

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

DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE

## MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**BOUSNANE Nouredine**

**GHANI Amina**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES**

**Spécialité: PROTECTION DES CULTURES**

THÈME

**Évaluation préliminaire de l'activité larvicide des huiles  
essentielles de deux plantes aromatiques *Thymus vulgaris*  
et *Origanum vulgare* sur le ver blanc de la vigne**

Soutenues publiquement le : 04/07/2017

DEVANT LE JURY :

Président	<b>M<sup>r</sup> DEBBA B.</b>	<b>M.A.A U. Mostaganem</b>
Encadreur	<b>M<sup>me</sup> BADAOUI M.I</b>	<b>M.A.A U. Mostaganem</b>
Examinatrice	<b>M<sup>me</sup> SAIAH F.</b>	<b>M.C.B U. Mostaganem</b>

Année Universitaire : 2016/2017

<b>Résumé</b>	
<b>Liste des figures et des planches</b>	
<b>Liste des abréviations</b>	

## Table des matières

Introduction générale.....	1
<b>Synthèse bibliographique</b>	
<b>Chapitre 1 : Vers blancs</b>	
I. Introduction.....	2
II. Aire de répartition en Afrique du nord .....	2
III. Systématique des vers blancs.....	2
IV. Principales espèces.....	4
IV.1 Stades de développement.....	4
IV.2 Description .....	4
IV.2.1 Hanneton Européen ( <i>Rhizotrogus majalis</i> ).....	4
IV.2.2 Hanneton Commun ( <i>Phyllophaga spp</i> ).....	4
IV.2.3 Scarabée japonais ( <i>Popillia japonica</i> ).....	5
IV.2.4 Ver blanc des céréales ( <i>Geotrogus deserticola</i> ).....	5
IV.3 Cycle biologique.....	6
IV.3.1 Hanneton Européen ( <i>Rhizotrogus majalis</i> ) .....	6
IV.3.2 Hanneton Commun ( <i>Phyllophaga spp</i> ).....	6
IV.3.3 Scarabée japonais ( <i>Popillia japonica</i> ).....	6
IV.3.4 Ver blanc des céréales ( <i>Geotrogus deserticola</i> ).....	7
V. Plantes hôtes .....	8
VI. Méthode de lutte .....	9
VI.1 La lutte mécanique.....	9
VI.2 La lutte chimique.....	9
VI.3 La lutte biologique.....	10

## Chapitre II : Effet insecticide des substances défensives des plantes

I. Introduction .....	11
II. Plantes à propriétés insecticides.....	11
III. Cibles des toxines naturelles des plantes.....	12
III. 1 Système nerveux .....	12
III. 1. 1 Alcaloïdes .....	12
III. 1. 2 Pyréthrinoïdes.....	12
III.1.3 Huiles essentielles .....	12
III.2 Systèmes hormonaux .....	13
III.2.1 L'hormone juvénile.....	13
III.2.2 L'ecdysone .....	13
IV. Les huiles essentielles.....	13
IV. 1 Localisation des huiles essentielles au niveau de la plante .....	14
IV. 2 Familles chimiques et composition des huiles essentielles .....	14
IV. 2. 1 Les esters.....	15
IV. 2. 2 Les phénols.....	15
IV. 2. 3 Lesaldéhydes .....	15
IV. 2.4 Les cétones .....	15

IV. 2. 5 Les alcools.....	15
IV. 2. 6 Les terpènes .....	15
IV. 2. 7 Lesacides.....	16
IV. 2. 8 Les sesquiterpènes.....	16

### **Partie Expérimentale**

#### **Chapitre I : Matériel et méthode**

I. Répartition du ver blanc dans la wilaya de Mostaganem.....	17
II. Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles de <i>Thymus vulgaris</i> et d' <i>Origanum vulgare</i> vis-à-vis les larves du ver blanc de la vigne.....	17
II.1 Matériel biologique.....	17
II.1.1 Matériel végétal.....	17
A. Plante hôte.....	17
B. Plantes aromatiques thym et origan.....	17
B.1 <i>Thymus vulgaris</i> .....	17
B.2 <i>Origanum vulgare</i> .....	18
II.1.2 Matériel animal .....	18
II.2 Extraction des huiles essentielles.....	19
II.2.1 Matériel d'extraction (extracteur d'huile essentielle) .....	19
II.2.2 Méthode d'extraction.....	20
II.2.3 Détermination du rendement .....	20
II.3 Tests biologiques .....	21
III. Identification du ravageur.....	23

#### **Chapitre II : Résultats et discussion**

I. Répartition du ver blanc dans la wilaya de Mostaganem.....	24
II. Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles de <i>Thymus vulgaris</i> et d' <i>Origaumm vulgare</i> vis-à-vis les larves du ver blanc de la vigne.....	27
II.1 Détermination du rendement.....	27
II.2 Sensibilité des larves de ver blanc aux huiles essentielles.....	28
II.3 Evaluation de l'efficacité de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i> .....	29
II.4 Evaluation de l'efficacité de l'huile essentielle d' <i>Origanum vulgare</i> .....	31
III. Identification.....	34
Conclusion .....	37

## *Dédicace*

*A*vant tout, je dois rendre grâce à dieu de  
m'avoir donné le courage de terminer ce travail.

*Je dédie ce travail à ma famille.*

*Tout d'abord à mon cher père, à ma chère mère, aux près  
de qui je trouve le réconfort et le repos, j'espère être à la  
hauteur de ses espérances et ne jamais les décevoir.*

*A mon cher grand père et à ma chères grand mère qui  
m'ont toujours soutenu par leur encouragement et leur  
conseil, A mon cher oncle Aïssa , et à sa famille.*

*A mes chers frères Ilyes, Omar, Salaheddine, Youcef et à ma  
chères soeur*

*Meriem.*

*A tous mes oncles & mes tantes & toutes les familles,*

*BOUSNANE , BELGHANEM & NACERI*

*A mes très chers amis : Ahcen , Hamza, Said,*

## *Dédicace*

*A mon très cher Papa  
A ma chère et douce Maman  
A tout les membres de ma famille  
Hoda, Mahammed, Amine, Abd Elkarim, Abdenour  
A mon cher enseignant et père que je ne vais jamais l'oublier.  
Mokhbi Abdelouahab  
Que dieu l'accepte dans ses vastes paradis  
Merci pour votre amour,  
Et Soutien.*

## Remerciement

Tout d'abord, merci à dieu tout puissant ALLAH qui nous a réunis dans le chemin de la science et qui nous a porté la foi, la force et le courage pour accomplir ce travail.

On tient à témoigner toute nos gratitudes et tous nos respects à notre promotrice Mme BADAoui .M.Ikram & nos plus sincères remerciements et reconnaissances pour sa confiance, sa sincérité, sa rigueur, sa patience et son exigence dans le travail que dieu vous bénisse.

On remercie Mr DEBBA .B qui nous a fait l'honneur d'accepter de présider le jury, et d'apporter son jugement sur ce travail.

Remerciements également à Mme SAIAH .F d' avoir accepté de faire partie du jury et d'examiner ce mémoire.

Tous nos remerciements vont encore au personnel de laboratoire de protection des cultures de l'ex ITA .

Faut-il remercier aussi le personnel de laboratoire de biochimie et de laboratoire de pédologie.

On doit parallèlement remercier le personnel de la ferme agricole de Stidia,

Merci à toutes les personnes qui nous ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.

## Résumé

Les vers blancs des cultures causent des dégâts considérables, ce sont des ravageurs polyphages qui s'attaquent pratiquement à plusieurs cultures. Les dommages provoqués sont localisés sur les racines. face à cet insecte dangereux, les agriculteurs sont orientés vers la lutte chimique. La présente étude a pour objectif de proposer des solutions alternatives basées sur l'utilisation des produits naturels « bio-control » afin de lutter contre le ver blanc de la vigne qui est considérée comme une menace sérieuse pour la viticulture en Algérie. L'objectif principal de notre travail est de vérifier l'efficacité d'huiles essentielles de *T.vulgaris* et d'*O.vulgare* in vitro sur les larves, Ces extraits ont été extraits par l'entraînement à la vapeur d'eau. Les résultats obtenus aux tests in vitro montrent que l'huile essentielle de *T.vulgaris* (DL50=0.62%) plus toxique que l'*O. vulgare* (DL50=2.5%). La deuxième partie de travail s'agit d'identifier l'insecte, La comparaison de nos résultats, nous a permis de proposer une identification préliminaire du ravageur basée sur la morphologie des larves. mais ce n'est pas confirmé puisque nous n'avons pas pu trouver l'adulte.

La troisième partie s'agit de la répartition géographique des vers blancs au niveau de la wilaya de Mostaganem, au cours de six campagnes agricoles.

Mots clé : Ver blanc, *Thymus vulgaris*, *Origanum vulgare*, huile essentielle, bio-control.

## Abstract:

The white grubs of the crops cause considerable damage, they are pests. Polyphages that attack practically many cultures. The damage caused is localized on the roots. This study aims to propose alternative solutions based on the use of natural products "bio-control" in order to fight against the white grub of the vine which is considered a serious threat to viticulture in Algeria. The main objective of our work is to check the effectiveness of essential oils of *T.vulgaris* and *O.vulgare* in vitro on larvae. These extracts were extracted at The results obtained from the in vitro tests show that the essential oil of *T.vulgaris* (LD50 = 0.62%) more toxic than *O.vulgare* (LD50 = 2.5%) The second part of the work involves the identification of the insect. The comparison of our results allowed us to propose a preliminary identification of the pest based on the morphology of the larvae. But this is not confirmed since we were unable to collect adults for identification. The third part deals with the geographical distribution of grubs in the wilaya of Mostaganem, in the course of six agricultural companions.

Key words: White grub, *Thy*

*mus vulgaris*, *Origanum vulgare*, essential oil, bio-control

<b>Figure 01</b> : Phylogénie et distribution des Rhizotrogini.....	03
<b>Figure 02</b> : Cycle biologique de trois espèces des hannetons. <b>a</b> : hanneton commun, <b>b</b> : hanneton européen et <b>c</b> : scarabée japonais.....	07
<b>Figure 03</b> : Cycle biologique du ver blanc des céréales <i>Geotrogus deserticola</i> .....	08
<b>Figure 04</b> : Dégâts des vers blancs. <b>A</b> : sur céréale et <b>B</b> : sur vignoble .....	08
<b>Figure 05</b> : Oiseaux prédateurs des vers blancs.....	09
<b>Figure 06</b> : Ver blanc parasité par la muscardine vert .....	10
<b>Figure 07</b> : <i>Thymus vulgaris</i> .....	18
<b>Figure 08</b> : <i>Origanum vulgare</i> .....	18
<b>Figure 09</b> : Larves de ver blanc vivantes .....	19
<b>Figure 10</b> : Montage d'entraînement à la vapeur d'eau. <b>1</b> : plaque chauffante, <b>2</b> : cocotte minute, <b>3</b> : condensateur , <b>4</b> : sortie de l'eau , <b>5</b> : réfrigérant , <b>6</b> : entrée de l'eau et <b>7</b> : tube gradué.....	19
<b>Figure 11</b> : Démarches d'extraction d'HE par entraînement à la vapeur d'eau .....	20
<b>Figure 12</b> : Préparation des différentes concentrations.....	21
<b>Figure 13</b> : Dispositif expérimental du test de toxicité.....	21
<b>Figure 14</b> : Etapes du test biologique <i>in vitro</i> .....	22
<b>Figure 15</b> : Pièges à la banane pour la capture des hannetons.....	23
<b>Figure 16</b> : Distribution des vers blancs dans les communes de Mostaganem au cours de six campagnes agricoles.....	25
<b>Figure 17</b> : Evolution des superficies infestées dans la wilaya Mostaganem.....	26
<b>Figure 18</b> : Histogramme comparatif des rendements des deux plantes aromatiques <i>Thymus vulgaris</i> et <i>Origanum vulgare</i> .....	27
<b>Figure 19</b> : Huiles essentielles extraites, <b>a</b> : HE de <i>Thymus vulgaris</i> et <b>b</b> : HE d' <i>Origanum vulgare</i> .....	28
<b>Figure 20</b> : Larves mortes après traitement par l'HE.....	28
<b>Figure 21</b> : Effet de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i> sur le taux de mortalité cumulée des vers blanc.....	29

<b>Figure 22</b> : Acarien vivant sur le ver blanc (Originale, 2017).....	30
<b>Figure 23</b> : Effet des différentes doses de l'huile essentielle de <i>Thymus vulgaris</i> sur la mortalité corrigée des larves du ver blanc.....	31
<b>Figure 24</b> : Effet de l'huile essentiel d' <i>Origanum vulgare</i> sur le taux de la mortalité cumulée des vers blancs.....	32
<b>Figure 25</b> : Efficacité de l'huile essentielle d' <i>Origanum vulgare</i> sur le taux de mortalité corrigée des vers blancs.....	33
<b>Planche 01</b> : Stades de développement du ver blanc. a: œufs, b: larves, c: nymphe et d : adulte.....	04
<b>Planche 02</b> : Espèces de hannetons, A : Hanneton Européen ( <i>Rhizotrogus majalis</i> ), B : Hanneton commun ( <i>Phyllophaga spp.</i> ), C : Scarabée japonais ( <i>Popillia japonica</i> ) et D : <i>Géotrogus deserticola</i> .....	05
<b>Planche 03</b> : Différentes formes de l'écusson anal des larves des vers blancs. ....	35
<b>Planche 04</b> : Description de la larve de ver blanc. <b>a</b> : écusson anal, <b>b</b> : soies au niveau des pattes et de ventre, <b>c</b> : pattes, <b>d</b> : antenne, <b>e</b> : larve complète et <b>f</b> : tête , <b>g</b> : mandibule <b>h</b> : cavité buccale.....	36

DL50 : Dose létale médiane

DSA : Direction des Services Agricoles

gr : gramme

HE : Huile essentielle

INPV : Institut Nationale de la Protection des Cltures

ml : millilitre

Ph : poids de l'HE en gr

Pp : poids de la masse végétative en gramme

Ppm : partie de million

R : rendement en huile essentielle

SAU : superficie agricole utilisée

Sotravit : Société de Transformation des Produits Viticoles

SRPV : Service Régional de la Protection des Végétaux

T : température

# **Introduction générale**

Un insecte phytophage est considéré comme ravageur, quand son abondance est assez forte pour créer des dommages importants aux cultures et engendre des pertes économiques (Peshin et Dhawan, 2009). Les vers blancs qui représentent le modèle biologique dans ce travail de fin d'étude, sont des ennemis naturels des cultures. Les pertes causées par ces insectes sont importantes (Amine khodja et Bekkouche, 2016). En Algérie, les Melolonthini et plus particulièrement *Geotrogus deserticola* (Blanch.) commet de gros dégâts sur les racines des végétaux les plus variées et notamment sur les céréales (Mesbah et Boufersaoui, 2002). Les zones les plus touchées sont les wilaya de Tlemcen, Sidi Bel Abbès, Ain Timouchant, Mostaganem, Tissemsilt, Chlef, Constantine, Médéa, et Oran (Syngenta, 2006). Les vers blancs provoquent parfois, d'importants dégâts sur les vignobles ; en effet les dommages causés principalement par les larves, sont surtout visibles au printemps et se caractérisent dans les cas les plus graves par une destruction complète du système racinaire en laissant la terre à nu (Balachowsky, 1962).

Les pertes économiques provoquées par ce ravageur depuis son signalement ont conduit à la mise au point de nombreuses méthodes de lutte. La lutte chimique reste le moyen le plus fréquent pour contrôler les populations de ce déprédateur. Cependant, il a été démontré que l'utilisation des pesticides chimiques avait des effets néfastes tant sur la santé humaine que sur l'environnement (Pimentel et al., 1993, Lewis et al., 1997; Lee et al., 2004). De plus, elle engendrait un phénomène d'adaptation des ravageurs, qui développent des mécanismes de résistance aux produits phytosanitaires (Mckenzie et Batterham, 1998; Gullino et al., 2000).

Parmi les interventions en faveur d'une lutte biologique, il y a l'emploi d'insecticides botaniques. Les substances d'origines naturelles et plus particulièrement les huiles essentielles représentent actuellement une solution alternative de lutte pour la protection des cultures contre les bio-agresseurs, leur utilisation a fait l'objet de plusieurs travaux de recherche qui démontre l'efficacité de ses huiles dans la protection des cultures en réduisant les pertes occasionnées par les insectes ravageurs par leur effet insecticides (Aiboud, 2012). C'est dans ce contexte que s'inscrit notre étude expérimentale dont l'objectif principal est de tester sur les populations larvaires du ver blanc les effets de deux plantes locales, *Thymus vulgaris*. L. et d'*Origanum vulgare* L. réputées pour leurs propriétés thérapeutiques et leur potentiel biopesticide, afin d'étudier leur efficacité et envisager leur utilisation comme moyen de lutte alternatif préservant l'environnement.

# **Introduction générale**



# **Synthèse**

# **bibliographique**

# **Chapitre I**

## **Vers blancs**

## I. Introduction

Les insectes phytophages représentent aujourd'hui plus de la moitié de toutes les espèces d'insectes (Strong et *al.*, 1984). Parmi les neuf ordres d'insectes phytophages, les coléoptères présentent la plus importante diversité (Farrell, 1998). Les vers blancs sont les larves de certains coléoptères comme le hanneton et le scarabée (Coleoptera : Scarabaeidae). Ils forment un groupe important d'insectes qui se nourrissant de plantes, dont plusieurs peuvent causer des dégâts considérables sur plan économique (Belbel et Smaili, 2015). Les vignobles en Algérie sont menacés par les attaques du ver blanc ; dont les dommages sont localisés sur les racines qui sont rongées ou sectionnées complètement. Les pullulations incontrôlables de cet insecte et la non-maitrise des facteurs liés à sa dynamique de population font de lui un ravageur fortement nuisible aux cultures (Yahiaoui et Bekri, 2014).

