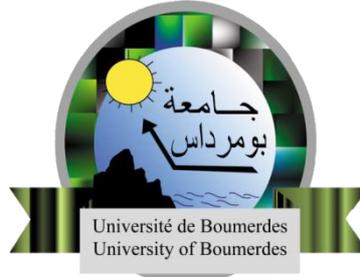


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة امحمد بوقرة بومرداس  
Université M'hamed Bougara de Boumerdes



Faculté des Sciences

Département d'Agronomie

Mémoire de Fin d'Etude en vue de l'obtention du Diplôme de Master

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences Agronomiques

**Spécialité :** Phytopharmacie et protection des végétaux

## Thème

**Contribution à l'étude de l'entomofaune nuisible et utile de la fève *Vicia faba L.* et un essai de bio-insecticide de l'huile essentielle de romarin *Rosmarinus officinalis* vis-à-vis du puceron noir *Aphis fabae Scopoli, 1763***

Présenté par :

Soutenu le : 19/09/2023

**DOUAL Chaimaa &BADANI Hadil**

Devant le jury :

<b>M<sup>r</sup> OULD RABAH I.</b>	<b>M.C.B.</b>	<b>(UMBB)</b>	<b>Président</b>
<b>M<sup>me</sup> BENDIFALLAH L.</b>	<b>Professeur</b>	<b>(UMBB)</b>	<b>Promotrice</b>
<b>M<sup>me</sup> GUERRACHE N.</b>	<b>M.C.B.</b>	<b>(UMBB)</b>	<b>Examinatrice</b>

Année universitaire 2022/ 2023

# REMERCIEMENTS

Avant toute chose, nous remercions Dieu (Allah), le Tout-Puissant, de nous avoir accordé le courage, la patience et la santé nécessaires à la réalisation de notre travail.

Nous tenons à remercier **Madame BENDIFALLAH L.**, Professeure au Département d'Agronomie à l'université M'hamed Bougara de Boumerdes, pour avoir encadré ce travail. Nous tenons à la remercier pour sa disponibilité, et ses précieux conseils qui nous ont fait progresser.

Nous remercions **Monsieur OULD RABAH I.**, Maitre de Conférences à M'hamed Bougara de Boumerdes, d'avoir honoré notre jury en acceptant de le présider.

Nous présentons nous chaleureux remerciements à **Madame GUERRACHE N., Maitre de conférences** au Département d'Agronomie à l'université M'hamed Bougara de Boumerdes d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nous remercions vivement les responsables de l'ITMAS de H'raoua Madame **MOULA Dalila**, la directrice pédagogique et le directeur ainsi que le propriétaire de l'exploitation agricole de Boudouaou pour leur collaboration et de nous avoir permis d'accéder aux terrains.

Nous remercions également tous nos enseignants pour leur contribution à notre formation.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de notre travail

# DÉDICACES

Je dédie ce modeste travail :

Aux deux êtres les plus chers au monde, ma mère et mon père, pour leur amour, leur soutien et leur stimulante fierté, et surtout pour leur présence dans les moments les plus difficiles.

À mes sœurs Zineb, Hadjere et Alaa, et à mon frère Abderahmane, qui m'ont encouragé à atteindre ce moment.

À mes adorables Amies, en particulier Sara, sans oublier mon binôme Hadil.

À tous ceux qui un jour profiteront de ce travail.

Chaimaa...

# DÉDICACES

Je dédie ce travail à mes parents,

avec toute mon affection,

Ce mémoire est le fruit de votre amour et de votre soutien inconditionnels.

Mon père mon modèle,

qui m'as appris à être courageuse et juste.

Ma mère, la femme la plus forte et la plus courageuse.

Je dédie ce travail à mon frère et ma sœur,

avec toute ma tendresse,

Vous êtes mes meilleurs amis.

À Chaima, mon binôme et ma meilleure amie,

pour ton soutien, ton amitié et ton rire contagieux

À tous ceux qui vont bénéficier de mon travail,

avec toute ma gratitude.

