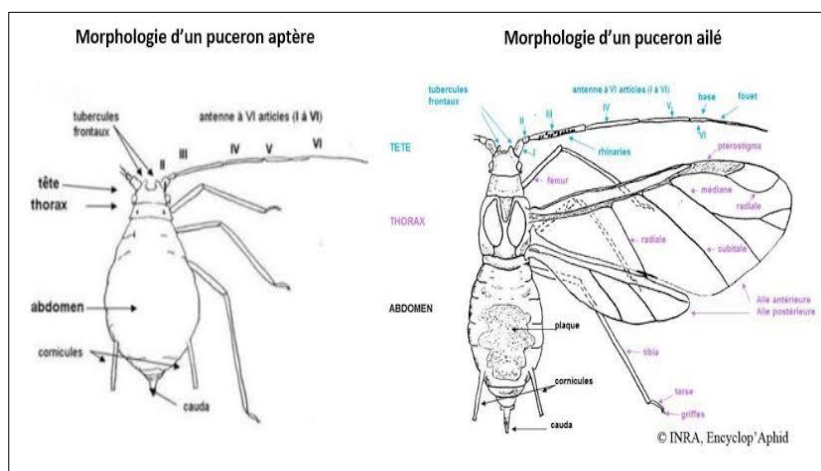
Généralement, elle est bien séparée du thorax chez les formes ailées, mais non chez les aptères, elle porte deux antennes de longueur très variable de 3 à 6 articles, sont insérées directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus ou moins proéminentes. Certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels appelés les sensoria; leur partie distale amincie est nommée fouet ou processus terminalis à l'arrière de l'œil composé (Tanya, 2002 ; Fraval, 2006).

### III.2. Le thorax

Il comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax, et le métathorax, porte 3 paires de pattes et primitivement deux paires d'ailes. Cependant, chez la plupart des espèces des pucerons coexistent des formes adultes ailées et des formes adultes aptères. D'après Hein *et al.* (2005), chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique ; les ailes antérieures présentent plusieurs nervures. Ce sont toutes des nervures simples, sauf la nervure médiane qui se manifeste chez la plupart des espèces. Selon Godin et Boivin (2002).

### III.3. L'abdomen

L'abdomen porte généralement dans sa partie postérieure une paire de cornicules (ousiphons) de forme et de longueur très variables, parfois pourvues d'une réticulation ou surmontées d'une collerette (Hein *et al.*, 2005). Les cornicules manquent dans quelques genres et parfois même selon les formes dans une même espèce (Lien et Sparks, 2001). Le dernier segment abdominal (10<sup>ème</sup>) forme la queue (cauda) plus ou moins développée et de forme variable selon les espèces (Fredon, 2008)(Fig. 15).

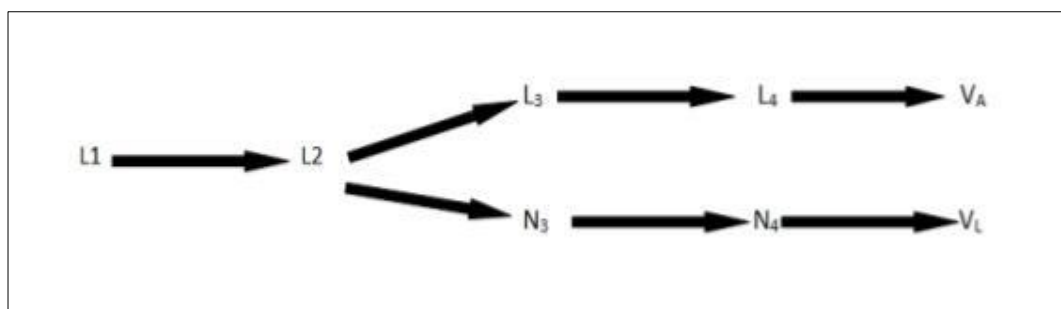


**Figure 15** : Morphologie d'un puceron ailé (INRA, 2013)

#### IV. Cycle biologique

Les pucerons ont deux modes de reproduction: la reproduction sexuée et la reproduction asexuée ou parthénogénétique. Les femelles sexuées sont ovipares alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares. Elles donnent naissance directement à de jeunes larves, qui leur sont génétiquement identiques, et capables de s'alimenter et de se déplacer aussitôt produites. La descendance d'une femelle parthénogénétique constitue donc un clone. Les pucerons sont plurivoltins et peuvent avoir, selon les conditions climatiques, jusqu'à 20 générations par an. Ils présentent une grande variabilité de cycles biologiques. Les pucerons sont paurométaboles leurs stades larvaires mènent le même mode de vie que les adultes (Sauvions, 1995).