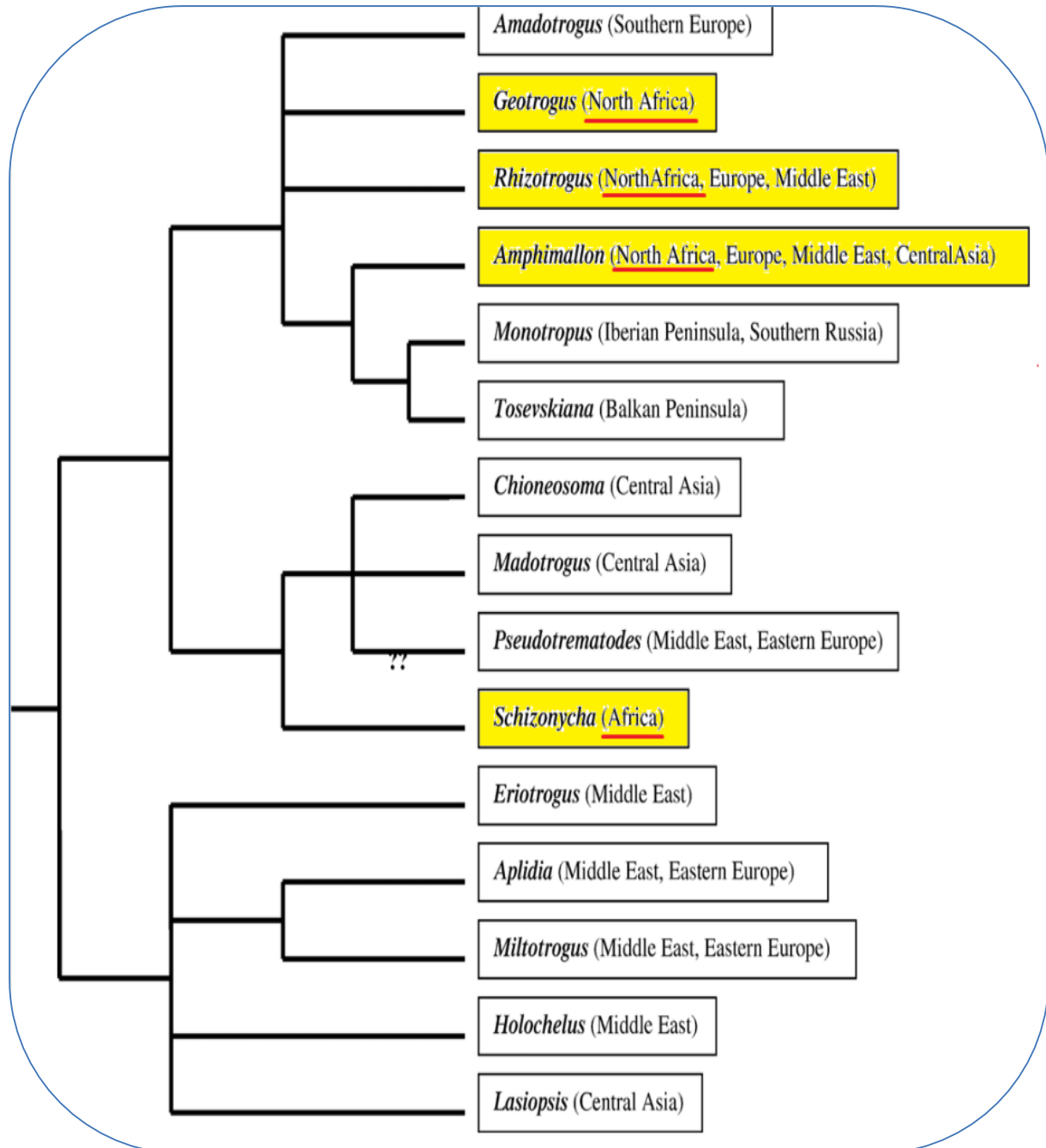
## II. Air de répartition en Afrique du nord

En Afrique du nord, l'aire de répartition de la plupart des espèces de ver blanc est également limitée à des zones géographiques relativement restreintes ou à des biotopes particuliers. Le centre de groupement est Algérien mais un certain nombre d'espèces vivant également au Maroc et en Tunisie (Amine Khodja et Bekkouche, 2016). En Algérie, les Melolonthini et plus particulièrement *Geotrogus deserticola* (Blanch.) au sud ouest commet de gros dégâts sur les racines des végétaux les plus variés et notamment sur les céréales. Ils habitent principalement le Tell et les Hautes plateaux et leur limite sud s'arrête au nord du Sahara (Mesbah et Boufersaoui, 2002). D'après Balachowsky (1962), leur biotope est très variable : forêts, plaines, steppes, zone céréalières, hautes plateaux et sable littoraux.

## III. Systématique des vers blancs

Les vers blancs appartiennent à l'ordre des coléoptères. Leur classification a été proposée par Peverimhoff (1933, 1938) et suivi par Sainte Claire et Mequignon (Balachowsky, 1962). La super famille des Scarabaeoidea appartient au sous-ordre de polyphaga et comprend une grande famille les Scarabaeidae. Ces insectes constituent une classe parmi laquelle beaucoup d'espèces phytophages nuisent aux feuilles ou aux fleurs de plusieurs productions végétales. Beaucoup de ces espèces nuisibles appartenant à la sous-famille des Melolonthinae et sont représentées par les genres *Polyphylla*, *Anoxia*, *Melolontha* d'une part, et d'autre part, de divers genres très voisins les uns des autres groupés sous le terme de *Rhizotrogini* (figure 01). Cette tribu comprend de nombreux genres principalement répandus en Asie et en Afrique du Nord. En Eurasie vivent surtout des

*Amphimalton* et des *Rhizotrogus*, tandis qu'en Afrique du Nord, les vers blancs appartiennent essentiellement aux genres: *Pseudoapterogyna* et *Géotrogus* dont les adultes sont plus ou moins aptères (Montreuil, 2003).

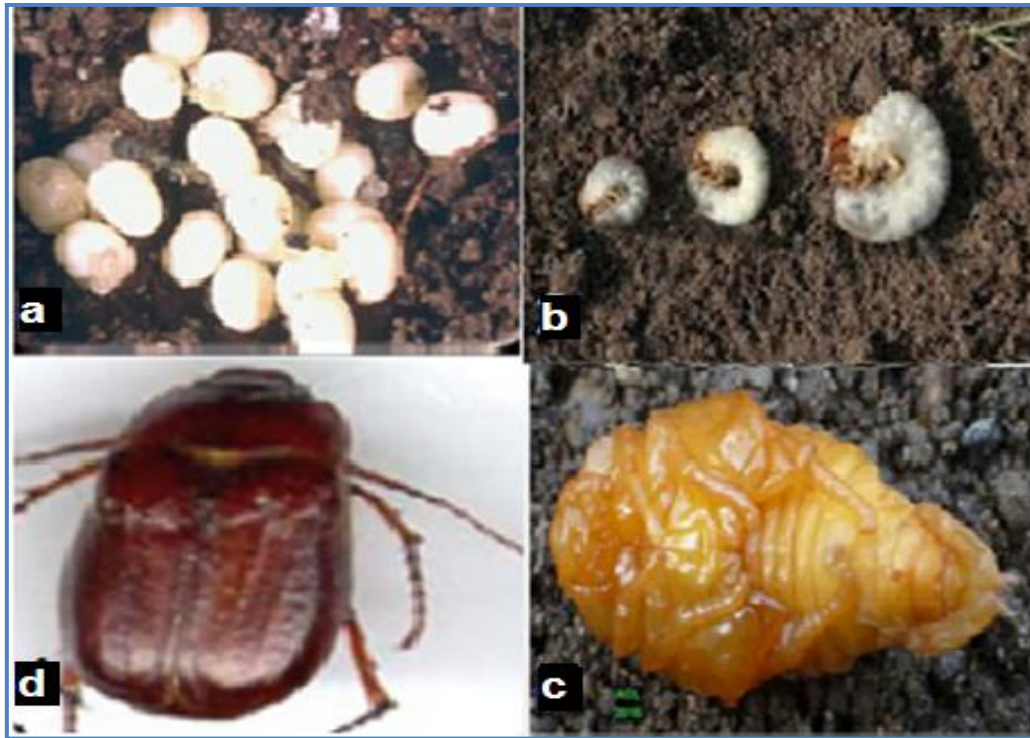


**Figure 01** : Phylogénie et distribution des Rhizotrogini (Montreuil, 2003 in Amine Khodja et Bekkouche, 2016)

## IV. Principales espèces

### IV.1 Stades de développement

Les hannetons sont des insectes à métamorphose holométabole (métamorphose complète). Ils passent par quatre états biologiques distincts : l'œuf, les trois stades larvaires, la nymphe et l'adulte (Planche 01).



**Planche 01** : Stades de développement du ver blanc. **a**: œufs, **b**: larves, **c**: nymphe et **d** : adulte (Amine khodja et Bekkouche, 2016)

### IV.2 Description

#### IV.2.1 Hanneton Européen (*Rhizotrogus majalis*)

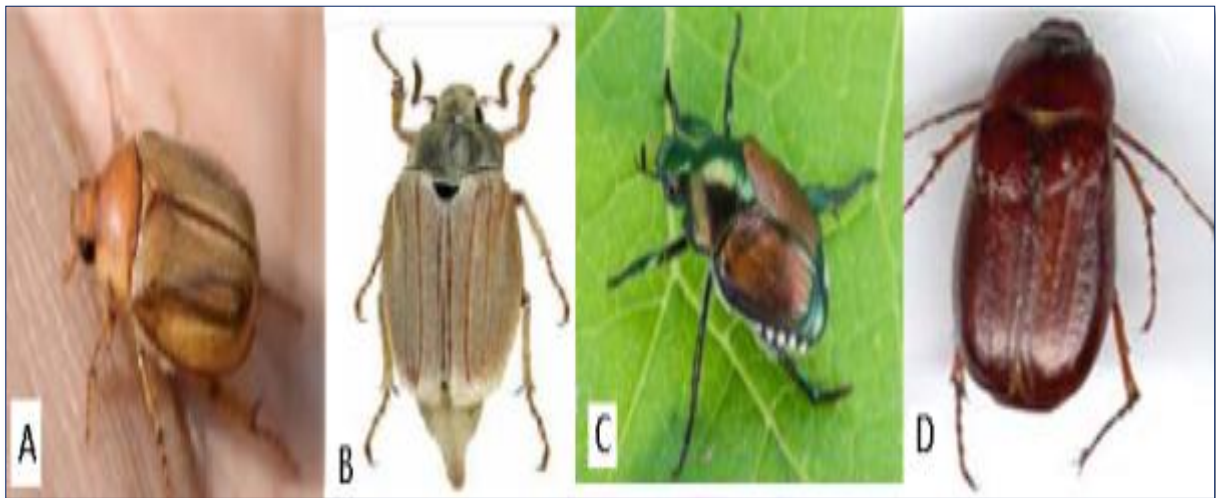
Cette espèce se nourrit des racines de Maïs, des différents fourrages, et des céréales, les larves se distinguent par le motif en « Y » que forment les soies de l'écusson anal, L'adulte (planche 02 (A)) est un hanneton de taille moyenne, d'environ 14 mm, brun clair et de forme ovale, elles sont blanches, à la tête brun (Charbonneau, 2008).

#### IV.2.2 Hanneton Commun (*Phyllophaga spp*)

Cette espèce se nourrit des racines de soya, et des cultures fourragères, la larve se distingue par la forme ovale de son écusson anal et présente deux rangées parallèles d'épines. Au stade adulte (planche 02 (B)), ce hanneton est légèrement plus gros (environ 20 mm) que le hanneton européen et de couleur brun rougeâtre à noir (Charbonneau, 2008).

### IV.2.3 Scarabée japonais (*Popillia japonica*)

Cette espèce se nourrit des racines de soya et des cultures fourragères, la larve de scarabée japonais se distingue par son écusson anal large et peu profond, en forme de « V ». Il est aussi beaucoup plus petit que l'hanneton européen et celui du hanneton commun. L'adulte du scarabée japonais (planche 02(C)) mesure environ 13 mm de longueur et se reconnaît facilement à sa tête verte métallique brillant et à ses ailes de reflet cuivré, teintées de vert aux extrémités, avec les douze touffes de poils blanchâtres garnissent les bords de ses ailes (Amine khodja et Bekkouche, 2016).



**Planche 02 :** Espèces de hannetons, **A :** hanneton Européen (*Rhizotrogus majalis*), **B :** hanneton commun (*Phyllophaga spp.*), **C :** scarabée japonais (*Popillia japonica*) et **D :** *Geotrogus deserticola* (Jean et al., 2015)

### IV.2.4 Ver blanc des céréales (*Geotrogus deserticola*)

Le ver blanc des céréales *Geotrogus deserticola* (planche 02 (D)) est l'espèce la plus rencontrée sur céréales en Algérie. C'est un redoutable ravageur qui s'attaque à toutes les espèces végétales notamment les cultures maraîchères, la vigne et surtout les céréales qui sont considérées comme plantes préférentielles (I.N.P.V, 2015). L'adulte fait entre 1.5 et 2 cm de longueur, il a une couleur brune fauve, plus ou moins foncé et homogène, les antennes sont composées de 07 à 10 articles avec 03 à 06 feuilles aux extrémités. Les larves ont une forme recourbées, de couleur blanche pâle à tête brune, elles font de 3.5 à 04 cm au dernier stade de développement (Yahiaoui et Bekri , 2014).

### IV.3 Cycle biologique

La durée du cycle évolutif dépend beaucoup du climat, elle est en fonction d'une part du nombre et de la durée des phases d'arrêt du développement pendant la vie larvaire, d'autre part de la température et de l'humidité pendant les périodes d'activité (Houadeg, 1996).

#### IV.3.1 Hanneton Européen (*Rhizotrogus majalis*)

Ce ravageur ne produit qu'une seule génération par an (figure 02 (b)). Il hiverne à l'état de larve dans le sol. En avril, les larves du hanneton européen remontent vers la surface et se nourrissent des racines des plantes. Elles cessent de s'alimenter à la mi-mai, qui marque le début de la pupaison. Celle-ci dure jusqu'à la mi-juin. Les hannetons adultes sortent du sol entre le début juin et le début juillet pour s'accoupler. Ils se rassemblent pour le vol nuptial et forment alors des essaims visibles à la brunante. Les femelles adultes recherchent ensuite des sols humides et frais dans les pelouses ou les champs avoisinants pour y pondre leurs œufs qui éclosent et les larves nouvellement éclosées commencent à se nourrir des racines du début d'août jusqu'à ce que le sol gèle. (Amine Khodja et Bekkouche, 2016).

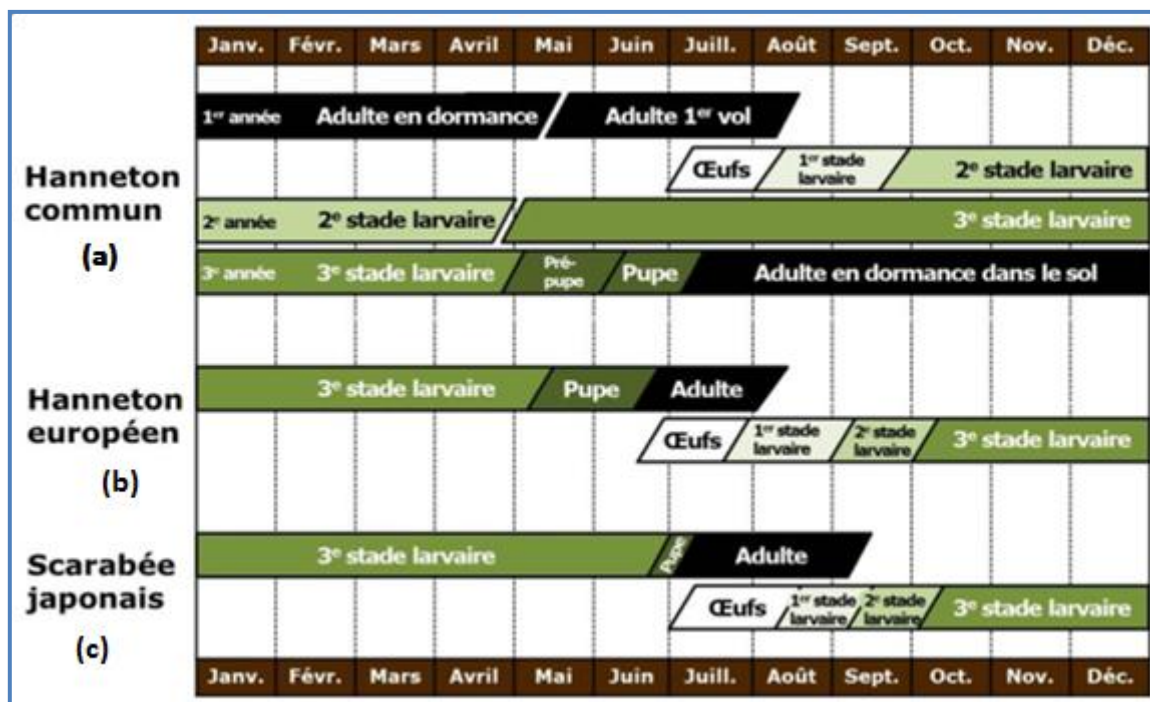
#### IV.3.2 Hanneton Commun (*Phyllophaga spp*)

Le hanneton commun a un cycle de vie de trois ans (figure 02 (a)). Les adultes sortent du sol de la mi-mai à la mi-juin pour pondre leurs œufs. Généralement, ils se rassemblent en grand nombre sur les arbres ou arbustes à la nuit tombante pour s'accoupler. Les œufs sont déposés dans un sol humide et éclosent quelques semaines plus tard. Les larves du premier stade larvaire se nourrissent à même des racines des plants et muent en passant au deuxième stade larvaire, avant de s'enfoncer profondément dans le sol pour l'hiver. Le printemps suivant, une fois le sol réchauffé, les larves du deuxième stade larvaire recommencent à se nourrir et restent à l'état larvaire pendant toute la durée de cette deuxième année, mais muent une nouvelle fois pour passer au troisième stade larvaire. Cette deuxième année de leur cycle est donc la plus nuisible aux cultures. Les larves se préparent de nouveau à hiverner en s'enfonçant profondément dans le sol dès l'arrivée du froid; elles y restent jusqu'au printemps. La troisième année, les larves du troisième stade larvaire se nourrissent de racines pendant quelque temps, se transforment en pupes, puis en adultes. Ces derniers resteront en dormance dans le sol pendant le reste de la saison et ne sortiront de leur refuge qu'au printemps suivant. (Amine Khodja et Bekkouche, 2016) .