Je souhaite que ce mémoire vous soit utile

et vous permette d'explorer et progresser dans votre domaine.

Hadil...

# Table des matières

## Résumés

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1

## Chapitre I : Synthèse bibliographique

<b>I. 1. Aperçu général sur la fève .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.1. Origine .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.2. Position systématique .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.3. Classification phylogénétique .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.4. Morphologie de la fève .....</b>	<b>5</b>
<b>1.1.5. Cycle phénologique de la fève .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.6. Variétés des fèves .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.7. Exigences .....</b>	<b>8</b>
1.1.7.1. Exigences pédologiques .....	8
1.1.7.2. Exigences climatiques .....	9
1.1.7.3. Exigences agronomiques .....	9
<b>1.1.8. Importance des cultures de la fève .....</b>	<b>10</b>
1.1.8.1. A l'échelle mondiale .....	10
1.1.8.2. En Algérie .....	11
<b>1.1.9. Intérêts de la fève .....</b>	<b>11</b>
1.1.9.1. Intérêt alimentaire .....	11
1.1.9.2. Intérêt économiques .....	12
1.1.9.3. Intérêt agronomiques .....	12
<b>1.1.10. Les contraintes .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Entomofaune de la culture de la fève .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.1. Les bio-agresseurs .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.1.1 Nématodes .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.1.2 Insectes .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.2 Les ennemis naturels contre les ravageurs de la fève .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2.1 Prédateurs .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2.2 Parasitoïdes .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2.3 Pollinisateurs .....</b>	<b>21</b>
<b>1.2. Huile essentielle du Romarin .....</b>	<b>24</b>
<b>1.2.1. Présentation de Romarin .....</b>	<b>24</b>
<b>1.2.1.2. Classification .....</b>	<b>25</b>
<b>1.2.2. Appareil végétatif .....</b>	<b>25</b>
<b>1.2.3. Composition chimique de l'huile essentielle du romarin .....</b>	<b>25</b>
<b>1.2.4. Utilisation de l'huile essentielle du Romarin .....</b>	<b>26</b>

## Chapitre II : Matériel et Méthodes

2.1. Présentation de la région d'étude .....	27
2.1.1 Site de Boudouaou .....	27
2.1.2 Site de H'raoua.....	28
2.2. Entomofaune nuisible et utile.....	29
2.2.1. Matériel	
biologique .....	29
2.2.2. Matériel de piégeage des insectes.....	29
2.2.2.1. Coupelles d'eau colorées .....	29
2.2.2.2. Filet fauchoir .....	30
2.2.2.3. Sachets en plastiques.....	30
2.2.3. Méthodes d'échantillonnage des insectes.....	30
2.2.3.1 Echantillonnage des insectes aux coupelles d'eau	
colorées .....	31
2.2.3.2 Echantillonnage des insectes au filet fauchoir .....	32
2.2.3.3 Echantillonnage des insectes avec des sachets en plastique..	32
2.2.4 Montage des échantillons d'insectes.....	33
2.2.5 Identification des insectes .....	33
2.3. Bio-essais de l'activité insecticide de l'huile essentielle de Romarin vis-à-vis puceron	
noir <i>Aphis fabae</i> .....	34
2.3.1 Matériel.....	34
2.3.1.1 Matériel biologique.....	34
2.3.1.1.1 Matériel entomologique.....	34
2.3.1.1.1.1 Méthode d'échantillonnage .....	34
2.3.1.1.2. Matériel végétal.....	35
2.3.1.1.3. Huile essentielle.....	36
2.3.1.2. Matériel non biologique.....	37
2.3.2. Méthodes d'étude.....	37
2.3.2.1. Préparation initiale .....	38
2.3.2.2 Traitement par contact .....	39
2.4. Exploitation des résultats .....	40
2.4.1. Exploitation des résultats de l'entomofaune nuisible et utile par des indices	
écologiques de composition .....	40
2.4.2. Exploitation des résultats de l'entomofaune nuisible et utile par des indices	
écologiques de structure.....	42
2.4.3. Exploitation des résultats de l'essai de bio-insecticide.....	45