Leur développement passe par quatre stades de croissance successifs, entre lesquelles, ils se débarrassent de leur exosquelette; c'est la mue (Rabasse, 1979 et Sauvin, 1995). Le développement larvaire d'un puceron peut être schématisé comme suit :



L1, L2, L3, L4: larves du 1er, 2ème, 3ème et 4ème

N3, N4: larves à ptérothèque du 3ème et 4ème stade larvaire de la forme ailée;

VA: adulte virginipare aptère ;

VL: adulte virginipare ailée.

#### V. Rôle des ennemis naturels

Les pucerons sont attaqués par un large éventail d'ennemis naturels. On distingue les prédateurs, les parasitoïdes et les champignons entomopathogènes (Schmidt *et al.*, 2004).

- Les prédateurs : Ce sont des organismes vivants, libres à l'état adulte et larvaire, s'attaquant à d'autres êtres vivants pour les tuer et se nourrir de leurs substances. Ils dévorent successivement plusieurs proies au cours de leur vie. Ils appartiennent à des groupes taxonomiques divers. Leur spécificité pour certains d'entre eux est très large (Deguine *et al.*, 1997).

- Les parasitoïdes : La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'en échappe en y forant un trou (Reboulet, 1999).
- Les pathogènes : Ce sont essentiellement des champignons phycomycètes appartenant au groupe des entomophthorales, qui sont susceptibles de déclencher des épizooties spectaculaires (Deguine *et al.*, 1997).

## VI. Les dégâts causés par les aphides

Les pucerons sont des parasites majeurs des végétaux dans le monde, avec des conséquences économiques négatives sur l'agriculture, les forêts et l'horticulture (Fournier, 2010). Redoutable ravageurs, les pucerons s'attaquent à toutes les cultures, sans distinction. Ils peuvent entraîner de graves dégâts sur les pousses et les fruits. Ces insectes piqueurs et suceurs prélèvent d'importantes quantités de sèves sur les plantes, dont toutes les parties peuvent être colonisées (feuilles, fleurs, tiges racines). Les dégâts occasionnés varient selon la plante et l'espèce du puceron (Qubbaj *et al.*, 2004). D'après Christelle (2007) et Eaton (2009), les pertes que causent les pucerons sont de deux types :

### VI.1. Les dégâts directs

Le prélèvement et l'absorption de la sève des plantes représentent la première conséquence de colonisation de la plante par le puceron (Harmel *et al.*, 2008). Les piqures alimentaires sont également irritatives et toxiques pour la plante, induisant l'apparition de galles qui se traduisent par la déformation des feuilles ou des fruits et donc une perte de rendement (Christelle, 2007) (Fig. 16).



**Figure 16** : Les dégâts sur les feuilles

### VI.2. La

Les produits non assimilés de la digestion de la sève, riches en sucre, sont éjectés par les pucerons sur la plante sous forme de miellat. Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante soit, directement en bouchant les stomates, soit indirectement en favorisant le développement de champignons saprophytes. Ceux-ci provoquent des fumagines qui entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne ou souillent les parties consommables (fruits par exemple) et les rendent ainsi impropres à la commercialisation (Christelle, 2007).

Les pucerons favorisent la transmission virale. En effet, en se déplaçant d'une plante à une autre, les pucerons créent des contacts indirects entre les végétaux distants et immobiles (Brault *et al.* 2010). Cette caractéristique est efficacement exploitée par les virus des plantes, incapables de se déplacer d'un hôte à un autre de façon autonome. Ainsi, de très nombreuses espèces virales utilisent l'action itinérante des pucerons pour se propager et se maintenir dans l'environnement.

#### **V. Le puceron farineux du prunier *Hyalopterus pruni***

Le puceron farineux (*Hyalopterus pruni*) est la seconde espèce de pucerons qui peuvent affecter les vergers de prunier. Il est beaucoup moins fréquent que le puceron vert du prunier, mais peut provoquer de graves dégâts sur les parcelles touchées (INRA, 2021).

Les œufs d'hiver sont déposés en très petit nombre sur les troncs et les branches des hôtes primaires (prunier, épine noire et éventuellement abricotier ou pêcher). Ils éclosent au printemps. 2 à 3 générations d'aptères (pucerons sans ailes) se succèdent et pullulent sur la face inférieure des feuilles. A la fin de la 3ème génération, des pucerons ailés apparaissent et migrent :

- soit sur d'autres pruniers ou des prunus sauvages
- soit sur les hôtes secondaires que sont le roseau et la molinie. Des aptères se développent alors à la face supérieure des feuilles des hôtes secondaires. A partir de fin août, des pucerons ailés vont retourner sur les hôtes principaux. Ces individus sont sexupares : c'est à dire qu'ils sont capables d'engendrer des individus sexués qui s'accoupleront et dont les femelles pondront les œufs d'hiver (INRA, 2021) (Fig 17).