#### IV.3.3 Scarabée japonais (*Popillia japonica*)

Le scarabée japonais n'a qu'une seule génération par année (figure 02 (c)). L'insecte hiverne sous forme de larve de troisième stade larvaire enfouie dans le sol.

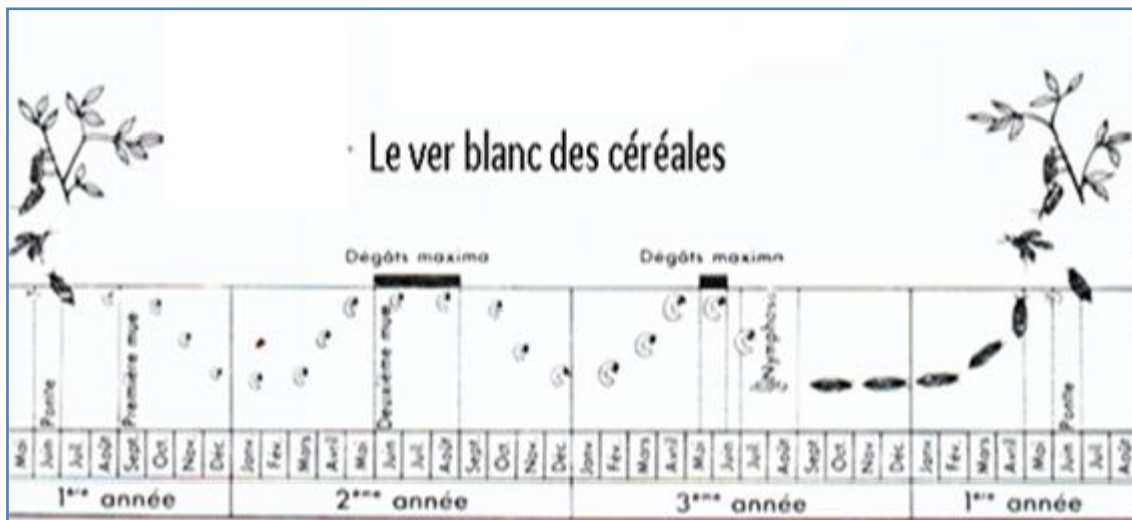
Le printemps suivant, une fois que la température du sol dépasse 15 °C, les larves se rapprochent de la surface et se nourrissent de racines de plantes jusqu'à le mi ou la fin juin, moment où elles se transforment en pupes et deviennent adultes. L'adulte s'extirpe du sol au début juillet et vit une quarantaine de jours. Après l'accouplement, les femelles pondent leurs œufs dans le sol. Ceux-ci éclosent quelques semaines plus tard. Les larves commencent alors à se nourrir de racines et passent par trois stades larvaires avant de se préparer à hiverner, au début octobre, en s'enfonçant sous la ligne de gel (Amine Khodja et Bekkouche , 2016) .



**Figure 02** : Cycle biologique de trois espèces des hannetons. **a** : hanneton commun, **b** : hanneton européen et **c** : scarabée japonaise (Légaré et al., 2015)

#### IV.3.4 Ver blanc des céréales (*Geotrogus deserticola*)

L'accouplement se fait à la surface du sol, ensuite les femelles retournent dans les terres cultivées et les prairies avoisinantes pour pondre leur œufs, Les larves effectuent leur développement dans les sols à des différentes profondeurs, Le développement larvaire se caractérise par 03 stades larvaires: L1 dure environ 6 mois, L2 dure environ de 12 à 15 mois , L3 dure plus de trois mois , le cycle évolutif du ver blanc dure deux ans et demi à trois années (figure 03) (I.N.P.V, 2015) .



**Figure 03:** Cycle biologique du ver blanc des céréales *Geotrogus deserticola*  
(Yahiaoui et Bekri , 2014)

## V. Plantes hôtes

Les vers blancs sont extrêmement polyphages et leurs habitudes alimentaires diffèrent selon leur stade de développement, les larves, qui ont une mobilité réduite, se nourrissent principalement de racines des pelouses. Cependant, elles peuvent aussi s'attaquer à un large éventail de cultures, dont le maïs, le soya, les céréales (figure 04(A)), les cultures fourragères, la pomme de terre, la betterave, le haricot, la tomate, les vignobles (figure 04(B)) , plusieurs cultures ornementales ainsi qu'à de nombreuses mauvaises herbes. Au fur et à mesure que les larves consomment le système racinaire, les plantes attaquées flétrissent et dépérissent. Sur végétaux ligneux, les attaques du système racinaire peuvent causer de gros dégâts, surtout sur sujets jeunes et en sols sableux (Jean et *al.*, 2015).



**Figure 04 :** Dégâts des vers blancs. **A** : sur céréale (I.N.P.V, 2015)  
et **B** : sur vignoble (Originale, 2017)

## VI. Méthode de lutte

### VI.1 La lutte mécanique

Les larves sont très sensibles aux chocs, ainsi qu'à la déshydratation. Durant l'été les vers blancs se tiennent dans la couche superficielle du sol où ils dévorent les racines. C'est à ce moment-là (avant la mi-septembre) que le traitement mécanique à l'aide d'outils à dents, fixes ou animées, ou à disques est le plus efficace. Le labour quand il bouscule profondément le sol et remonte en surface les larves, ce qui les expose au soleil et aux oiseaux (figure 05). D'ailleurs, c'est sans doute le changement des pratiques agricoles dans la plupart des régions, avec le retournement régulier des prairies de fauche ou leur mise en culture, qui est à l'origine de la baisse spectaculaire de présence du ver blanc. Cette méthode est cependant difficile à appliquer en forêt en raison de la présence de nombreuses souches et racines. De plus une fois la plantation réalisée, l'intervention sera limitée aux interlignes (Abgrall, 1991).



**Figure 05** : Oiseaux prédateurs des vers blancs (Originale, 2017)

En zone connue par la présence de hannetons, il est conseillé de vérifier la présence ou absence de vers blancs dans toutes surfaces à planter par quelques sondages et le cas échéant d'effectuer un labour au cours de l'été avant plantation. (Abgrall, 1991).

### VI.2 La lutte chimique

C'était la lutte traditionnellement mise en œuvre, encore récemment, tant au niveau des larves que des adultes. Les évolutions de la législation et la prise en compte des effets négatifs des insecticides contre les populations d'insectes non-cibles limitent désormais énormément les possibilités de cette lutte (Abgrall, 1991). Les produits anciennement utilisés ne sont plus homologués, en fin de 2012, le SUXON FOREST (granulés MA : imidaclopride, 50 g/kg) était homologué dans le cadre de la lutte contre l'hylobe et contre les vers blancs du genre *Melolontha sp.*. La période optimale de traitement est l'été de l'année du

vol sur L1 et L2 avant descente profonde dans le sol .Aucun produit n'est homologué pour cet usage. (Abgrall, 1991).

### VI.3 La lutte biologique

L'utilisation de prédateurs ou parasites pour lutter contre les pullulations de hannetons a fait l'objet de recherche dès la fin du 19ème siècle.

Aux USA, un nématode *Neoplectana glaseri* Steiner (Rhabditoidea) spécifique des lamellicornes, dont l'élevage en masse est facile, a été utilisé contre le hanneton japonais (*Popillia japonica* Newman).

En Europe, c'est plutôt vers les champignons entomopathogènes (Figure 06) que la recherche s'est tournée en particulier avec *Beauveria brognartii*, soit en tentant de contaminer les larves dans le sol par épandage et enfouissement de grains de graminées (orge) préalablement contaminés, soit en pulvérisant des spores sur les feuilles des arbres au moment des phases d'alimentation des adultes, pour contaminer les femelles avant la ponte (Abgrall . 1991). C'est en 1995 avec le produit Bétel® que cette technique était remise à l'honneur, Combiné au Suxon, le Bétel protège efficacement les plantations : l'insecticide a un effet immédiat, qui persiste les trois premières années, le temps nécessaire à l'entomopathogène pour se propager dans le sol. Puis, en 2004, son emploi est interdit (François-Régis, 2016).



**Figure 06:** Ver blanc parasité par la muscardine vert  
(François-Régis, 2016)



# **Chapitre II**

## **Effet insecticide des substances défensives des plantes**

## I. Introduction

Les plantes ne peuvent fuir devant un prédateur mais elles possèdent d'autres moyens de défense, les épines, crochets et poils urticants sont des organes de défense mécanique, surtout utiles contre certains grands animaux, mais le vrai secret de l'autoprotection des plantes réside dans la subtile chimie de leurs toxines, si une plante n'est pas mangée par un insecte, c'est en effet qu'elle s'en défend chimiquement (Bernard et *al.*, 2009).

L'emploi des extraits de plantes comporte des avantages certains. En effet les plantes constituent une source de substances naturelles qui présente un grand potentiel d'application contre les insectes et d'autres parasites des plantes et du monde animal (Bonzi, 2007).

Les produits biodégradables provenant de plantes constituent une bonne alternative qui permet aux producteurs de pouvoir assurer la protection de leurs cultures à un coût relativement faible. La réduction de l'emploi des pesticides chimiques due à l'utilisation des extraits de plantes contribue énormément à la réduction de la pollution de l'environnement et cela permet également d'améliorer la santé publique des populations (Weaver et *al.*, 2000 in Bonzi, 2007).

## II. Plantes à propriétés insecticides

Il existe un grand nombre de plantes qui ont des propriétés pesticides, les flores locales cultivées ou spontanées offrent beaucoup de possibilités pour la lutte phytosanitaire, un exemple bien connu est celui du Neem ou Margousier d'Inde (*Azadirachta indica*), un arbre présent un peu partout en Afrique, toutes ses parties, mais surtout ses graines, contiennent une substance active (azadirachtine) que l'on peut utiliser comme insecticide, et qui est efficace contre un grand nombre d'insectes tels que la noctuelle de la tomate (*Helicoverpa armigera*), la teigne des choux (*Plutella xylostella*), la coccinelle des cucurbitacées (*Henosepilachna elaterii*), les thrips et les pucerons. Les autres produits végétaux possédant des propriétés insecticides sont le pyrèthre, la roténone (extraite du Derris), le piment, l'ail, le curcuma ou le tabac dont les extraits sont surtout efficaces contre les pucerons et les thrips. (P.I.P, 2011)

En outre, beaucoup d'autres plantes ont des effets insectifuges (basilic, carotte citronnelle, écorce de citrus, eucalyptus, oignon, tagète et même les feuilles de tomate), fongicides (ail, amarante, manioc amer, oignon, papayer, piment rouge, ricin), nématocides (crotalaire, lilas de Perse, ricin, tagète). Leur efficacité dépend de l'organe de la plante utilisé (graines, écorce, feuilles, tiges, bulbes) et du moment de prélèvement de celui-ci (PIP, 2011).

### III. Cibles des toxines naturelles des plantes

Les substances actives contenues dans ces plantes agissent de différentes manières sur les maladies et insectes, pour les maladies, elles inhibent le développement des champignons et efforcent les défenses immunitaires des plantes contre la plupart des parasites (mildiou, oïdium). Sur les insectes, elles ont un :

- a) Effet répulsif : les insectes sont repoussés par le goût et l'odeur de ces substances.
- b) Effet insecticide : par ingestion des feuilles traitées, certains insectes meurent.
- c) Effet sur le comportement sexuel : après traitement avec certaines plantes alternatives, on constate un changement de comportement ou de diminution de la capacité de reproduction pouvant aller jusqu'à la stérilité complète de l'insecte.
- d) Effet physique : une toxicité de contact qui provient de la formation d'un film imperméable sous forme de cuticule isolant l'insecte de l'air et provoquant son asphyxie.
- e) Effet sur le système nerveux : Parmi les molécules qui agissent sur le système nerveux des insectes, les plus connues appartiennent généralement au groupe des alcaloïdes, des pyréthriinoïdes et des huiles essentielles (Abbad et Abbad, 2015).

#### III. 1 Système nerveux

##### III. 1. 1 Alcaloïdes

Le premier alcaloïde d'origine végétale qui a été décrit est la nicotine, sa principale source est *Nicotiana rustica* L, sa principale cible est le récepteur à l'acétylcholine (Benner, 1993).

##### III. 1. 2 Pyréthriinoïdes

La pyréthrine I est la première pyréthrine naturelle isolée à partir des fleurs séchées de *Chrysanthemum cinerarefolium* Visian, l'action des pyréthriinoïdes s'applique sur la fermeture des canaux sodium qui s'ouvrent durant l'activité nerveuse normale, il en résulte une pénétration des ions sodium dans le neurone, induisant des bouffées répétitives de potentiels d'action (Henn et Weinzierl, 1989). La mort des insectes survient rapidement, suite au blocage du système nerveux.

##### III.1.3 Huiles essentielles

Des travaux récents montrent que les monoterpènes inhibent le cholinestérase (Keane et Ryan, 1999). En générale, les huiles essentielles sont connues comme des neurotoxiques à effets aigus interférant avec les transmetteurs actopaminergique des arthropodes (Fanny, 2008) .

### III.2 Systèmes hormonaux

Les molécules intervenant sur les systèmes hormonaux ont pour cible l'hormone juvénile ou l'ecdysone.

#### III.2.1 L'hormone juvénile

Le précosène, isolé en 1976 de l'*Agrereturn mexicanum*, est la première molécule dont les effets sur l'hormone juvénile ont été rapportés, il inhibe la sécrétion de l'hormone juvénile et entraîne une métamorphose précoce chez les insectes. Cet effet résulte de la destruction des Corporalata, conduisant à une atrophie des glandes sécrétrices des insectes qui finissent par mourir (Abbad et Abbad, 2015).

#### III.2.2 L'ecdysone

L'azadirachtine est la première molécule d'origine végétale décrite dont les cibles primaires sont leurs sites répondant à l'ecdysone. Les effets de l'azadirachtine se traduisent d'une part par un arrêt du développement larvaire et un blocage des mues, et d'autre part par une inhibition de l'alimentation (Abbad et Abbad, 2015).

### IV. Les huiles essentielles

Les huiles essentielles des plantes font partie ces dernières années des voies les plus explorées dans la régulation des ravageurs. Elles peuvent être utilisées comme une alternative aux insecticides synthétiques pour les programmes de lutte antivectorielle (Govindarajan et al., 2013). Ce sont à la fois des insecticides de contact qui agissent par leurs propriétés physiques et chimiques, et des adjuvants des molécules liposolubles et dans certains cas des synergistes, leur toxicité s'exprime de différentes manières : activités ovicide, larvicide, anti nutritionnelle et inhalatoire (Regnault-Roger 2002).

Mis à part l'inhibition de l'éclosion des œufs, les vapeurs d'huiles essentielles accroissent la mortalité des larves. Papachristos et al. (2002) ont démontré la toxicité de *Lavandula hybrida*, *Rosmarinus officinalis* et *Eucalyptus globulus* sur les œufs d'*Acanthos celidesobtectus* avec une différence de sensibilité significativement corrélée à l'âge. C'est au-delà de trois jours que la sensibilité est la plus forte, probablement à cause d'une plus grande perméabilité du chorion ou de la membrane vitelline facilitant ainsi la diffusion des vapeurs.

En effet, les vertus thérapeutiques des plantes médicinales et aromatiques ont été expérimentées depuis des siècles et la valorisation de leurs huiles essentielles dans différentes applications notamment en tant que anti-inflammatoires, antiseptiques, antifongiques, (Haddouchi et Benmansour, 2008).

Les huiles végétales sont des esters acides gras à poids moléculaire élevé. Elles sont visqueuses, peu volatiles et insolubles dans l'eau. Elles sont divisées en huiles siccatives ou semi siccatives, selon leur capacité à s'épaissir en présence d'oxygène. Leur extraction se fait par pression et qui présentent une toxicité de contact induite par la formation d'un film imperméable isolant l'insecte de l'air et provoquant son asphyxie (Regnault-Roger et Hamraoui, 1994)

#### **IV. 1 Localisation des huiles essentielles au niveau de la plante**

La synthèse et l'accumulation d'une huile essentielle sont généralement associées à la présence de structures histologiques spécialisées, le plus souvent situées sur ou à proximité de la surface du végétal (Bruneton, 1987 in Benazzeddine, 2010). Il existe en fait quatre structures sécrétrices :

- Les cellules sécrétrices chez les Lauracées, Zingibéracées.
- Les poils glandulaires épidermiques chez les Lamiacées, Géraniacées.
- Les poches sphériques schizogènes chez les Astéracées, Rosacées, Rutacées Myrtacées.
- Les canaux glandulaires lysigènes : On les retrouve chez les Conifères, Ombellifères.

Sur le site de stockage, les gouttelettes d'huile essentielle sont entourées de membranes spéciales constituées d'esters d'acides gras hydroxylés hautement polymérisés, associés à des groupements peroxydes. En raison de leur caractère lipophile et donc de leur perméabilité extrêmement réduite vis-à-vis des gaz, ces membranes limitent fortement l'évaporation des huiles essentielles ainsi que leur oxydation à l'air (Bruneton, 1993 ; Teuscher et *al.*, 2005 in Benazzeddine,2010).