### **Chapitre III. Résultats et discussion**

<b>3.1.</b> Evaluation de l'entomofaune nuisible et utile par des indices écologiques de composition et de structure .....	45
<b>3.1.1.</b> Evaluation de l'entomofaune nuisible et utile par des indices écologiques de composition .....	45
<b>3.1.2.</b> Indice de diversité spécifique de Shannon ( $H'$ ) et l'Indice d'équitabilité (d'équirépartition) .....	53
➤ Discussion.....	54
<b>3.2.</b> Evaluation de l'effet bioinsecticide de l'huile essentielle (H.E.) de Romarin <i>Rosmarinus officinalis</i> par contact vis-à-vis des adultes d' <i>Aphis fabae</i> .....	57
➤ Discussion.....	61
Conclusion et perspectives.....	64
Références bibliographiques.....	66

## RÉSUMÉS :

## **Résumé :**

La fève est une culture importante en Algérie, mais elle est menacée par plusieurs bio-agresseurs tel que le puceron noir. Cette étude vise à déterminer l'entomofaune nuisible et utile de la fève (*Vicia faba*) et estimer l'effet de l'huile essentielle de romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) sur les adultes de puceron noir de fève (*Aphis fabae*). L'inventaire des insectes est réalisé grâce à trois méthodes d'échantillonnage (filet entomologique, coupelles colorées et sacs en plastique) dans deux sites à H'raoua et Boudouaou de cultures de fèves. Un total de 313 individus de 56 espèces différentes sont relevés, dont 73 ravageurs et 240 ennemis naturels et pollinisateurs. Les espèces les plus abondantes sont Diptera sp6 (A.R. = 27.16 %), *Halictus* sp. (A.R =15,23%). L'évaluation *in vitro* de l'activité insecticide de l'Huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* vis-à-vis des adultes du puceron noir de la fève *Aphis fabae* est réalisée en Laboratoire. L'H.E est testée à trois doses différentes (1mg/ml, 2mg/ml et 4mg/ml). Une mortalité totale (100%) est enregistrée après seulement 72 heures d'exposition à la dose de 4mg/ml. Cette étude montre que l'application de l'H.E de *Rosmarinus officinalis* par contact manifeste un effet toxique vis-à-vis de ce ravageur.

**Mots clés :** *Vicia faba*, inventaire, entomofaune, huile essentielle, insecticide, *Aphis fabae*, *Rosmarinus officinalis*.

## **Abstract:**

Broad bean is the most cultivated crop in Algeria.. However, pests such as the black bean aphid threaten it. This study aimed to determine the harmful and beneficial insects (entomofauna) that live on broad bean (*Vicia faba*) and to evaluate the effect of rosemary essential oil (*Rosmarinus officinalis* L.) on adult black bean aphids (*Aphis fabae*). Insect sampling was conducted using three methods (entomological net, colored cups, and plastic bags) at two field sites in H'raoua and Boudouaou. A total of 313 individuals of 56 different species were collected, including 73 pests and 240 natural enemies and pollinators. The most abundant species were *Diptera sp6* (A.R. = 27.16 %) and *Halictus* sp. (A.R =15.23%). The insecticidal activity of rosemary essential oil against black bean aphid adults was evaluated in the laboratory. The essential oil is tested at three different concentrations (1 mg/ml, 2 mg/ml, and 4 mg/ml). A 100% mortality rate was observed after 72 hours of exposure at the concentration of 4 mg/ml. This study showed that rosemary essential oil is toxic to black bean aphids when applied directly to the insect.

## **ملخص**

البازلاء محصول مهم في الجزائر، لكنها معرضة لتهديد عدة آفات مثل المن الأسود. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد الحشرات الضارة والنافعة لنباتة الفول (*Vicia faba*) ودراسة تأثير الزيت الأساسي لإكليل الجبل على الحشرات البالغة من المن الأسود (*Aphis fabae*).