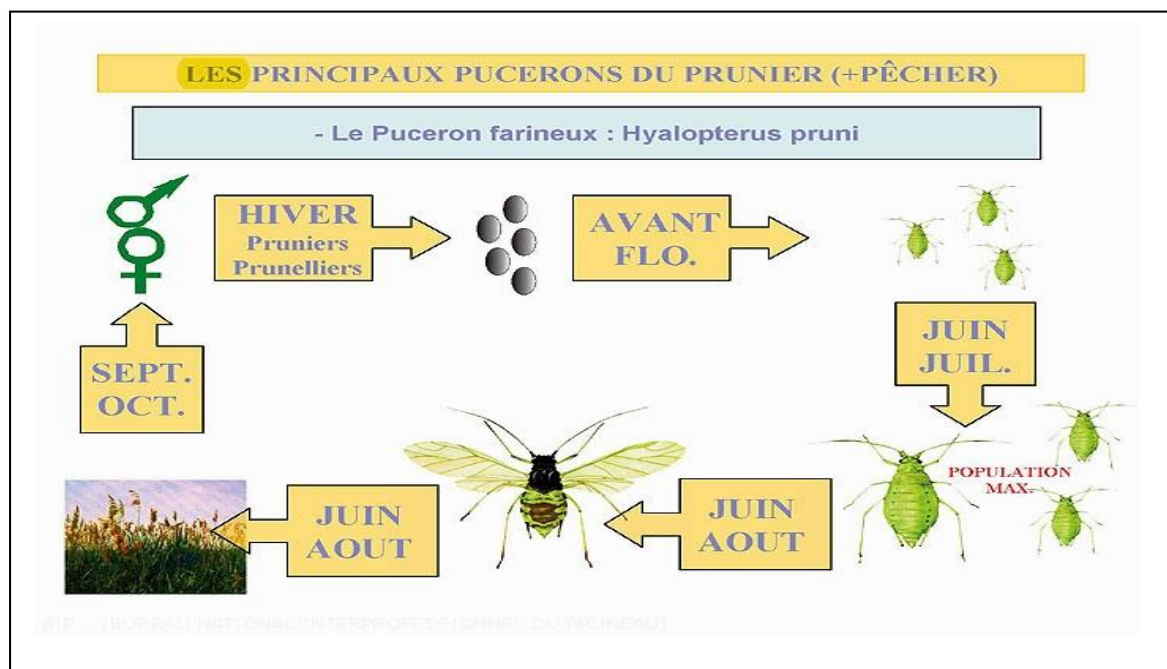


Figure 17 : Cycle biologique du puceron farineux *Hyalopterus pruni*

## VI. Taxonomie

La classification du puceron farineux du prunier est reportée ci-dessous selon les données recueillies de CABI (2022).

Domaine : Eukaryota ;

Régne: Metazoa ;

Embranchement: Arthropoda ;

Sous embranchement : Uniramia ;

Classe : Insecta ;

Ordre: Hemiptera ;

Sous ordre : Sternorrhyncha

Super famille : Aphidoidea

Famille : Aphididae

Genre : *Hyalopterus*

Espèce : *Hyalopterus pruni* (Geoffroy, 1762).

## VII. Dégâts et caractéristiques

Les symptômes apparaissent plus tardivement que ceux liés au puceron vert du prunier. Ils peuvent être visibles de la fin du mois de mai jusqu'en cours d'été. Ils forment des colonies très fournies à la face inférieure des feuilles. *Hyalopterus pruni* a une coloration vert pâle et est couvert d'une pruine farineuse (d'où le nom du ravageur). Les feuilles ne sont pas déformées par les piqûres d'alimentation du puceron farineux, mais elles comportent des sécrétions de miellat (liquide transparent collant). Ce miellat, riche en sucre, se couvre très rapidement de fumagine (champignon de couleur noir). (Attention, la présence de cochenille du cornouiller ou de *Metcalfapruinosa* peut également provoquer l'apparition de fumagine).

Les pucerons envahissent la totalité du feuillage. Leurs piqûres entraînent une diminution notable de la vigueur de l'arbre, la chute prématurée des feuilles, l'atrophie et le pourrissement des fruits. En effet, à proximité des branches infestées par ce ravageur, le miellat en séchant conduit à l'éclatement des fruits, alors plus sensibles au développement du *Monilia* (INRA, 2021) (Fig. 18).



**Figure 18** : Les dégâts du *H. pruni* sur les feuilles et les fruits

## I. Rendement

L'huile essentielle d'Ail extraite par entraînement à la vapeur d'eau est caractérisée par une forte odeur et avec une couleur blanc transparent, son rendement moyen calculé sur la base d'une masse de 1500g a été de l'ordre de 0.45%. Notons que de nombreux facteurs extrinsèques et intrinsèques peuvent influencer le rendement total en huiles essentielles.