#### **IV. 2 Familles chimiques et composition des huiles essentielles**

Une huile essentielle est beaucoup plus complexe que la somme de toutes les parties qui la compose. C'est une des raisons pour lesquelles nombre d'auteurs font une nette distinction entre les huiles essentielles naturelles et les huiles essentielles construites, même à l'identique, dans un laboratoire. Beaucoup de variables entrent en jeu pour déterminer la « personnalité » et par conséquent, la qualité et l'efficacité d'une huile essentielle : le sol sur lequel les plantes poussent, le climat, le type de culture (biologique ou non), le moment de la récolte, la méthode de l'extraction, la conservation... tout cela fait qu'il n'existe pas deux plantes identiques dotées du même parfum dans la nature (Moro-Buronzo, 2008 in Ghani , 2011)

Toutefois, une connaissance basique des principes actifs fondamentaux permet d'utiliser au mieux les huiles essentielles, même si l'action de chacune d'elles ne peut pas se

résumer aux caractéristiques d'un seul de ses composants. Les données chimiques ne seront donc qu'un élément permettant à l'expert en aromathérapie d'affiner son choix (Moro-Buronzo, 2008 in Ghani , 2011) .

#### **IV. 2. 1 Les esters**

Ils s'agissent directement sur le system nerveux central, ont une action équilibrante et calmante. Ils ont des propriétés anti-inflammatoires et de régénération des cellules. Parmi les huiles essentielles riches en ester, on trouve celles de lavande, de sauge, et de camomille. (Moro-Buronzo, 2008 in Ghani , 2011)

#### **IV. 2. 2 Les phénols**

Ils ont une action stimulante, ils sont antiseptiques et bactéricides, protégeant ainsi l'organisme des contaminations. Ces composants sont très irritants pour la peau et les muqueuses. Parmi les huiles essentielles riches en phénols, on trouve celles de thym, d'origan, de cannelle, de clou de girofle et de sarriette.(Moro-Buronzo, 2008 in Ghani , 2011).

#### **IV. 2. 3 Les aldéhydes**

Ils ont une action relaxante et calmante, et sont aussi anti-inflammatoires, ils donnent un parfum d'agrumes à certaines huiles. Parmi les huiles essentielles riches en aldéhydes, on trouve celles de citron, d'orange, de clou de girofle, de mélisse, de citronnelle et de cannelle. (Moro Buronzo, 2008 in Ghani ,2011)

#### **IV. 2. 4 Les cétones**

Ils ont une action relaxante, et calmante, ils possèdent des propriétés cicatrisantes et aident à éliminer le mucus. Parmi les huiles essentielles riche sen cétones, on trouve celles d'eucalyptus, de romarin, et de la sauge (Moro-Buronzo, 2008 in Ghani ,2011).

#### **IV. 2. 5 Les alcools**

Ils comportent parmi les molécules les plus bénéfiques dans les huiles essentielles en raison de leurs propriétés antiseptiques, antivirales et analgésiques. Ils sont également immunostimulants. Parmi les huiles essentielles riches en alcools, on trouve de menthe, de lavande et d'arbre à thé.(MoroBuronzo, 2008 in Ghani ,2011) .

#### **IV. 2. 6 Les terpènes**

Très répandus dans l'ensemble des huiles essentielles, ils ont une action stimulante et tonique. Certains ont des propriétés antivirales, même à très basse concentration. Parmi les huiles essentielles riches en terpène, on compte celles de pin, de menthe, de citron, de cyprès, et de romarin.(Moro Buronzo, 2008 in Ghani , 2011).

**IV. 2. 7 Les acides**

Ils sont présents en petites quantités, mais ils ont une action puissante. Ils sont anti-inflammatoires et sédatifs. Parmi les huiles essentielles riches en acides, citons celles d'ylang-ylang, de géranium. (Moro Buronzo, 2008 in Ghani ,2011) .

**IV. 2. 8 Les sesquiterpènes**

Ils ont une action équilibrante pour le system immunitaire, ils possèdent aussi des propriétés antivirales. Parmi les huiles essentielles riches en sesquiterpènes, on compte notamment celles de clou de girofle, de genièvre et de camomille. (Moro Buronzo, 2008 in Ghani ,2011)

# **Partie**

# **Expérimentale**

# **Chapitre I**

## **Matériel et méthodes**

## **I. Répartition du ver blanc dans la wilaya de Mostaganem**

Ce travail a été réalisé en recueillant des données statistiques auprès des services agricoles de la wilaya de Mostaganem. Les informations obtenues, ont été le fruit du recensement réalisé par la Direction des Services Agricoles (D.S.A) en collaboration avec la Station Régionale de la Protection des Végétaux (S.R.P.V). Elles concernent la répartition spatio-temporelle des infestations du ver blanc au cours de six campagnes agricoles, allant de 2011-2012 à 2016-2017 dans la wilaya de Mostaganem.

## **II. Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et d'*Origanum vulgare* vis-à-vis les larves du ver blanc de la vigne**

### **II.1 Matériel biologique**

#### **II.1.1 Matériel végétal**

##### **A. Plante hôte**

Comme toute culture, la vigne en raison de sa pérennité et de ses caractéristiques botaniques (cépage, feuillage), est sujette à de nombreux bio-agresseurs et dégâts d'origine abiotique, et biotique causés par différents ravageurs (Cheurfi et Yeddou, 2010) dont le ver blanc.

##### **B. Plantes aromatiques thym et origan**

Ce travail a porté sur deux plantes aromatiques, le thym (*Thymus vulgaris*) et l'origan (*Origanum vulgare*), achetées du marché local de la ville de Mostaganem. La biomasse utilisée pour l'extraction des huiles essentielles était à l'état sec, constituée des feuilles, fleurs et tiges.

**B.1 *Thymus vulgaris*** : Le thym (figure 07) appartient à la famille des lamiacées. Originaire du bassin méditerranéen, (Wilson, 2007). Les fleurs sont petites, blanchâtres ou purpurines (Bruneton, 2009), les feuilles très petites sont généralement vertes et très pointues (Lucchesi, 2005). Il se présente toujours dans un état sauvage en plaines et collines, (Kaloustian et al., 2003).



**Figure 07:** *Thymus vulgaris* (Originale, 2017)

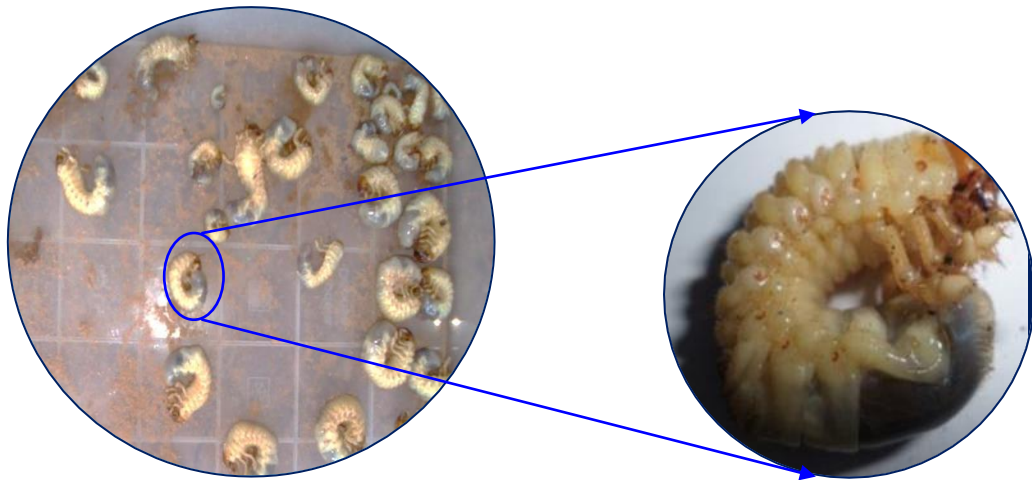
**B.2 *Origanum vulgare* :** L'origan (figure 08) est une plante herbacée vivace de la famille des lamiacées. Les plants atteignent le plus souvent une taille variant entre 30 et 60 cm. Les fleurs sont roses ou pourpres et sont regroupées en petits épis. La récolte se fait en juillet à leur apparition. (Aiboud, 2012). Les tiges sont minces, ligneuses, ramifiées, réunies en touffe, les feuilles sont vert foncé, dépourvues de dents et disposées en paire opposées, elles sont très aromatiques, (Small et Deutsch, 2001).



**Figure 08 :** *Origanum vulgare* (Originale, 2017)

### II.1.2 Matériel animal

L'insecte étudié dans cette étude est le ver blanc, qui est considérée comme l'un des ravageurs nuisibles de la vigne en attaquant les racines. Après localisation des symptômes, les larves (figure09) soumises au teste de toxicité ont été récoltées à partir des vignobles gérés par la ferme expérimentale de Sotravitis, situé à la commune de Stidia à 15 km de la wilaya Mostaganem. . Les sorties sur terrain ont été déroulées pendant la période comprise entre les mois de Mars et Juin 2017.

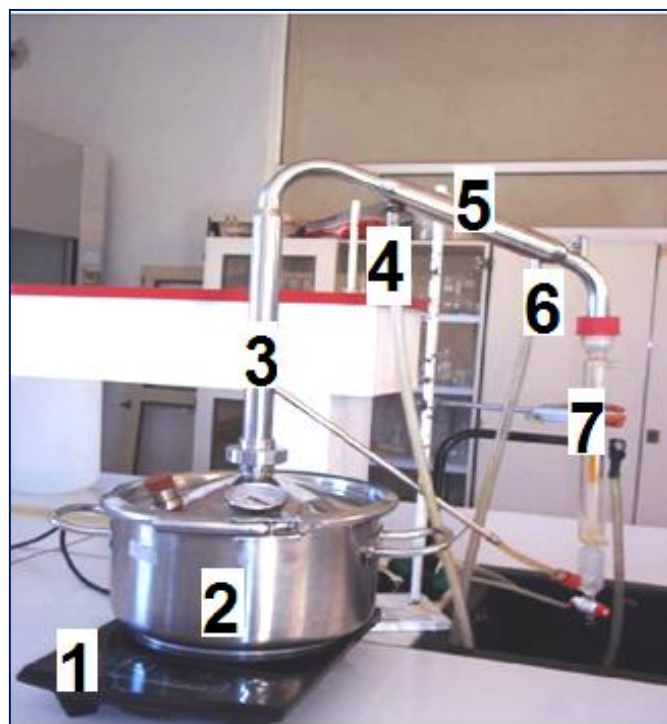


**Figure 09** : Larves de ver blanc vivantes (Originale, 2017)

## II.2 Extraction des huiles essentielles

### II.2.1 Matériel d'extraction (extracteur d'huile essentielle)

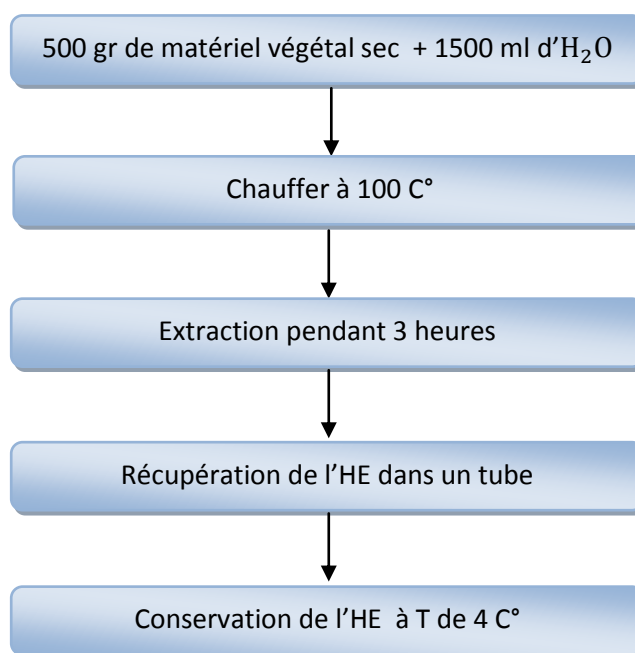
La matière végétale sèche a été déposée dans une cocotte-minute (Figure 10) communiquant avec un réfrigérant par un tuyau ça veut dire une extraction par l'entraînement à la vapeur d'eau réalisée dans un système d'alambic (Kéita et *al.*, 2001).



**Figure 10** : Montage d'entraînement à la vapeur d'eau. 1: plaque chauffante, 2: cocotte minute, 3: condensateur, 4: sortie de l'eau, 5: réfrigérant, 6: entrée de l'eau et 7: tube gradué. (Originale, 2017)

### II.2.2 Méthode d'extraction

L'extraction des huiles essentielles a été réalisée dans le laboratoire de biochimie de l'université de Mostaganem à l'aide d'un dispositif d'entraînement à la vapeur d'eau. Les huiles ont été obtenues par l'entraînement à la vapeur en mettant une quantité de 500 g de la plante sèche dans la cuve sur une grille qui sépare entre la matière végétal et l'eau distillée. L'appareil est porté à ébullition sur une plaque chauffante électrique (03 heures). La vapeur d'eau et les molécules aromatiques condensées ont été récupérées dans un tube gradué dans lequel la décantation a été effectuée. La séparation entre eau et huile essentielle se fait par différence de densité, ce qui permet de le récupérer facilement.



**Figure 11:** Démarches d'extraction d'HE par entraînement à la vapeur d'eau

Les huiles essentielles de *T. vulgaris* et d'*O. vulgare* ont été préservées aseptiquement dans des tubes protégés avec papier aluminium afin éviter toute dégradation des molécules par la lumière, puis conservés au réfrigérateur pour une utilisation ultérieure.

### II. 2.3 Détermination du rendement

Le rendement en HE est le rapport entre le poids de l'huile extraite et le poids de la plante à traiter (Carré, 1953). Il est exprimé en pourcentage, calculé par la formule suivante (Kaid Slimane , 2004 in Bouchikhi Tani, 2011 ) :

$$R = P_h / P_p \times 100$$

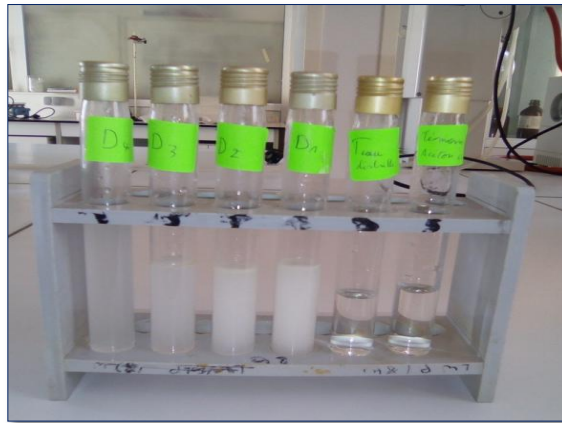
**R** : rendement en HE exprimé en pourcentage (%)

**P<sub>h</sub>** : Poids de l'HE en gr

**P<sub>p</sub>** : Poids de la masse végétative en gr

### II.3 Tests biologiques

Les bio-essais ont été effectués au laboratoire en déposant délicatement cinq larves de ver blanc dans une boîte en plastic. Le traitement des larves a été effectué par pulvérisation des extraits additionnés d'une goutte de tween 20 sur des lots de 15 individus. Chaque lot reçoit une seule pulvérisation de chaque phytopréparation de telle sorte que les larves soient bien imbibes. Les doses utilisées ont été obtenus à partir de l'huile essentielle diluée avec l'acétone à 60%. Quatre concentrations ont été préparées soit : 2,5%, 1,25%, 0,62% et 0,31% (figure 12).



**Figure 12:** Préparation des différentes concentrations (Originale ,2017)

Pour chacune des concentrations de chaque extrait ainsi que pour le témoin, trois répétitions ont été réalisées (Figure 13). Les lots témoin sont constitués des larves traitées par l'acétone 60%. Après traitement, les larves ont été recouvertes par du sol provenant de la parcelle d'où les larves ont été ramassées.



**Figure 13 :** Dispositif expérimental du test de toxicité (Originale, 2017)

Les observations ont été effectuées quotidiennement afin de déterminer l'effet larvicide des huiles essentielles de *T. vulgaris* et d'*O. vulgare* sur les individus de ver blanc. Les comptages des insectes morts sont effectués après 24 heures des traitements.



**Figure 14** : Etapes du test biologique *in vitro*

Pour éliminer tous les risques de mortalité naturelle, Les mortalités dans les boîtes traitées (M1) ont été exprimées selon la formule d'Abbott (1925) en mortalités corrigées (MC), tenant compte des mortalités observées dans les boîtes témoins (Mt) selon la formule suivante ( Bouchikhi Tani, 2011) :

$$\text{Mortalité corrigée (MC \%)} = (M1 - Mt) * 100 / (100 - Mt)$$

**M1** : est le pourcentage de la mortalité dans le lot traité

**Mt** : est le pourcentage de la mortalité dans le lot témoin

Pour estimer l'efficacité de l'extrait testé sur les larves du ver blanc , le pourcentage de mortalité est transformé en probités, la régression de la dose en fonction des probités des mortalités a permis de déterminer la dose létal pour 50% de la population testé (DL50). Cette dernière est la référence pour déterminer la toxicité aigue d'un produit.

### **III. Identification du ravageur**

La détermination des espèces des vers blanc avec la loupe binoculaire a été basée surtout sur la forme et la disposition des soies d'écusson anal des larves. Quelques spécimens sont photographiés au laboratoire avec un appareil photo posé sur l'objectif de la loupe binoculaire. Pour confirmer l'identification du ravageur il est nécessaire d'identifier les adultes obtenus de la même parcelle d'où les larves ont été récoltées.