. تم إجراء جرد الحشرات بثلاث طرق لأخذ العينات (شبكة الحشرات، واحواض الماء الملونة، والأكياس البلاستيكية) في موقعين لزراعة الفول في بودواو و هراوة. تم جمع إجمالي 313 فردًا من 56 نوعًا مختلفًا، منها 73 آفات و240 من الحشرات النافعة والملقحات. الأنواع الأكثر وفرة هي (*Diptera sp6* (A.R. = 27.16 %) و(*Halictus* sp. (A.R =15,23%).

تم إجراء التقييم المختبري لسمية المبيدات الحشرية لزيت إكليل الجبل العطري ضد الحشرات البالغة من المن الأسود للباذلاء *Aphis fabae* في المختبر. تم اختبار الزيت الأساسي بثلاث جرعات مختلفة (1 مجم/مل، 2 مجم/مل، و4 مجم/مل). تم تسجيل معدل وفيات 100٪ بعد 72 ساعة فقط من التعرض لتركيز 4 مجم/مل. تظهر هذه الدراسة أن تطبيق زيت إكليل الجبل العطري عن طريق التلامس يُظهر تأثيرًا سامًا ضد هذا الآفة.

## Liste des figures

	Figures	pages
<b>Figure 1</b>	La fève ( <i>V. faba</i> ). (Originale, 2023).	<b>04</b>
<b>Figure 2</b>	Les différentes parties de fève (Originale, 2023).	<b>05</b>
<b>Figure 3</b>	Le cycle phénologiques de la fève (Simonneau et al, 2012).	<b>07</b>
<b>Figure 4</b>	Puceron de la fève « <i>Aphis fabae</i> » (Originale, 2023).	<b>13</b>
<b>Figure 5</b>	Sitone du pois « <i>Sitona lineatus</i> » (Originale, 2023).	<b>14</b>
<b>Figure 6</b>	Bruche de la fève « <i>Bruchus rufimanus</i> » (wikipédia, 2023).	<b>14</b>
<b>Figure 7</b>	Thrips « <i>Thrips angusticeps</i> » (Originale, 2023).	<b>15</b>
<b>Figure 8</b>	Lixe poudreux des fèves « <i>Lixus algerus</i> » (Originale 2023).	<b>15</b>
<b>Figure 9</b>	Puceron vert du pois « <i>Acythosiphon pisum</i> » (INRA, 2018).	<b>16</b>
<b>Figure 10</b>	Les coccinelles adultes ( <i>coccinella septempunctata</i> ) sur la plante de <i>Vicia faba</i> . (Originale 2023).	<b>17</b>
<b>Figure 11</b>	Chrysope verte entraine de dévorer le puceron noir de la fève ( <i>Aphis fabae</i> ) (Falc Z., 2023)	<b>18</b>
<b>Figure 12</b>	<i>Lysiphlebus fabarum</i> (INRA, 2010)	<b>19</b>
<b>Figure 13</b>	Guêpe parasitoïde (Originale, 2023)	<b>20</b>
<b>Figure 14</b>	Les araignées parasitoïdes (Originale, 2023)	<b>20</b>
<b>Figure 15</b>	La patte postérieure d'une abeille (Domi, 2017)	<b>21</b>
<b>Figure 16</b>	la guêpe commune et la guêpe germanique (Teressa, 2017)	<b>22</b>
<b>Figure 17</b>	<i>Lucilia</i> sp (Calliphoridae) (Peterson, 2008)	<b>23</b>
<b>Figure 18</b>	<i>Phoebis sennae</i> (INPN,2023)	<b>24</b>
<b>Figure 19</b>	Trompe du papillon (INRAA, 2021)	<b>24</b>
<b>Figure 20</b>	<i>Rosmarinus officinalis</i> L (Original, 2023).	<b>25</b>
<b>Figure 21</b>	Photo satellitaire du Site expérimental de « Boudouaou » (Google Earth, 2023)	<b>27</b>
<b>Figure 22</b>	Site expérimental de « Boudouaou » (Original, 2023).	<b>27</b>
<b>Figure 23</b>	Photo satellitaire de Site expérimental de « H'raoua » (Google Earth, 2023)	<b>28</b>
<b>Figure 24</b>	Station expérimentale de « H'raoua » (Original, 2023).	<b>28</b>
<b>Figure 25</b>	Matériel utilisé (coupelles jaunes, sel, eau, savon liquide) (Originale, 2023)	<b>29</b>
<b>Figure 26</b>	Filet fauchoir utilisé pour la capture de l'entomofaune volante et les arthropodes (Originale, 2023).	<b>30</b>
<b>Figure 27</b>	Les coupelles jaunes installées dans une parcelle de fève au site Boudouaou (Originale, 2023).	<b>31</b>
<b>Figure 28</b>	Les coupelles jaunes installés dans une parcelle de fève au site H'raoua (Originale, 2023).	<b>32</b>
<b>Figure 29</b>	Sac en plastique utilisé pour la capture les insectes (Originale, 2023).	<b>33</b>
<b>Figure 30</b>	Montage des insectes collectés (Originale, 2023).	<b>33</b>
<b>Figure 31</b>	Loupe binoculaire utilisé pour l'identification des insectes collectés (Originale, 2023).	<b>33</b>
<b>Figure 32</b>	<i>Aphis fabae</i> observé sous la loupe binoculaire (Originale, 2023).	<b>34</b>
<b>Figure 33</b>	Identification d' <i>Aphis fabae</i> sous la loupe binoculaire (Gr : 1x10)(Originale, 2023).	<b>35</b>
<b>Figure 34</b>	<i>Chenopodium album</i> L (Originale, 2023).	<b>36</b>
<b>Figure 35</b>	L'huile essentielle du Romarin « <i>Rosmarinus officinalis</i> » (Originale, 2023).	<b>36</b>
<b>Figure 36</b>	Matériel utilisé en laboratoire (Originale, 2023).	<b>37</b>
<b>Figure 37</b>	Préparation de solution testée en ajoutant de l'eau distillée à l'huile essentielle (Originale, 2023).	<b>38</b>
<b>Figure 38</b>	Les trois doses de solution testée (Originale, 2023).	<b>38</b>