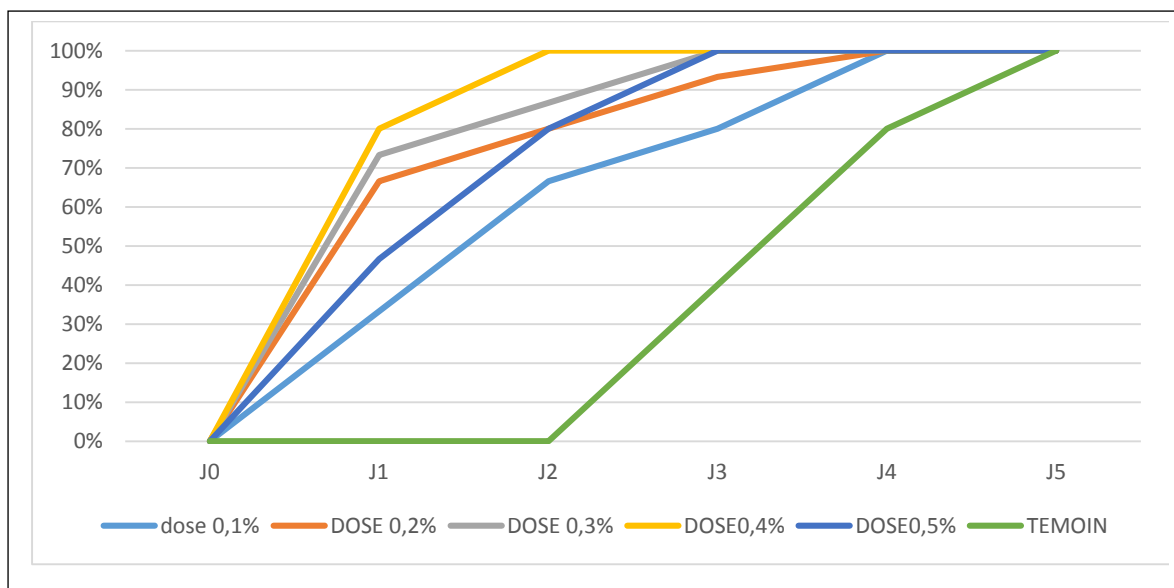
## II. Etude de l'effet insecticide de l'huile essentielle d'*A.Sativum*

Les tests ont permis de déterminer l'efficacité de l'huile essentielle d'*A.sativum* à l'égard d'un ravageur du prunier *H. pruni* évalué à partir des mortalités enregistrées chez les individus cibles. Les tests de toxicité sont réalisés sur des adultes avec différentes doses à savoir : 0.1%, 0.2%, 0.3%, 0.4 et 0.5%. Les doses létales (DL50) et (DL90) qui caractérisent la toxicité d'un bio-insecticide ont été déterminées. Ces valeurs représentent la quantité de matière active pour détruire respectivement 50% et 90% de la population traitée après correction de la mortalité.

### II.1. Evaluation « *in vitro* » de l'effet de l'huile essentielle d'*A.Sativum* sur *H. pruni*

Les résultats des mortalités cumulées des adultes du puceron farineux traités par l'huile essentielle d'*A.Sativum* sont représentés sur la figure 23. On remarque que les mortalités sont significativement supérieures chez les pucerons traités par l'HE par rapport au témoin. On constate que la concentration de 0.1% provoque un taux de mortalité de 33.33% pendant le premier jour, et de 80% dans le troisième jour du comptage et a atteint les 100% au quatrième jour. Le début d'action d'un produit est très important dans la mesure où il donne une indication sur l'efficacité de ce dernier. On remarque également que les taux de mortalités des pucerons traités évoluent en fonction du temps et de la dose d'HE. La mortalité a démarré le premier jour, pour l'ensemble des concentrations, on remarque également que le taux de mortalité est lié aux concentrations et au temps.

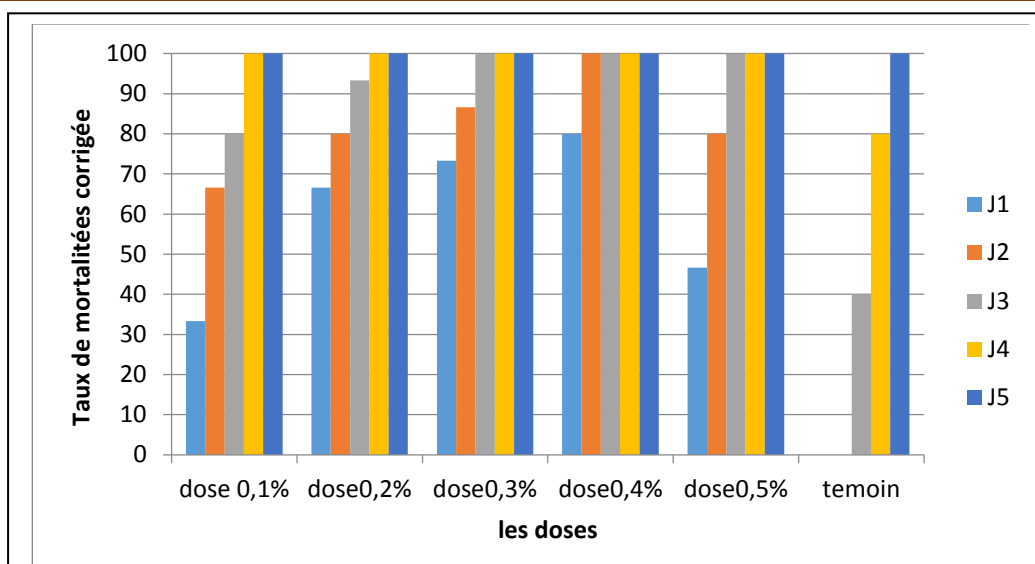
Généralement, le taux de mortalité au troisième jour est important par rapport au premier jour, et plus la concentration de l'HE augmente, plus la mortalité devient importante (Fig. 23).