Dans le but de capter les adultes, nous avons installé des pièges à la banane (Figure 15) pour attirer les hannetons.



**Figure 15** : Pièges à la banane pour la capture des hannetons  
(Originale, 2017)

# **Chapitre II**

## **Résultats et discussion**

## I. Répartition du ver blanc dans la wilaya de Mostaganem

Les six cartes motionnées sur la figure 16, illustrent la répartition géographique des vers blancs au niveau de la wilaya de Mostaganem, au cours de six campagnes agricoles comprises entre 2011 et 2017. La wilaya inclus 32 commune, dont 07 sont infestées à la campagne agricole 2011-2012, 05 à 2012-2013, 06 à 2013-2014, 04 à 2014-2015, 06 à 2015-2016, et 07 à 2016-2017.

Les commune les plus touchées sont: Ben Abdelmalek Ramdane , Sidi Ali , Hadjaj, Ouled Maallah , ces dernières sont à forte vocation céréalière et viticole. Les communes les moins touchées sont : Stidia , Sidi Belattar , Hassi Mameche et Sour, ces dernières se caractérisent par des superficies cultivées par un mélange entre les céréales, la vigne, et les cultures maraichères. les communes faiblement touchées sont : Sayada , Mesra , Kheire Eddine , Ain Tedles , Sidi Lakhder. Dans ce cas, la superficie agricole utilisée (SAU) communale est moins occupée par les céréales et la vigne, par rapport aux communes décrites auparavant. Le reste n'est pas déclaré comme zone infestée par les vers blanc, pendant ces dernières années étudiées , tel que : Safsaf , Bouguirat , Siret , Ouled Boughalem, Khadra, Nekmaria , Achaacha , Tazguait , Fornaka , Hassyane , Ain Nouissy , Mazagran , Mostaganem , Ain Sidi Chrif , Touahria , Mansourah , Oued elkhir et Souafliia, à plusieurs raisons , on prend par exemple les deux commune Mostaganem et mazagran qui sont à proximité urbaine , Fornara qui a du faible potentiel agricole et des grandes superficies incultes à cause de la salinité se ses sols .

Les dégâts varient selon les années, ils sont signalés dans toutes les zones céréalières de l'Algérie ainsi que dans les cultures fourragères, jeunes vignes, maraichage (Syngenta, 2006) .

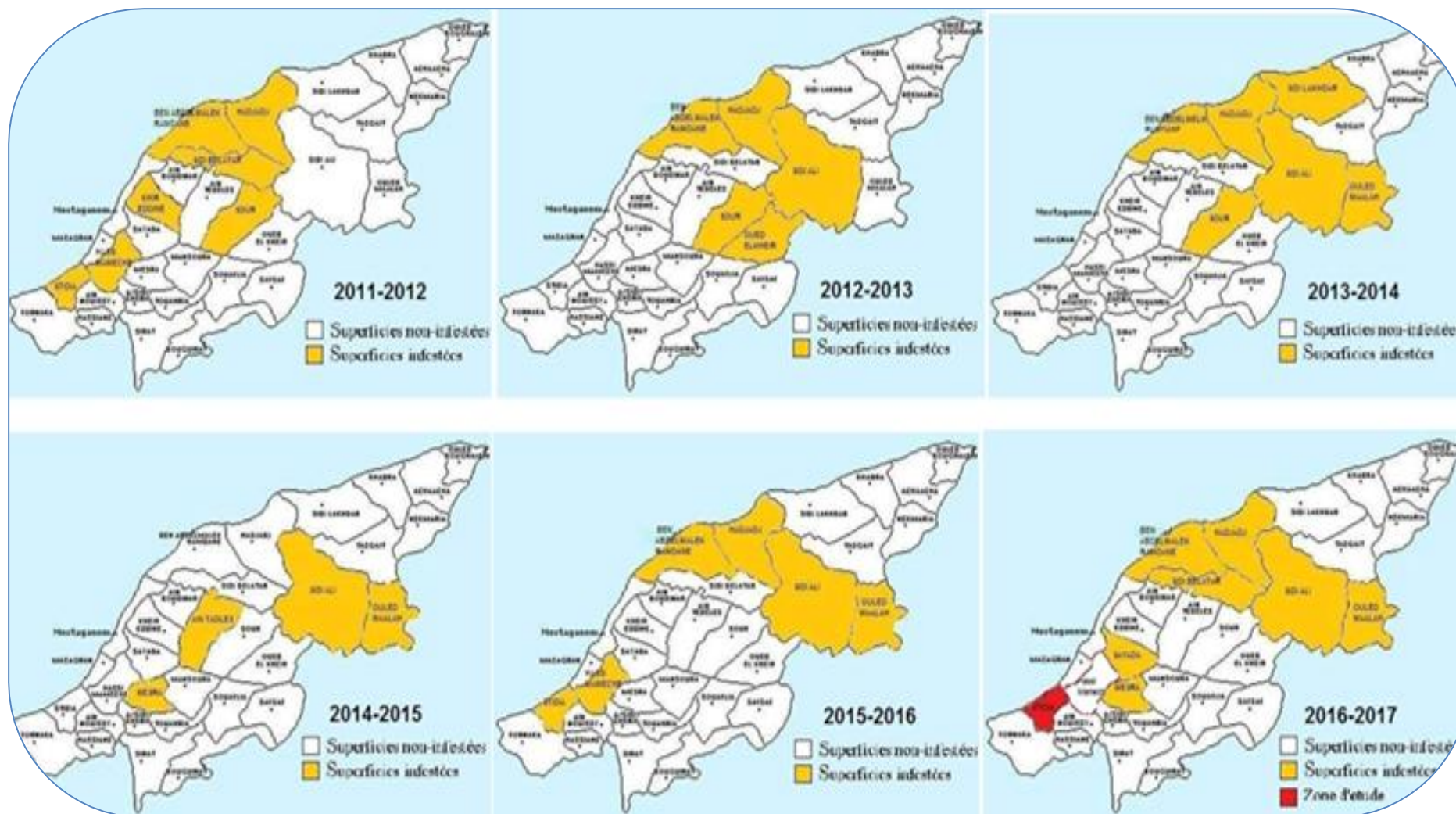
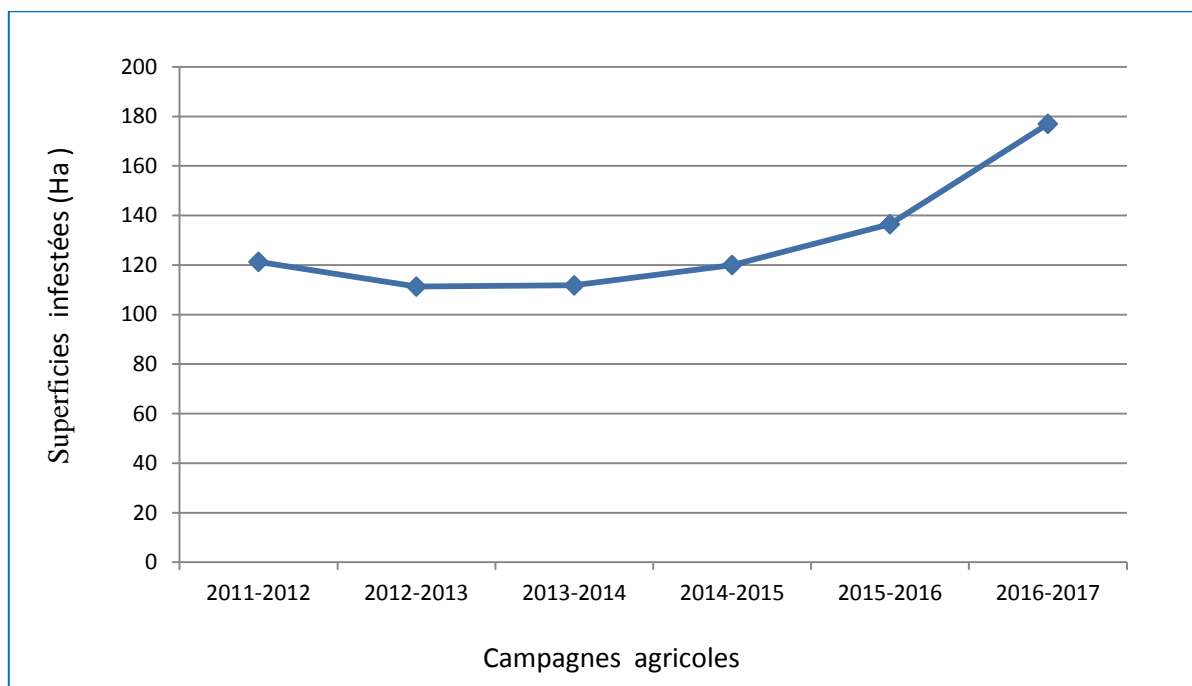


Figure 16 : Distribution des vers blancs dans les communes de Mostaganem au cours de six campagnes agricoles (Originale ,2017)

La figure 17 , indique l'évolution dans le temps des dégâts enregistrés en fonction des superficies infestées au cours des six campagnes agricoles allant de 2011-2012 à 2016-2017.



**Figure 17 :** Evolution des superficies infestées dans la wilaya Mostaganem ( DSA, 2017).

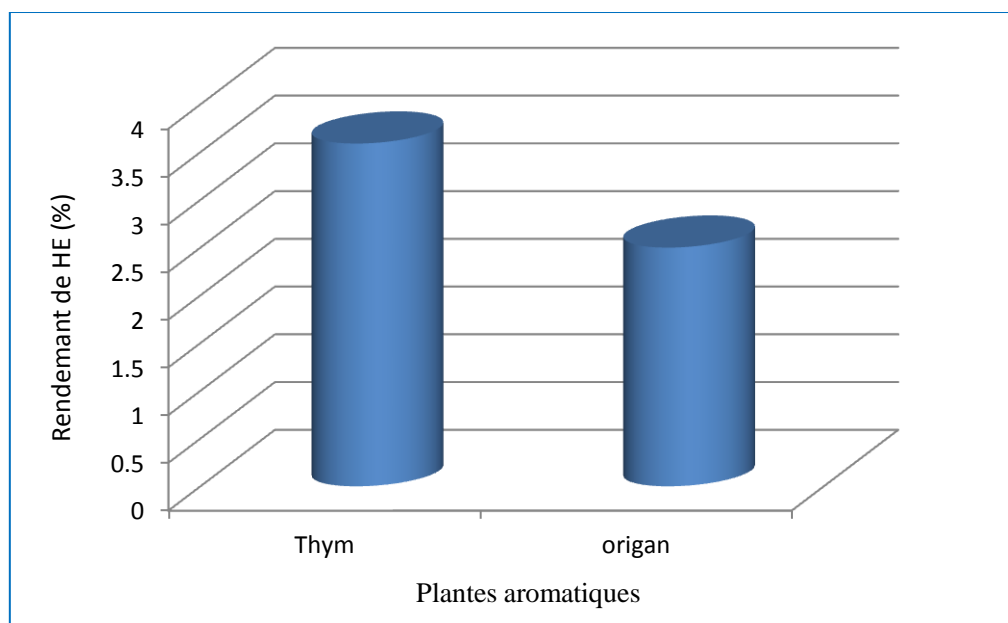
Au cours des quatre premières campagnes agricoles, les superficies infestées varient entre 111.3 ha et 121.3 ha. L'analyse des données a montré une augmentation remarquable des superficies touchées par les vers blancs au-delà de la campagne agricole 2014-2015 pour atteindre un maximum de 177 ha en 2016-2017. La courbe sur la figure 17 montre une évolution remarquable du ver blanc malgré les programmes de luttes appliquées par l'INPV contre ce ravageur. Ça due à plusieurs raisons : la difficulté de le contrôler vu son biotope édaphique, le non respect de la rotation des cultures, ce qui favorise l'installation du déprédateur en lui assurant la même plante hôte chaque année, en plus l'augmentation des zones céréalière à la wilaya de Mostaganem, notamment à la campagne agricole 2016-2017 .

D'autres recherches relient entre le climat et l'attaque du ver blanc ; Selon Beaubet (2013), l'importance des dégâts de vers blancs est soumise en grande partie aux conditions climatiques : plus l'été de l'année qui suit celle des vols est sec, moins les végétaux seront capables de résister aux déprédations provoquées par les larves au niveau du système racinaire.

## II. Etude de l'activité insecticide des huiles essentielles de *Thymus vulgaris* et d'*Origanum vulgare* vis-à-vis les larves du ver blanc de la vigne

### II.1 Détermination du rendement

Le rendement de l'huile essentielle obtenue par l'entraînement à la vapeur de la plante aromatique *Thymus vulgaris* est de l'ordre de 3.59 % (figure 18). Cette huile a une couleur jaune (figure 19 (a)), très odorante, chaude et âcre, elle laisse déposer par le repos des cristaux cubiques (Guillaumin, 1841).

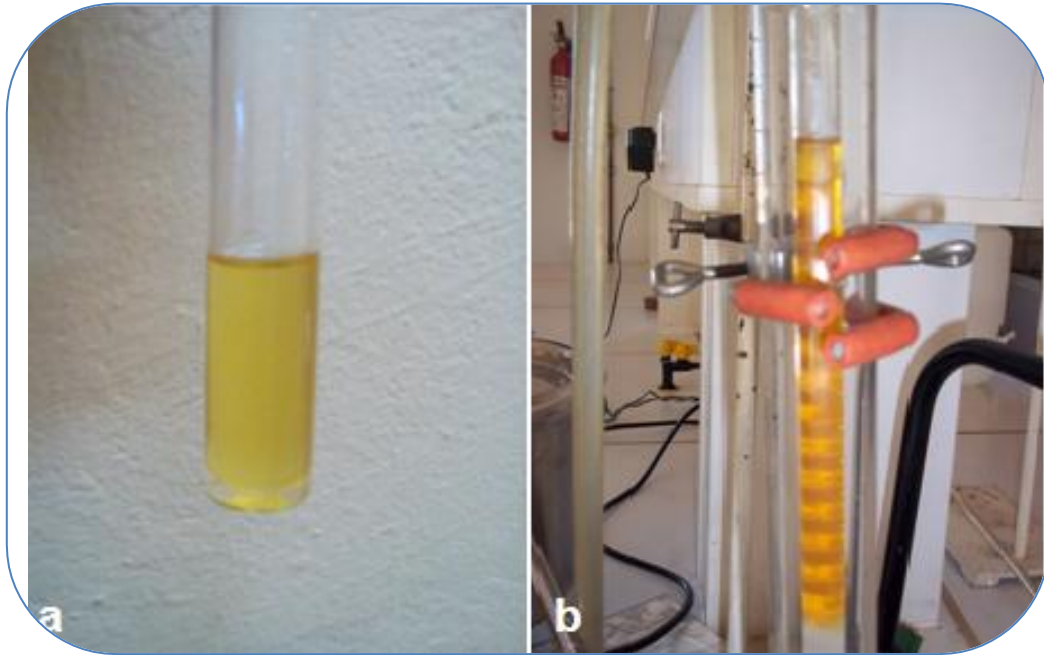


**Figure 18 :** Histogramme comparatif des rendements des deux plantes aromatiques *Thymus vulgaris* et *Origanum vulgare*.

Le rendement d'extraction pour l'*Origanum vulgare* est de l'ordre de 2.5% (figure 18). L'huile essentielle obtenue est de couleur jaune foncé à brun clair (figure 19 (b)), d'odeur phénolique agreste, très aromatique et de saveur amère, chaude et épicée (Bardeau, 2009). Il est à noter que, la plus grande quantité d'HE extraite est obtenue à la 1<sup>ière</sup> heure d'extraction.

On observe un écart entre le rendement en huile essentielle extraite de *Thymus vulgaris* et celle extraite d'*Origanum vulgare*. Donc la teneur en HE est convergente pour ces deux plantes aromatiques qui font partie de la même famille botanique (Lamiacées). La différence est due à plusieurs facteurs : l'origine géographique, les facteurs écologiques notamment climatiques (la température et l'humidité), l'espèce végétale elle-même,

l'organe végétal , le stade de la croissance , la période de cueillette , et la conservation du matériel végétal (Khajeh et *al.*, 2005 ; Viljoenet et *al.*,2006 ; Sefidkon et *al.*,2007 ) .



**Figure 19** : Huiles essentielles extraites, a : HE de *Thymus vulgaris* et b: HE d'*Origanum vulgare* (Originale , 2017)

## II. 2 Sensibilité des larves de ver blanc aux huiles essentielles

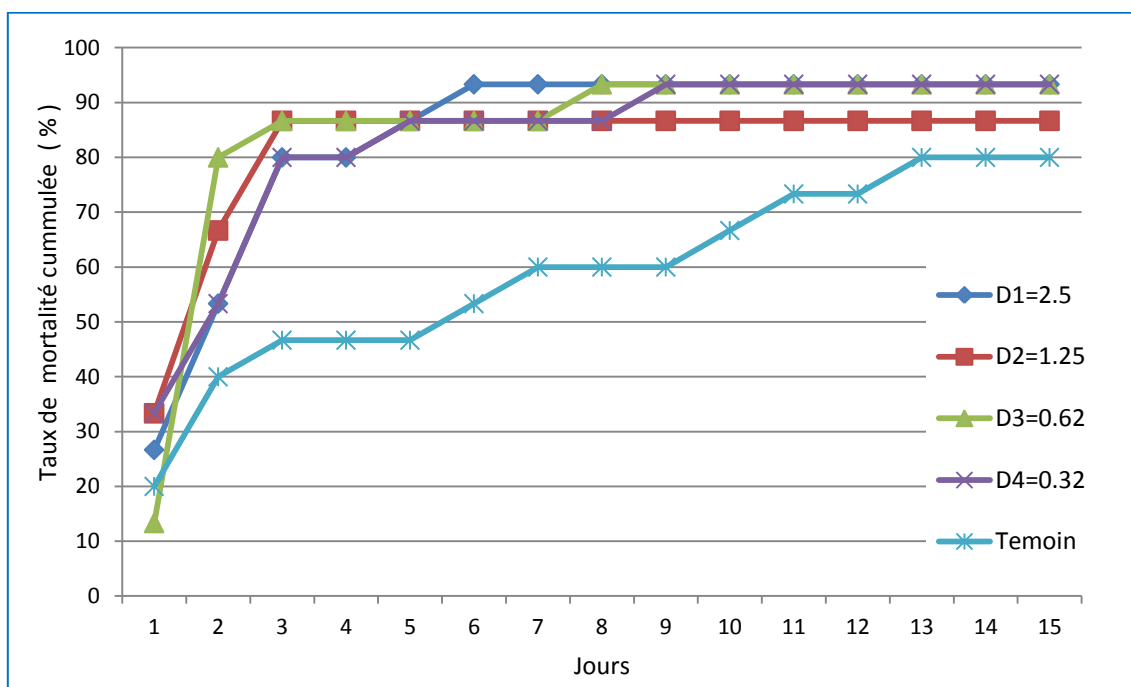
Les symptômes des larves mortes obtenus suite au traitement, sont les même pour les deux tests. Généralement les larves prennent un aspect mou, une forme aplatie et brûlée, une couleur brune foncée puis noire, la paroi devient flexible, en dégageant une odeur désagréable (figure 20).