**Figure 23** : Evolution de la mortalité cumulée du puceron farineux *H.pruni* après traitement par H.E

Comparativement au témoin, les cinq doses choisies montrent un effet insecticide plus ou moins important après 72 heures de l'exposition. Le taux de mortalité de 33.33% a été estimé pour la dose 0.1%, 66.66% pour la dose 0.2%, 73.33% pour la dose 0.3%, 80% pour la dose 0.4% et 46.44% pour la dose 0.5%, en revanche la mortalité du témoin a été estimée à 40% après 72 heures de l'exposition.

La figure 24 illustre l'évolution des pourcentages des mortalités corrigées des adultes du puceron en fonction du temps et de la dose de l'HE des bulbes d'*A.sativum* utilisés. Les plus fortes doses (0.5%, 0.4%, 0.3%) occasionnent une mortalité totale (100%) des pucerons aux troisième jours suivi par les doses (0.1% et 0.2%) au quatrième jour de l'exposition.



**Figure 24** : L'évolution de la mortalité corrigée de l'HE de d'*A. sativum* sur les pucerons

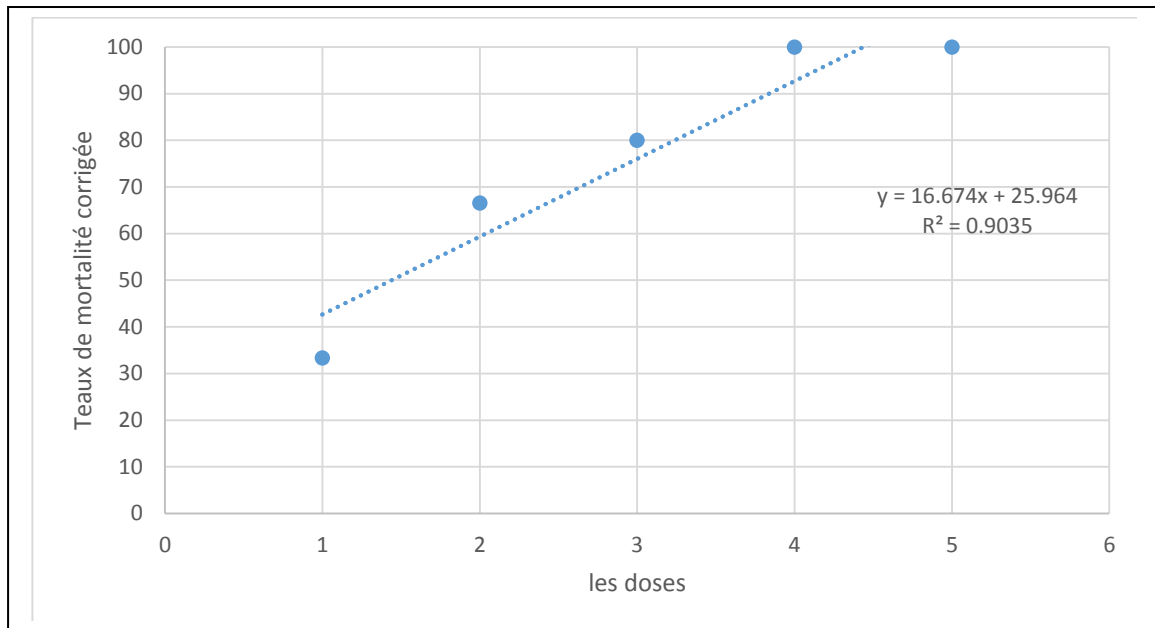
### III. Le calcul des doses l'étale (DL50 et DL90)

Le test de toxicité aiguë au laboratoire, consiste à exposer ou à administrer aux différents lots d'insectes, une dose insecticide, dans des conditions bien contrôlées. Il permet de déterminer la dose létale d'une substance active qui entraîne 50% de mortalité.