**Figure 20** : Larves mortes après traitement par l'HE. (Originale, 2017)

### II.3 Evaluation de l'efficacité de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*

Les résultats de toxicité de l'huile essentielle de *T. vulgaris* sur les larves du ver blanc sont représentés en annexe. Ils montrent les variations de mortalité cumulée et des mortalités corrigées en fonction du temps et des doses comparativement aux témoins.



**Figure 21:** Effet de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur le taux de mortalité cumulée des vers blancs

La figure 21, représente les variations de la mortalité des larves en fonction du temps sous l'effet des différentes doses de l'huile essentielle de *T. vulgaris*. Cette huile a donné un bon résultat pour sa toxicité sur le ravageur. Dans ce test nous remarquons que dès le premier jour, des mortalités remarquables ont été observées ; 26.67, 33.33, 13.33 et 33.33 % respectivement pour les doses de 2,5%, 1,25%, 0,62% et 0,31%. Nous constatons qu'un taux de mortalité supérieur à de 79 % a été obtenu chez tous les individus traités au 3<sup>ème</sup> jour. Un maximum de mortalité de 93.33%, est enregistré pour toutes les doses testées à l'exception de la solution préparée à la dose de 1,25% qui a donné un taux de mortalité de 86.67% à partir du troisième jour. Il est à noter qu'il n'existe pas une grande différence entre les taux de mortalité obtenus suite aux traitements par les différentes doses. Et qu'un taux de mortalité inférieur à 61 % est enregistré au niveau du lot témoin au 9<sup>ième</sup> jour.

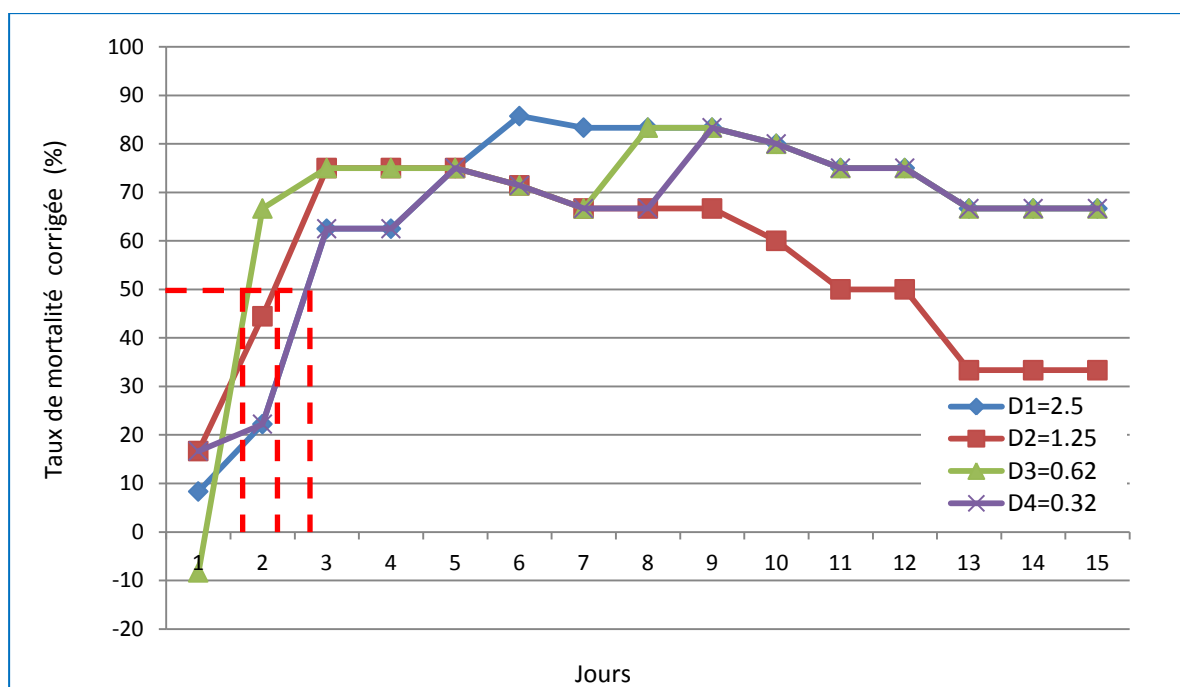
A partir du 10<sup>ième</sup> jour les taux de mortalités pour toutes les doses n'ont pas changé, tandis que pour le témoin, une progression des taux est observée. Cela peut être dû à la mortalité naturelle des larves du ver blanc. Cette hypothèse est acceptable puisque nous avons constaté la présence d'un agent biotique qui peut être responsable de la mortalité des larves. Il s'agit des acariens dans le lot témoin (figure 22).



**Figure 22** : Acarien vivant sur le ver blanc (Originale, 2017)

Comme il a été cité précédemment en matériel et méthodes, l'estimation de l'efficacité de l'huile essentielle testée sur les larves du ver blanc, se réalise en transformant le pourcentage de mortalité corrigée en probités pour déterminer la dose létal pour 50% de la population testé (DL50). Cela n'est pas possible dans ce test puisqu'il n'existe pas une relation proportionnelle entre les différentes doses testées et la mortalité des larves. En effet, l'augmentation des doses de l'huile essentielle de *Thumus vulgaris*, n'augmente pas les mortalités des larves en fonction du temps.

Dans ce cas, la DL 50 est estimée directement à partir la figure 23 qui représente les taux mortalités corrigées des larves en fonction du temps sous l'effet des différentes doses de l'huile essentielle de *T. vulgaris*.



**Figure 23:** Effet des différentes doses de l'huile essentielle de *Thymus vulgaris* sur la mortalité corrigée des larves du ver blanc

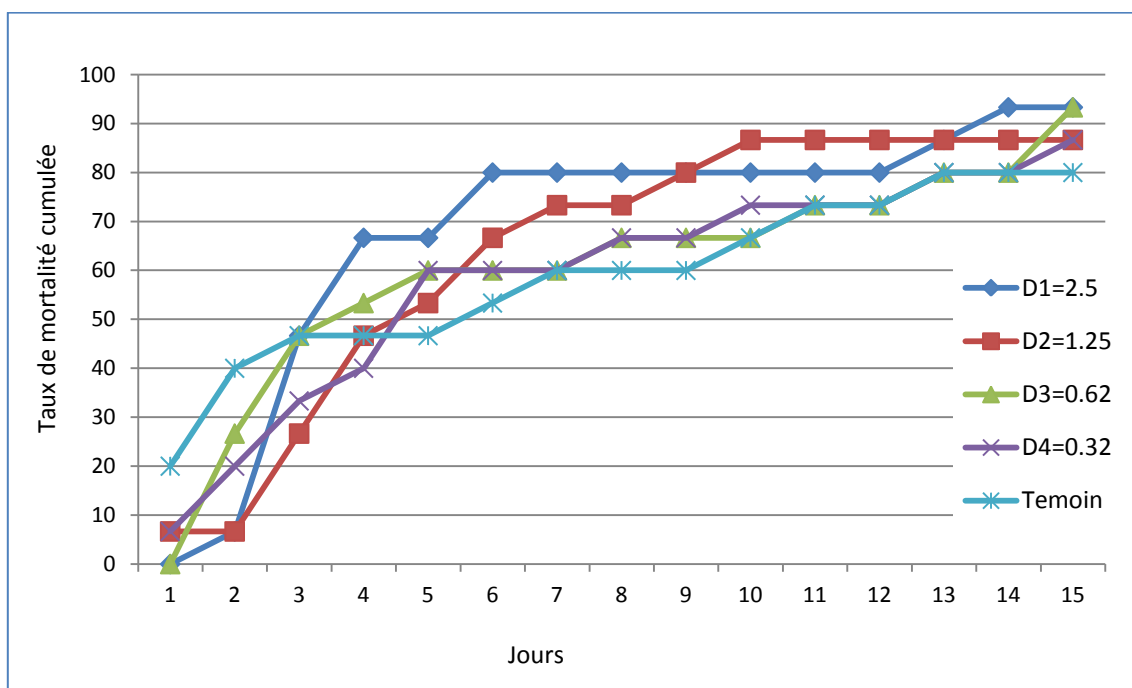
Les résultats obtenus montrent que les différentes doses de l'huile essentielle de *T. vulgaris* appliquées ont présenté une toxicité intéressante qui dépasse les 50% pour tous les extraits avant le 3<sup>ème</sup> jour. La dose D3 = 0.62% a causé la mortalité de la moitié de la population larvaire avant les autres doses, alors on peut conclure que la DL50 est égale à 0.62% au premier jour.

#### II.4 Evaluation de l'efficacité de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare*

La figure 24, illustre les taux de mortalité des larves de ver blanc traitées par des doses croissantes de l'huile essentielle d'*O. vulgare* en fonction du temps d'exposition. Au cours des trois premiers jours, la mortalité dans le lot témoin est supérieure des autres lots pulvérisés avec les différentes doses, nous n'avons tenu compte que des résultats obtenus à partir du 4<sup>ème</sup> jour pour discuter les données. Les tests réalisés à l'aide des doses 0.31% et 0.62% n'ont pas permis de mettre en évidence une différence entre individus témoins et individus traités. En parallèle les deux autres doses (2.5% et 1.25%) ont donné des taux de mortalité proche de ceux provoqué par le témoin.

Il est important de noter, que l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* s'est montrée moins toxique vis-vis des larves du ravageur, son utilisation a permis d'observer des taux de mortalité moins importants que ceux enregistré pour l'huile essentielle de *Thymus vulgaris*.

Les doses des deux plantes aromatiques *T. vulgaris* et d'*O.vulgare* n'ont pas réussi à éliminer la totalité des larves du lot, ceci est le propre de la lutte biologique, accepté d'ailleurs par la majorité des scientifiques

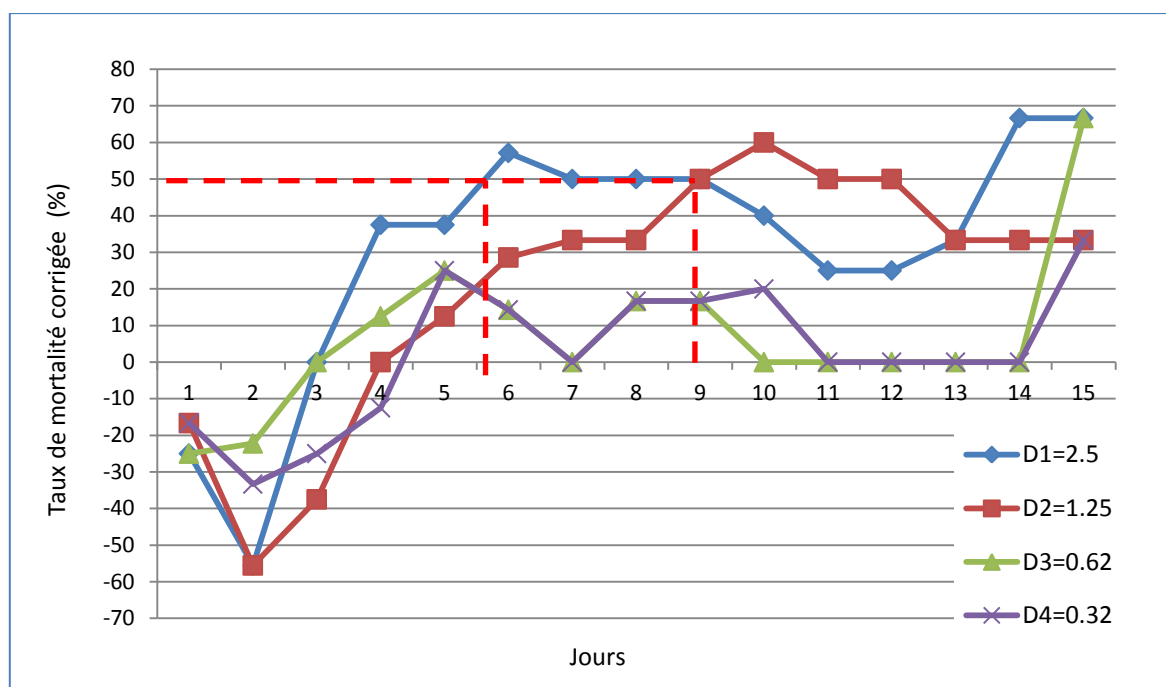


**Figure 24 :** Effet de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* sur le taux de la mortalité cumulée des vers blancs.

Dans tous les lots nous avons remarqué que la mortalité n'est pas proportionnellement liée à la concentration utilisés, un chevauchement entre les valeurs est observé. Par conséquent la dose létale de 50% des populations de l'insecte (DL50) a été obtenue directement à partir des données de la mortalité corrigée illustrées sur la figure 25.

Les résultats de la mortalité corrigée, indiquent que 50 % des larves sont éliminées au 5<sup>ième</sup>, 9<sup>ième</sup> et au 14<sup>ième</sup> jour respectivement pour les doses 2.5% , 1.25% et 0.62%. Tandis que la plus faible dose 0.32% n'a éliminé que 33,33% de la population au dernier jour d'observation. La dose D1 = 2,5% qui a provoqué la mort de 50% des larves représente la a DL50 au cinquième jour.

En comparant les DL 50 on peut classer les huiles essentielles des deux plantes aromatique selon leurs l'efficacité. On remarque que l'huile essentielle de *T. vulgaris* a présenté une efficacité meilleure avec une DL50= 0,62% (premier jour) par rapport à l'huile essentielle extrait d'*O.vulgare* avec une DL50= 2,5% (cinquième jour).



**Figure 25 :** Efficacité de l'huile essentielle d'*Origanum vulgare* sur le taux de mortalité corrigée des vers blancs.

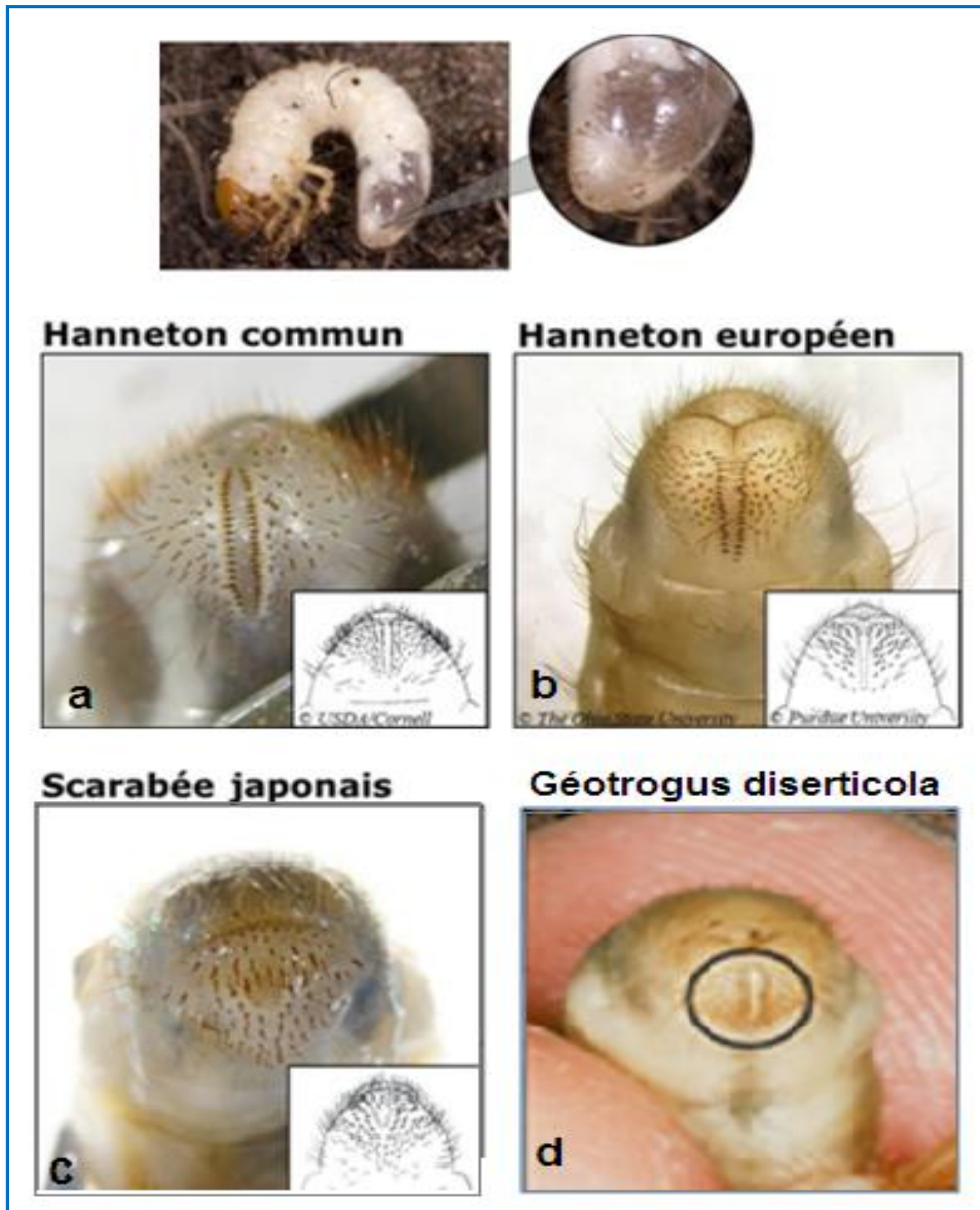
L'activité larvicide des huiles essentielles utilisées est probablement attribuée aux substances naturelles contenues dans les deux plantes aromatiques : le thym et l'origan. De nombreux travaux scientifiques relatifs à l'activité insecticide du thym sont actuellement connus (Clemente et al., 2003 ; Benazzeddine, 2010). Nos résultats concordent avec ceux obtenus par Hamoudi (2000) et EI-Guedoui (2002) qui ont relevé des mortalités élevées dans les populations de la mineuse de la tomate *Tuta absoluta*, traitées avec *T. vulgaris*. Des études récentes prouvent que la plante aromatique *T. vulgaris* est connue par son activité insecticide contre d'autres groupes zoologiques comme les moustiques culicidés, ce qui explique la toxicité de cette plante en raison de sa richesse en molécules de terpènes (Tchoumboungang et al., 2009). Les monoterpènes agissent au niveau des récepteurs de l'acétyl-cholinestérase des jonctions neuromusculaires (Ngamo et Hance, 2007), et d'après les travaux d'Obengofori et al. (1997), le 1,8-cinéole au contact avec les insectes agit en bloquant la synthèse de l'hormone juvénile, il inhibe l'acétyl-cholinestérase en occupant le site hydrophobe de cet enzyme qui est très actif.