La détermination de la dose létale 50% (DL50) permet de comparer la sensibilité du puceron farineux du prunier. Les concentrations létales DL50 sont déterminées à partir de l'équation de la droite de régression qui exprime le probit du pourcentage de mortalité corrigée en fonction du logarithme décimal des concentrations pour la corrélation de Pearson, une valeur absolue de 1 indique une relation linéaire parfaite. Une corrélation proche de 0 indique l'absence de relation linéaire entre les variables.

La DL50 relative à l'huile essentielle d'*A. sativum* est de 1,44%. Cette DL50 explique la forte toxicité de l'H.E de la plante étudiée avec une efficacité plus élevée. La DL90 est de 3.84% (Fig. 25).

Une corrélation positive a été obtenue entre les doses de l'huile essentielle et la mortalité corrigée enregistrée pendant les jours de comptage avec un coefficient de corrélation de 0,90.



**Figure 25** : Courbe de tendance linéaire pour l'huile essentielle d'*A. sativum*

#### IV. Discussion

À cause de leur effet négatif sur l'environnement, l'utilisation des insecticides chimiques est devenue de plus en plus restrictive. Elle conduit aussi à un désordre écotoxicologique accompagné d'une augmentation spectaculaire du nombre d'espèces résistantes.

L'application des produits naturels reste la méthode 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).

En Algérie, l'utilisation des produits naturels, plus particulièrement les extraits de plantes, commence à se développer comme méthode de lutte contre les insectes à travers une multitude de travaux récents (Kemassi, 2008 ; Labouzi, 2010 ; Habbachi et al., 2013 ; Aouati & Berchi, 2015).

La présente étude, porte sur la valorisation des substances naturelles végétales, en qualité de bioinsecticide. Elle a montré que l'huile essentielle de l'Ail possède une nette efficacité contre le puceron *H. pruni*. En effet, chaque plante présente des propriétés insecticides qui diffèrent en fonction de sa composition biochimique. La différence de mortalités enregistrée entre les différentes doses s'explique par le fait que la dilution de n'importe quel extrait fait diminuer dans la plupart des cas sa capacité insecticide.

Les tests de toxicité que nous avons appliqués sur les adultes de puceron farineux avec différentes concentrations de l'huile essentielle a engendré des mortalités après 24h de traitement. Les figures de test insecticide mettent en évidence une relation dose-réponse.

Les plantes synthétisent plusieurs substances du métabolisme secondaire. Ces molécules peuvent avoir différents effets chez les insectes : répulsif, attractif, perturbateur du développement, inhibiteur de la reproduction, etc. Leur toxicité peut être directe ou indirecte sur les organes cibles (organes sensoriels, système nerveux, système endocrines, appareil digestif, appareil reproductif, etc.) (Benayad, 2013).

L'ensemble des résultats obtenus au cours de notre étude confirment ceux obtenus par plusieurs auteurs qui ont mis en évidence l'activité biologique d'une multitude d'extraits de plantes vis-à-vis des pucerons.

Pour les huiles essentielles testées, les résultats des tests montrent qu'il existe une variation concernant le taux de mortalité des insectes qui dépend de la dose utilisées huiles essentielles et la durée d'exposition. D'après Kim et *al.* (2003), les effets toxiques des huiles essentielles dépendent du ravageur, de l'essence testée et de la durée d'exposition. D'après les figures de l'évolution de l'effet biocide des huiles essentielles testées, par pulvérisation en fonction du temps d'exposition, une variabilité en fonction de l'espèce de la plante utilisée ainsi qu'un effet dose se distinguent. En effet, une augmentation des taux de mortalités cumulées est observée en fonction de la dose employée et de la durée d'exposition.

La mise au point des insecticides à faible risque, biodégradables, et facilement disponibles comme solutions de remplacement aux agents de protection synthétiques conventionnels contre les ravageurs reste plus que nécessaire. Comme la flore algérienne spontanée est assez diversifiée en espèces à intérêt biologique il est important de la valoriser. L'actuelle étude s'intéresse à l'évaluation des substances naturelles végétales dans la lutte contre les ravageurs, pour cela nous nous sommes intéressés à l'étude de l'efficacité d'huile essentielle de l'*Allium sativum* à l'égard d'un bioagresseur des arbres fruitiers, le puceron du prunier.

L'huile essentielle a été administrée par pulvérisation sur des adultes de puceron. Les tests de toxicité étudiée ont permis d'estimer la DL50 et la DL90 chez les adultes avec une relation dose –mortalité.

L'évaluation au laboratoire de l'activité insecticide de HE de l'*Allium sativum* sur les adultes de puceron, révèle une sensibilité de cet Homoptère au HE. Cette sensibilité augmente au fur et à mesure avec les concentrations testées. Les taux de mortalité enregistrés ont atteint les 100%.

Ce présent travail affirme que l'huile essentielle étudiée peut assurer une protection contre le ravageur. Et prometteuse comme source de bio-insecticide et se prête bien à des investigations dans le domaine de la lutte biologique.

En perspective, il serait important d'évaluer l'impact de l'huile essentielle sur quelques paramètres de reproduction, sur le développement et sur les paramètres de détoxification tels que GSH, GST, MDA, ainsi que d'identifier les composants responsables de cette activité.

## Les références bibliographiques

- Abbott, W.S., (1925).** A method of computing the effectiveness of an insecticide.
- Alaoui-boukhris M.,( 2009).**Activités larvicides des extraits de plantes sur les
- Alford, D.V.,( 2011).** Plant pests. Harper collins, Londres, Royaume uni. Harper collins Publishers Limited, 2011 ISBN : 0007338481,9780007338481.500P.
- Allen J.,(2009).** La culture de l'ail - Fiche technique [Internet]. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires Rurales - Ontario. (cité 15 oct 2015). Disponible sur: <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/09-012w.htm#5>.
- Amagase H, Petesch BL, Matsuura H, Kasuga S and Itakura Y., (2001) .**Intake of garlic and its bioactive components. Journal of Nutrition, ,131, 955s-962s.
- Anonyme ., (2015).**Magazine on line waste. [cité 20 oct 2015]. Disponible sur: <http://waste.ideal.es/alliumsativum.htm>.
- Ariga T., Tsuji K., Seki T., Moritomo T., Yamamoto J.,(2000).** Antithrombotic and antineoplastic effects of phyto-organosulfur compounds. Biofactors, ,13(1-4) : 251-255.
- Bennazedine. S ., (2010).** Activité insecticides de cinq huiles essentielles vis-a-vis de *Sipophuloryzae*(Coleoptera ; Cuculionidea) et *Triboliumcofusum*( Coleoptera ;Tenebrionidae). Ecole nationale supérieure agronomique El Harrache. Alger.
- Bonnemaison L., (1962).** Les ennemis animaux des plantes.
- Botineau M.,(2010) .**Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs. Tec & doc.
- Bruneton j. ,(1993).** Pharmacognosie et phytochimie, plantes médicinales. Ed :
- Bruneton j., (1999).** Pharmacognosie et phytochimie, plantes médicinales. Ed : Journal of EconomicEntomology, 18, 265-267. larves de moustiques vecteurs de maladies parasitaires Faculté des sciences etTec & Doc. Lavoisier. Paris pp. 418-419.techniques Fès - Master sciences et techniques, 59 p.
- Callery, E., (1998).** Le grand livre des herbes : un guide pratique de la culture et des vertus de plus de 50 plantes. France :Konemann. P : 55-56.
- Cavagnaro, P. F., Camargo, A., Galmarini, C. R., & Simon, P. W.,(2007).** Effect of cookingon garlic (*Allium sativum* L.) antiplatelet activity and thiosulfinatecontent.Journal of agricultural and foodchemistry, 55(4) : 1280-1288.
- Clébert JP.,(1987).** Le livre de l'ail. Avignon: Editions A. Barthélemy; , 155p.
- Corzomartinez, M., Corzo, N., Villamiel, M.,(2007).** Biological properties of onions and garlic. Trends in Food Science & Technology, vol 18, pp 609–625.
- Daif, N., (1993).**L'ail, *Allium sativum* L. (Liliacées) : de la tradition à ses perspectives en thérapeutique moderne Th. : Pharm. : Nancy 1 : 1993 ; 12,104 f.

**Damrau F., Ferguson E.A.,(1949).** The Modus Operandi of Carminatives: The Therapeutic Value of Garlic in Functional Gastrointestinal Disorders. *The American Journal of Gastroenterology*, 16(5):411-419.

**Deboise, D. ,(2001).**L'ail, histoire, culture, chimie, actions pharmacologiques, utilisations.

**Dethier, B., (2010).** Contribution à l'étude de la synthèse de l'alliine de l'ail.

**Dupont F, Guignard J-L.,(2012).** Botanique : les familles de plantes. 15ème éd. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 300p.

**FAOSTAT., (2018).**<http://faostat3.fao.org/home/E> (accessed 10.07.15

**Fralval, A.,(2006 ).** Aucune source spécifiée dans le document actif .les pucerons .2ème partie, N°142(3) :27-32. Et SORENSEN, J.T.2003). *Aphids* P32.

**Gerbeaud X.,(2008).** Ail, *allium sativum* [Internet]. gerbeaud.com. (cité 13 oct 2015). Disponible sur: <http://www.gerbeaud.com/fruit-legume-de-saison/ail-alliumsativum.php>.

**GergesGeaga, A., (2015).** Les Bienfaits de l'Ail sur la Santé. *HUMAN & HEALTH*.31:46 47.

**Goetz, P., Ghédira, K.,(2008).** Phytothérapie anti-infectieuse, Collection phytothérapie practice.

goût & de l'usage »).

**Harmel N., Haubruge E. et Francis F.,( 2010).** Etude des salives de puceron : un Environ .14(2), 369-378. Univ. Liège –Gembloux Agro-Bio Tech (Belgique).42. Imbert E ., 2009 .Les agrumes. *Fruits* 172, 1pp.5-50.