Suite aux bio-tests réalisés *in vitro*, on peut avancer que l'huile essentielle de *T. vulgaris* présente une efficacité importante vis-à-vis des larves du ver blanc et peut être considérée comme bio-pesticide intéressante susceptible d'être préconisée dans le cadre de la lutte biologique.

### III. Identification du ver blanc

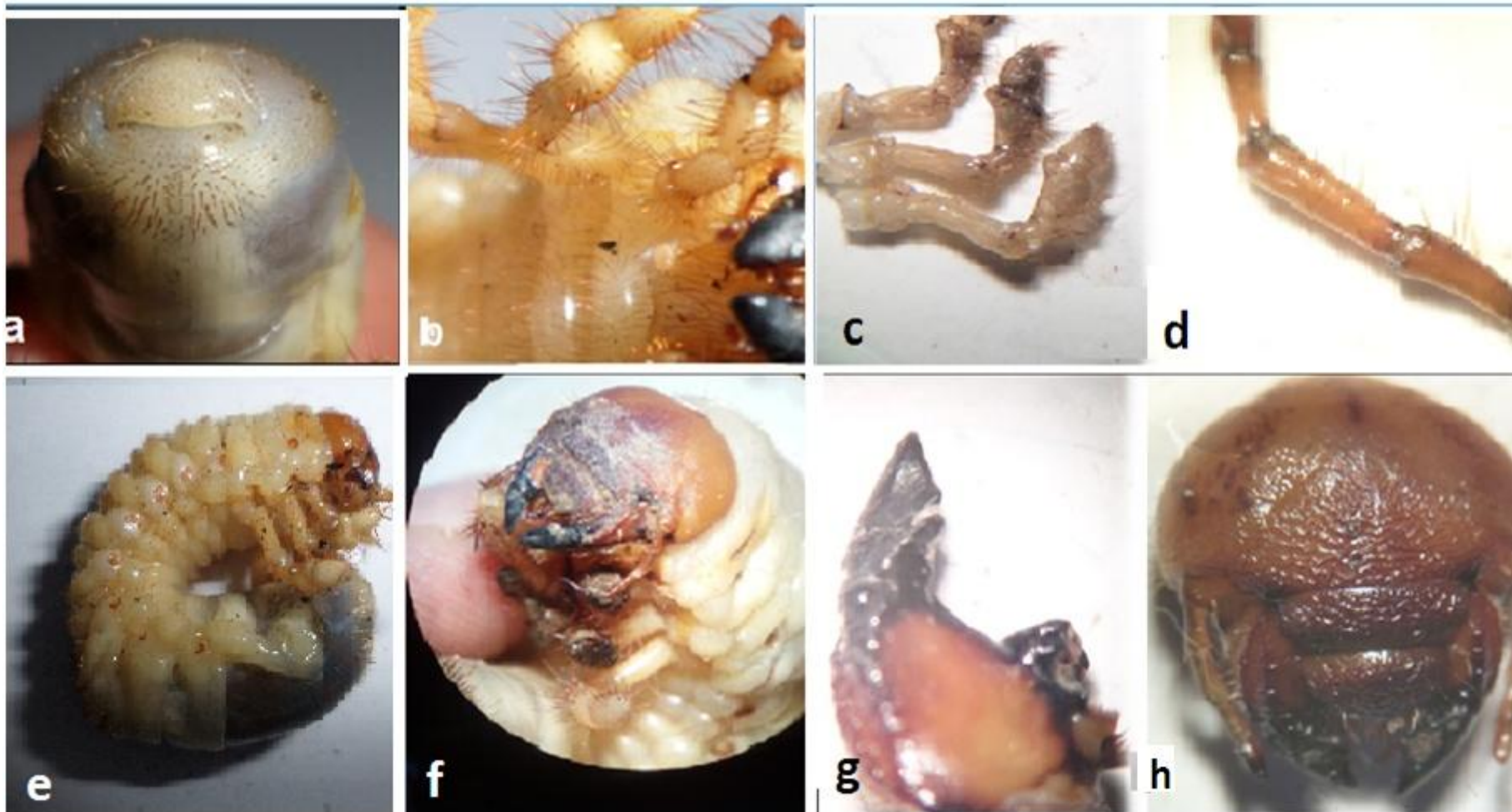
La morphologie du raster et la distribution des petites épines est une clé choisie pour identifier les espèces de ver blanc (Belbel et Smaili ,2015). Donc chaque espèce possède un écusson anal d'une forme différente. L'hanneton commun possède deux rangées parallèles de plus de 20 épines de même longueur. L'hanneton européen possède deux rangées de dents parallèles, les dents à l'extrémité apicale étant plus longues, plus robustes et divergentes. L'écusson anal de scarabée japonais est large, et comportant des soies disposées en forme « V » ( Légaré et *al.* ,2015) (Planche 03) .

Les détails illustrés sur la planche 04 ont été obtenus suite à l'observation de l'aspect des larves récoltées. Ces dernières ont une couleur blanche jaunâtre, les poils sont d'une couleur marron caramel et les soies de l'écusson anal sont disposées en forme de « U ». La couleur des larves et la disposition des soies de l'écusson anal sous forme de « U » caractérisent les larves de l'hanneton des céréales (INPV, 2015). La comparaison de nos résultats avec ceux de la planche de référence (planche 03), nous a permis de proposer une identification préliminaire du ravageur basée sur la morphologie des larves. Il s'agit de *Geotrogus deserticola* , mais ce n'est pas confirmé puisque nous n'avons pas pu récolter des adultes pour l'identification.



**Planche 03:** Différentes formes de l'écusson anal des larves des vers blancs.

**a, b, c** (Légaré *et al.* (2015)), **d** (INPV (2015))



**Planche 04 :** Description de la larve de ver blanc. **a** : écusson anal, **b** : soies au niveau des pattes et de ventre, **c** : pattes, **d** : antenne, **e** : larve complète et **f** : tête ,**g** : mandibule **h** : cavité buccale.(Originale , 2017)

# Conclusion

Comme toutes les cultures, la vigne est l'hôte d'un bon nombre de parasites dont les dommages sont parfois très préjudiciables. Parmi ses parasites ; le ver blanc, qui a provoqué des dégâts considérables dans la wilaya de Mostaganem. Une augmentation remarquable des superficies infestées a été observée à partir de la campagne agricole 2014-2015. En effet, les programmes de lutte suivis par l'INPV n'ont pas aboutis à contrôler la pullulation de ce phytophage à cause de son biotope édaphique qui rend son élimination très difficile.

La recherche des méthodes alternatives, devient la préoccupation, majeure du ministère de l'Agriculture. Notre travail consistait à évaluer *in vitro* la potentialité des huiles essentielles de *T. vulgaris* et d'*O. vulgare*, comme larvicide botanique pour la protection du vignoble.

Les résultats obtenus, montrent que les différentes doses de l'huile essentielle de *T. vulgaris* appliquées ont présenté une toxicité intéressante qui dépasse les 80% à partir du 3<sup>ème</sup> jour. Tandis que l'huile essentielle d'*O. vulgare* s'est montrée moins toxique vis-vis des larves du ravageur, son utilisation a permis d'observer des taux de mortalité moins importants que ceux enregistré pour l'huile essentielle de *T. vulgaris*.

La comparaison des DL 50 a permis de classer les huiles essentielles des deux plantes aromatique selon leur efficacité. L'huile essentielle de *T. vulgaris* a présenté une efficacité meilleure avec une DL50= 0,62% au premier jour, par rapport à l'huile essentielle extraite d'*O.vulgare* avec une DL50= 2,5% au cinquième jour.

Ces résultats bien que préliminaires, témoignent d'une bonne activité larvicide de l'huile essentielle de *T. vulgaris* vis-à-vis les larves du ver blanc qui attaquent la vigne. Comme perspectives, il serait préconisable de relancer ces tests sur le ravageur et ses auxiliaires indigènes, afin de choisir la dose optimale qui contrôle le phytophage et en même temps protège ses ennemis naturels utilisés dans le cadre de la lutte intégrée. L'identification des substances défensives des plantes qui ont servi d'insecticide est essentielle avant d'envisager son utilisation comme bio-insecticide.

# **Références bibliographiques**

- Abbad,S. et Abbad,Z. , (2015).** Evaluation de l'activité larvicide des extraits d'*Origanum vulgare* L sur la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera , Gelchiidae ) , mémoire de master II , Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis .
- Abbott, W.S , (1925).** A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18: 265-267.
- Abgrall J.-F. (1991).** Observations biologiques et essais de lutte contre le hanneton commun dans les vergers à graine. RFF XLIII – 6 – 1991, p. **489-500**.
- Aiboud. K , ( 2012).** Etude de l'efficacité de quelques huiles essentielles à l'égard de la bruche de niébé *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae) et impacts des traitements sur la germination des graines de *Vigna unguiculata* ( L.) Walps . Thèse de doctorat, UMMTO . Tizi Ouzou.
- Amine khodja,M., Bekkouche, S., (2016).** Etude bio écologique et systématique des vers blancs (Melolonthinae, Rhizotrogini) dans deux stations (Ain Smara et el Meridj Constantine –Est Algérien), mémoire de master II , Constantine : Université des Frères Mentouri , p 03 .
- Balachowsky A.S., (1962).** Entomologie appliquée à l'agriculture, tome I ,*Ed Masson* .Paris.
- Bardeau,F. , (2009).** Les Huiles Essentielles, découvrir les bienfaits et les vertus d'une médecine ancestrale, France, 315 pages.
- Beaubet ,F. , (2013).** Hannetons ravageurs, quatre espèces à redécouvrir : Face à la mauvaise surprise que constitue le retour de dégâts de vers blancs, notamment en pépinières et gazonnières, une révision est utile. [En ligne] (page consultée le 20/06/2017) <http://www.ecophytopic.fr>
- Belbel,CH. et Smaili,A. , (2015).** Etude bio écologique des vers blancs (Scarabeidae, rhizotrogini) dans la région de Mila. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master. Université des Frères Mentouri Constantine.
- Benazzeddine,S., (2010)** - Effet insecticide de cinq huiles essentielles vis-à -vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera, Curculionidae ) et *Tribolium confusum* (Coleoptera, Tenebrionidae ) , Mémoire d'Ingénieur en agronomie , Alger : Ecole nationale supérieure agronomique .
- Benner,Jill P. (1993).** Pesticidal compounds from higher plants, .Pestic.Sci, 39: 95-102 .

- Bernard,P., Simon.G., Hugues,M., Marie-H,S., Benoît,S., René,S., Patrick.T., Anne Nathalie.V., (2009).** La lutte biologique : Application aux arthropodes ravageurs et aux adventices, France : Corlet , p17 , p32 .
- Bonzi,S. , (2007).** Efficacité des extraits aqueux de quatre plantes dans la lutte contre les champignons transmis par les semences de sorgho (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) : cas particulier de *Colletotricum graminicola* (Ces.) Wilson et *Phoma sorghina* (Sacc.) Boerema, Dorenbosch et Van Kesteren, Mémoire de diplôme d'études approfondies en gestion intégrée des ressources naturelles. Burkina faso.
- Bouchikhi Tani,Z., (2011).** Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles. Thèse de doctorat, Tlemcen, Université Abu bakr Belkaid.
- Bruneton , J. ,(1993).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Paris, Lavoisier, pp.915.
- Bruneton,J. ,(2009) .** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales, Lavoisier, 2 oct. p 647.
- Bruneton,J., (1987).** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème édition, Paris : TEC et DOC.
- Carré,P.,(1953).** Précis de technologie et de chimie industrielle : Tome 2°. Ed Reliure inconnue.
- Charbonneau,P., (2008).** Les vers blancs dans les pelouses. [En ligne] (Page consultée le 15/06/2017). Canada. <http://omafra.gov.on.ca>
- Cheurfi.M et Yeddou.A , (2010).** Les maladies du bois de la vigne dans les régions de Tipaza et de Mostaganem. Mémoire d'ingénieur, Université Saad Dahleb . Blida.
- Clemente S., Mareggi G.,Bro ussa lis A .. Malli no V .. Fe rrraro G.,(2003).** In secticidaleffect of La miaceae spec ies aga in st stored products insects. Bol. San. Veg.Pl agas. 29:42 1-426.
- D.S.A, (2017).** Vers blanc : Situations et Statistiques. , Inspection phytosanitaire.Mostaganem
- El-guedoui R.,(2002).** Extraction des hui les essentiel les du romarin et du thym . Comportement insecticide de ces deux huiles sur Rhv::ujJerthu dOn/ ill icu (Fa bri c ius)

- ((oleojJI era :Bostrychidae). Thèse d'ingénieur en génie chimique. Ecole Polytechnique. El-Harrach. 76 p.
- Fanny B ., (2008).** Effet larvicide des huiles essentielles sur *Stomoxys calcitrans* à la Réunion. Thèse pour obtenir grade de docteur vétérinaire. Université Paul-Sabatier de Toulouse. 78 p.
- Farrell B.D., (1998).** "Inordinate fondness" explained: Why are there so many beetles" *Science*, 281,
- François-Régis Goebel Pierre Martin (2016 ).** La lutte contre le ver blanc de la canne à sucre à la Réunion : histoire d'une réussite, Cirad UPR Aida .[en ligne], (page consultée le : 19/06/2017)  
<http://www.cirad.fr>.
- Ghani,A.,(2011) -** Contribution à l'utilisation potentiel de molécules naturelles a fort potentiel bioactif : évaluation de l'action antifongique de *salvia officinalis* et essai d'optimisation de sa culture par la production de plants. Mémoire d'ingénieur , Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis, 66p.
- Govindarajan,M. , Sivakumar, R, Rajeswary,M. , Yogalakshmi, K. , (2013).** Chemical composition and larvicidal activity of essential oil from *Ocimum basilicum* (L.) against *Culex tritaeniorhynchus*, *Aedes albopictus* and *Anopheles subpictus* (Diptera: Culicidae) , *Experimental Parasitologie* 134 , pp7-11.
- Guillaumin, (1841).** Encyclopédie du commerçant. Dictionnaire du commerce et des marchandises contenant tout ce qui concerne le commerce de terre et de mer, Bibliothèque municipale de Lyon , France .
- Gullino, M. L., Leroux, P., Smith, C. M. (2000).** Uses and challenges of novel compounds for plant disease control. *Crop Protection* 19, 1-11.
- Haddouchi,F. et Benmansour,A. , (2008).** Huiles essentielles, utilisations et activités biologiques. Application à deux plantes aromatiques. *Les technologies de laboratoire*. 20-27.
- Hamoudi S.,(2000).** Extraction des huiles essentielles du romarin et du thym. Evaluation de leur toxicité vis à vis d'un insecte des denrées stockées. Mémoire d'ingénieur en génie chimique. Ecole Nationale Polytechnique, El-Harrach, 76 p.

**Henn T. et Weinzierl R.,(1989).** Botanical insecticides and insecticidal soaps. University of Illinois Cooperative, Extension Service, Circular 1989.

**Houadeg. K, Boukhezar . F et Madaci . I, (1996).** Effet des Polyphenols extrait du laurier rose (Nerium-Oleander) sur les vers blancs (Rhizotrogini). Mémoire en vue de l'obtention

<http://www.omafra.gov.on.ca> .

**I.N.P.V , ( 2015).** Le ver blanc des céréales : comment y faire face ? L'institut national de la protection des végétaux INPV [En ligne] (Page consultée le 21/06/2017)  
<http://www.inpv.edu.dz>.

**Jean-Philippe.L , Moisan-De Serres.J , Bourdon.K., (2015).** Les vers blancs. Laboratoire de diagnostic en phytoprotection . Québec.