**Imenes S.D.L.,Bergmann F. C., Peronti A .L.B.G.,Die S. et Martin J.E.R.,(2002) .**Aphids ( Himeptera : Aphididas ) and their parasitoids (Hymenoptera ) on *Ixora* spp (Rubiaceae )in the states of Bahia and Sae Paulo, Brazil- Formal records interaction.*Arq. Inst.Biol.*, Sao Paulo, V.69, n4, P.55-

**Jung, S.,(2005).** Apport des drogues végétales dans la prévention des maladies cardiovasculaires liées à l'hypercholesterolemie. Th. doctorat en pharmacie. Nancy : Université Henri poincare\_nancy1,149p.

**Krčmár M.,(2008).**L'ail: saveurs et vertus. Paris: Grancher, 170p.

**Lambinon J., Delvosalle L., Duvigneaud J.(2004).**, Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). 5 éd. Meise, Editions du Patrimoine du Jardin botanique national de Belgique,

**Leclerc, Henri. (1976).**Précis de phytothérapie: essai de thérapeutique par les plantes françaises Paris: Masson, 363 p.

**Maurice S.(2015).** Cultivez votre ail [Internet]. Ail Québec - Association des producteurs. (cité 13 oct 2015). Disponible sur: <http://ail.quebec/decouvrez-ail-du-quebec/cultiver-votreail/>.

**Mikaili, P., et al.,(2013).** Therapeutic uses and pharmacological properties of garlic, shallot, and their biologically active compounds. Iranian Journal of Basic Medical Sciences, , vol16, pp 1031.

**Minker C., (2012).**Ail et autres alliées : un concentré de bienfaits pour votre santé, votre beauté et votre jardin. Eyrolles. Paris: Eyrolles; 157p.

**Omar, S.H., Garlic and Cardiovascular Diseases. Natural Products., (2013.)** .pp. 3661–3696

**Ortiz-Rivas. Bet Martinez-Torres., (2010).** Combination of molecular data support the existence of three main lineages in the phylogeny of aphids (Hemiptera: Aphididae) and the basal position of the subfamily Lachninae. Molecular Phylogenetics and Evolution 55PP.305 - 317. Pharmacie : Lille : 2001.

**PROTA., (2015).** Allium sativum L. [Internet]. PROTA (Plant Resources of Tropical Africa).(cité 9 oct 2015). Disponible sur: <http://www.prota4u.info/protav8.asp?fr=1&h=M4&t=Allium,sativum&p=Allium+sativum#Synonyms>

**Razaq A., Kashiwazaki T., Mohammed P. et Shiraishi M., (2000)** .SEM Observation.

**Schauenberg, Paul.,(1977).** Guide des plantes médicinales Paris: Delachaux et Niestlé,396p.

**Schou C. Garlic., (2000).** A Taste for Health (cité 22 août 2015). Disponible sur: <http://opensiuc.lib.siu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1488&context=ebi>.

**Senninger F.,(2009).**L'ail et ses bienfaits. Saint-Julien-en-Genevois; Genève-Bernex: Editions Jouvence; 2009, 94p Springer, Paris, 2012.

**Suleria, H.A.R., et al., Garlic ., (2015).** (Allium sativum): diet based therapy of 21st century—a review. Asian Pacific Journal of Tropical Disease, 2015, vol 5, pp 271–278.

**Tanya. D.,( 2002).** Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.

**Tattelman E.,(2005).** Health effects of garlic. Am Fam Physician, 72(1):103-6.

**Tredoulat T.,(2015).** Cultiver l'ail avec la lune [Internet]. Rustica. [cité 13 oct 2015]. Disponible sur: <http://www.rustica.fr/articles-jardin/cultiver-l-ail-avec-lune-legume-racine,6529.html>.

**Tredoulat T.,(2015).** Cultiver l'ail avec la lune [Internet]. Rustica. [cité 13 oct 2015]. Disponible sur: <http://www.rustica.fr/articles-jardin/cultiver-l-ail-avec-lune-legume-racine,6529.html>

**Trefeil, N.,(1997).** L'ail (Allium sativum): Botanique, composition chimique, propriétés antioxydantes.

**Wallace Hayes, A., (2008).** principle and methods of toxicology, fifth edition, ed *Taylor and Francis*, New York. ISBN: 084933778X, 9780849337789. 2296p .

**Wichtl Max, Anton Robert., (2003).**Plantes thérapeutiques: tradition, pratique officinale, science et thérapeutique - 2ème édition Paris: Ed. Tee & doc-Lavoisier; Cachan: Ed. Médicales Internationales, 692p.

**Yamada Y, Azuma K., (1977).**Evaluation of the in vitro antifungal activity of allicin.  
Antimicrob Agents Chemother. 1977 ; 11(4):743- 9.