**Kabaissi, H., 2002.** معجم الأعشاب و النباتات الطبية - الطبعة الثانية- دار الكتب العلمية ، بيروت لبنان

**Kaid Slimane I.L ,( 2004).** Contribution à l'étude de la composition chimique et du pouvoir antibactérien des huiles essentielles de *Cistus ladaniferus* de la région de Tlemcen, Mémoire ing. d'état en Biologie, Option : Contrôle de Qualité et Analyse. Univ. Tlemcen, pp: 23-25.

**Kaloustian J., El-Moselhy T. F., Portugal H., (2003).** Chemical and thermal analysis of the biopolymers in thyme (*Thymus vulgaris*).Therm. Ochimica.Acta.401: 7786.

**Keane S. et Ryan M.F. (1999).** Purification, characterization and inhibition by monoterpenes of acetylcholinesterase from the waxmoth , *Galleria mellonella* L , Insect biochemistry and molecular ofbiology Vol 29 (12) , pp1097-1104 .

**Kéita SM1, Vincent C, Schmit J, Arnason JT, Bélanger A , (2001).** Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab). and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae] . rticle (PDF Available) in Journal of Stored Products Research 37(4):339-349 · November 2001 with 881 Reads.

**Khajeh M., Yamini Y., Bahramifar N., Sefidkon F. and Pirmoradei M.R. (2005).** Comparison of essential oil composition of *Ferula assafoetida* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrosistillation methods. Food Chemistry, 91:639-644.

- Lee, J.C., Heimpel, G.E., Leibe, G.L. (2004).** Comparing floral nectar and aphid honeydew diets on the longevity and nutrient levels of a parasitoid wasp. *Entomologia Experimentalis and Applicata* pp 111 .
- Légaré,J-P, Joseph,M, Bourdon,K., (2015).** Les vers blancs. Laboratoire de diagnostic en phyto-protection MAPAQ. Québec.
- Lewis, W.J., Lenteren, J.C.V., Phatak, S.C., Tumlinson, J.H. (1997).** A total system approach to sustainable pest management. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 94, p 12243 .
- Lucchesi M.E. (2005).** Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes : Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles. Thèse de Doctorat en Sciences, discipline : Chimie, Université de la Réunion, Faculté des Sciences et Technologies.
- McKenzie, J.A. et Batterham, P. (1998).** Predicting insecticide resistance: Mutagenesis, selection, and response. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences* , p 353-1734.
- Mesbah.A et Boufersaoui.A, (2002).** Control of the biological cycle of *Geotrogus deserticola* Blanch, insect coleopteran pests of cereals in Algeria Controle du cycle biologique de *Geotrogus deserticola* Blanch, insecte coleoptere ravageur des céréales en Algérie. *Bulletin de la Societe Zoologique de France*, 1272: 137-148.
- Montreuil .O., (2003).** *Tosevskiana Pavicevic 1985* : an enigmatic genus of European Melolonthinae Rhizotrogini removed from Pachydeminae (Coleoptera: Melolonthidae, *Ann. Soc. Entomol. Fr. (n.s.)*. Vol 39. N° 3. P 207-210.
- Moro-Buronzo,A., (2008).** Grand guide des huiles essentielles. Paris : Hachette pratique.
- Ngamo L. S. T., & Hance T., (2007).** Diversité des ravageurs des denrées et méthodes alternatives de lutte en milieu tropical, *Tropicultura J.*, 25 (4), pp: 215-220.
- Obeng-Ofori D., Reichmuth C.H., Bekele J. & Hassanali A.,( 1997).** Biological activity of 1,8-cineole, a major component of essential oil of *Ocimum kenyense* (Ayobangira) against stored product beetles, *Journal of Applied Entomology*, 121, pp: 237-243.
- P.1.P , (2011).** *Tuta absoluta* (Meyrick). Un ravageur invasif des cultures maraichères pour l'Afrique sub-saharienne, Belgique [ en ligne ] , 12 (page consultée le : 27/02/2017)

[http://pip.coleacp.org/files/documents/Nouveaux\\_ravageurs\\_Tuta\\_absoluta\\_FR\\_LOW\\_p\\_d](http://pip.coleacp.org/files/documents/Nouveaux_ravageurs_Tuta_absoluta_FR_LOW_p_d)

**Papachristos D.P. et Stamopoulos D.C., (2002).** Rappelent , toxic and reproduction inhibitory effects of essential oil vapours on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera : Bruchidae ). Journal of Stored Products Research, 38 (2) , pp : 117-128 .

**Penchev,P.I., Condoret,J.S. ,Angelov ,G., (2010 ).** Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions. Thèse de doctorat : Génie des Procédés et de l'Environnement : Toulouse, INPT .

**Peshin, R., Dhawan, A.K. (2009).** Integrated Pest Management: Innovation-Development Process. Springer. 689 p.

**Pimentel, D., McLaughlin, L., Zepp, A., Lakitan, B., Kraus, T., Kleinman, P., Vancini, F., Roach, W.J., Graap, E., Keeton, W.S., Selig, G. (1993).** Environmental and economic effects of reducing pesticide use in agriculture. Agriculture,Ecosystems and Environment 46, 273-288.

**Regnault-Roger ,C. et Philogène,B. ,(2002).** Biopesticides d'origine végétale , Londres , Paris , New York : Éd. Tec & doc.337p.

**Regnault-Roger C et Hamraoui A., (1994).** Inhibition of reproduction of *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a kidneybean (*Phaseolus vulgaris*) bruchid, by aromatic essential oils. Crop Protection 13, 624-628.

**Sefidkon F., Abbasi K., Jamzad Z. and Ahmadi S. (2007).** The effect of distillation methods and stage of plant growth n the essential oil content and composition of *Satureja Rechingeri jamzad*. Food chemistry, 100: 1054-1058.

**Small,E. et Deutsch.G., (2001) .** Herbes culinaires pour nos jardins de pays froid, Deutsch NRC Research Press..

**Strong, D. R. , Lawton J. H., Southwood T. R. E., (1984).** Insects on Plants: Community Patterns and Mechanisms. *Blackwell Science, Oxford*, Royaume-Uni.

**Syngenta, (2006).** Notice technique : Vers blancs sur céréales. n° 02. P4.

**Tchoumboungang F., P Mi. Jazet Dongmo, M L. Sameza, E.Gaby Nkouaya Mbanjo, G.Tiako Fotso , P. Amvam Zollo , C. Menut.,(2009).** Activité larvicide sur *Anopheles*

gambiae Giles et composition chimique des huiles essentielles extraites de quatre plantes cultivées au Cameroun. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13(1), 77-84 .

**Teuscher,E., Anton, R., Lobstein, A., (2005).** Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles. Paris, Lavoisier, 522p

**Viljoen A.M., Denirci B., Baser K.H.C., Potgieter C.J. and Edwards T.J. (2006).** Micro distillation and essential oil chemistry- a useful tool for detecting hybridisation in *Plectranthus* (Lamiaceae). *South African Journal of Botany*, 72:99-104

**Weaver, D. K., F. V. Dunkel, L. Ntezurubanza, L. L. Jackson, and D. T. Stock. (2000).** The efficacy of linalool, a major component of freshly-milled *Ocimum canum* Sims (Lamiaceae), for protection against postharvest damage by certain stored product Coleoptera. *J. Stored Prod. Res.* 27:213–220 .

**Wilson,M., ( 2007).** Fleurs comestibles : du jardin à la table. Montréal: Fides, p 214,215.

**Yahiaoui .D et Bekri ,N , (2014).** Etude des méthodes de lutte contre le ver blanc des céréales ( *Geotrogus deserticola blanc* ) dans la région d’Oran . AFPP –Dixième référence internationale sur les ravageurs en agricultures. MONTPELLIER – 22 et 23 octobre .

**Annexe 01** : Rendement en huile essentielle du matériel végétal.

Plante	couleur d'HE	Rendement
Thym	Jaune claire	3.59 %
Origan	Jaune foncé	2.5 %

**Annexe 02** : Effet de l'huile essentiel de d'Origan sur la mortalité des larves de ver blanc

jours doses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D1=2.5	0,00	6,67	46,67	66,67	66,67	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	86,67	93,33	93,33
D2=1.25	6,67	6,67	26,67	46,67	53,33	66,67	73,33	73,33	80,00	86,67	86,67	86,67	86,67	86,67	86,67
D3=0.62	0,00	26,67	46,67	53,33	60,00	60,00	60,00	66,67	66,67	66,67	73,33	73,33	80,00	80,00	93,33
D4=0.32	6,67	20,00	33,33	40,00	60,00	60,00	60,00	66,67	66,67	73,33	73,33	73,33	80,00	80,00	86,67
Temoin	20	40,00	46,67	46,67	46,67	53,33	60,00	60,00	60,00	66,67	73,33	73,33	80,00	80,00	80,00

**Annexe 03** : Effet de l'huile essentiel de thym sur la mortalité des larves de ver blanc

jours doses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D1=2.5	26,67	53,33	80,00	80,00	86,67	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33
D2=1.25	33,33	66,67	86,67	86,67	86,67	86,67	86,67	86,67	86,67	86,67	86,67	86,67	86,67	86,67	86,67
D3=0.62	13,33	80,00	86,67	86,67	86,67	86,67	86,67	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33
D4=0.32	33,33	53,33	80,00	80,00	86,67	86,67	86,67	86,67	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33
Temoin	20,00	40,00	46,67	46,67	46,67	53,33	60,00	60,00	60,00	66,67	73,33	73,33	80,00	80,00	80,00

**Annexe 04 :** Taux de mortalité corrigée par l'huile essentielle d'origan

Journal doses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D1=2.5	-25,0	-55,56	-0,01	37,50	37,50	57,15	50,00	50,00	50,00	39,99	25,01	25,01	33,33	66,67	66,67
D2=1.25	- 16,67	-55,56	- 37,51	-0,01	12,49	28,58	33,33	33,33	50,00	60,00	50,01	50,01	33,33	33,33	33,33
D3=0.62	- 25,00	-22,22	-0,01	12,49	25,00	14,29	0,00	16,67	16,67	-0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	66,67
D4=0.32	- 16,67	-33,33	- 25,01	-12,51	25,00	14,29	0,00	16,67	16,67	19,99	0,01	0,01	0,00	0,00	33,33

**Annexe 05:** Taux de mortalité corrigée par l'huile essentiel de thym

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D1=2.5	8,33	22,22	62,50	62,50	75,00	85,71	83,33	83,33	83,33	80,00	75,00	75,00	66,67	66,67	66,67
D2=1.25	16,67	44,44	75,00	75,00	75,00	71,43	66,67	66,67	66,67	60,00	50,00	50,00	33,33	33,33	33,33
D3=0.62	-8,33	66,67	75,00	75,00	75,00	71,43	66,67	83,33	83,33	80,00	75,00	75,00	66,67	66,67	66,67
D4=0.32	16,67	22,22	62,50	62,50	75,00	71,43	66,67	66,67	83,33	80,00	75,00	75,00	66,67	66,67	66,67

Annexe 06 : *Thymus vulgaris* (Kabaissi, H., 2002)

## الصعتر الشائع

Thym  
 Thymus vulgaris L.  
 صعتر - هر فوليون - العيس - ثومس

الأجزاء المستعملة منه في الطب هي الأطراف  
 المزهرة، التي يمكن جنيها منذ شهر نيسان / أبريل،  
 وطيلة فصل الصيف.

مصدر النبتة هو حوض المتوسط، حيث نجدها بكثرة  
 على الهضاب القاحلة، على شكل باقات خشبية واطنة،  
 ذات أوراق دائمة الخضرة، ولها رائحة عطرية.

ويدخل الصعتر، مع الغار، في إعداد الباقة المعطرة  
 للمأكّل. ويُستحسن أن يحلّ نقيعه الساخن المقيد محلّ  
 القهوة والشاي.



الشفويّات : Labiées

يحتوي الصعتر الشائع على كل خصائص نبتة النّمام  
 مضاعفة. وخصائصه الطيبة كثيرة جداً. لكن الصعوبة  
 ليست في معرفة دواعي استعماله بل في معرفة المقادير  
 الواجب اعتمادها، لذا يجب عدم الإكثار من استعماله.

تحتوي النبتة على نوعين من الفينول (حامض  
 الكربوليك) شديديّ الفعالية: الأول هو الثيمول /  
 Thymol، وهو مطهّر، مضاد للتشنج وطارد للديدان،  
 ويدخل في تركيب العديد من الأدوية المعدة للاستعمال  
 الخارجي والداخلي، كما يدخل في تركيب العطور  
 الحديثة. والثاني هو الكارفاكرول / Carvacrol، وهو  
 مطهّر كثير الاستعمال في صناعة العطور.

طعم، صابونوزيد.

الخصائص: مطهّر، مضاد للتشنج، مقبّل، مهدئ، للسعال،  
 دافع للريح، منشط لإفراز الصفراء، لائق للجروح، مزيل  
 للرائحة، مدبّر للبول، مطبّق، محلّل للدم، محوّل، هاضوم،  
 منشط، طارد للديدان.

الاستعمال: داخلي، خارجي، في الصيدلة، في البيطرة.

راجع: فقر الدم - الشهية - الوهن - الاستحمام - الشعر -  
 النفاقة - الشهاق - الأسنان - السوء - المعصنة - الحرب - النزلة  
 الوافدة - رائحة النفس - القطن - (ألم القطن) - انخبط (انتفاخ  
 البطن) - الطقليات - التقلّص - عفن الحشرات - الجرح -  
 الحبض - داء المفامل - التهاب الجيوب الأنفية - السعال.

موطنه: الهضاب القاحلة للمناطق المتوسطة حتى ارتفاع  
 1500 م.

صفاته: ارتفاعه ما بين 10 - 30 سم، جنيبة. السيقان  
 متعرجة، خشبية، فروغها بيّنة اللون، متعصبة، ومتراصة. الأوراق  
 صغيرة، لازنبدية، سنائيّة، مخملية بيضاء في الأسفل، الأزهار  
 وردية أو بيضاء (أبيض/ ملبو - نشرين أول/ الكوسين)، صغيرة،  
 سنبلية، تخرج من تحت إبط الأوراق الأكبر حجماً، لها كأس  
 محدب ذو شعيرات قاسية، ولها 3 أسنان علوية عريضة،  
 ومنخفضة مبيض الثنان، مستديّان، وتوابع له شفتان، و 4 أسدية.  
 الأخين (الثمرة) رياحي، بنيّ، أجرد، الرائحة عطرية، الطعم مرّ.

الأجزاء المستعملة: الساق المزهرة، الأوراق.  
 التركيب: زيت عطري، أنواع من الكحول والقوم، راتنج،

Annexe 07 : *Origanum vulgare* (Kabaissi, H., 2002)

## المرو

Origan  
*Origanum vulgare* L.  
 مردقوش بري، حيق الشيوخ، خافور، خرنباش



## الشفويات Labiées

أصل التسمية العلمية Oros ومعناها الجبل و ganos البريق، أي زينة الجبل، وقد كان بالفعل نباتاً متشراً في الجبال فيزيئها. مصدره غير معروف. نجد في كتابات القدماء وصفاً لنوع منه زهره أبيض وتوجيه وردي - أرجواني، وقد يخلط أحياناً بينه وبين المردقوش الذي لا يثبت إلا مزروعاً.

خواصه تتجمع في أطرافه الزهرية، التي يستعملها الأطباء النباتيون لفوائدها المنشطة للجهاز العصبي. وهو إلى ذلك مسكن للألم: يصنع من زهوره الطازجة بعد تحميمها لمدة قليلة في مقلاة، مخلدة تقضي سريعاً على آلام العتق المتبسة أو الملتوية. كما يصنع منها شراب لطيف يفتح الشهية ويهضم ويهدئ السعال وذلك بتنع ٥٠ غراماً من الأطراف المزهرة في ١ ليتر من الخل لمدة ١٠ أيام.

الرائحة عطرية، الطعم مر.

الأجزاء المستعملة: الأوراق، الأطراف المزهرة (تموز/يوليو- أيلول/سبتمبر) لتخفيف في الطل.

التركيب: زيت عطري، حصى، راتنج، صمغ.

الخصائص: مسكن للألم، مطهر، مضاد للتشنج، مطعم، طارد للبلغم، مبيد للعقليات، هاضوم، منشط.

الاستعمال: داخلي، خارجي، في الصيدلة، في التجميل، في البيطرة.

راجع: بلع الهواء، الشهية، الفم، التهاب النسيج الخلوي، الشعر، الأسنان، الصرع، المعدة، ألم الأعصاب (العصبي)، الفلبي، الحوض، ألم عضلات العنق، السعال، التهاب الرغاس

موطنه: الأراضي الحجرية والمروج المشمسة، حتى ارتفاع ٢٠٠٠ متر.

صفاته: ارتفاعه ما بين ٣٠ و ٨٠ سنتيم. نبات معمر. الساق منتصب، غالباً ما يكون موشحاً بالأحمر، له ٤ زوايا، متضرع في قسمه الأعلى. الأوراق غير مستنة، سوية، بيضوية ومستدقة الرأس، وهي جرداء تقريباً. الأزهار وردية أرجوانية (تموز/يوليو- أيلول/سبتمبر)، كثيرة العدد، تتجمع على عتقول طرفي إلى جانب قنابت عديدة أرجوانية بتفججة كأسية، الكأس جرسية الشكل له ١٣ عرفاً و ٥ أسنان، التويج أبوي منتصب، مثلم، الشفة العليا منه منتصبه ومسطحة، السفلى فيها ٣ فصوص، في الزهرة ٤ أسدية متبادلة. الأعين (الثمرة) رباعية، كل جزء منه يضيوي وناعم. الجذوم مفاد، أسود اللون، له جذور ليفية.

**Annexe 08 : Tableau des superficies infestées par le ver blanc (DSA, 2017)**

Campagne agricole	Superficie infestée (ha)
2011-2012	121,3
2012-2013	111,3
2013-2014	111,8
2014-2015	120
2015-2016	136,5
2016-2017	177