<b>Figure 39</b>	Le tri de 40 individus d' <i>Aphis fabae</i> /boite de pétri à l'aide d'une pince (Originale, 2023).	<b>38</b>
<b>Figure 40</b>	Test de l'activité insecticide de l'huile essentielle de « romarin » sur le puceron noir de la fève « <i>Aphis fabae</i> » par contact (Originale, 2023).	<b>39</b>
<b>Figure 41</b>	Pourcentage de l'individu d'insectes par rapport aux trois méthodes d'échantillonnage.	<b>48</b>
<b>Figure 42</b>	Mortalité corrigée observée de l'H.E du Romarin sur les pucerons noirs de la fève ( <i>Aphis fabae</i> ).	<b>58</b>
<b>Figure 43</b>	Droite de régression (d'ajustement) Log dose en huile essentiel /mortalité (probits) de puceron noir (24h).	<b>59</b>
<b>Figure 44</b>	Droite de régression (d'ajustement) Log dose en huile essentiel /mortalité (probits) de puceron noir (48h).	<b>59</b>
<b>Figure 45</b>	Droite de régression (d'ajustement) Log dose en huile essentiel /mortalité (probits) de puceron noir (72h).	<b>59</b>
<b>Figure 46</b>	Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'exposition aux huile essentiel / mortalité (probits) de puceron noir « dose1 »	<b>60</b>
<b>Figure 47</b>	Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'exposition aux huile essentiel / mortalité (probits) de puceron noir « dose2 »	<b>60</b>
<b>Figure 48</b>	Droite de régression (d'ajustement) Log durée d'exposition aux huile essentiel / mortalité (probits) de puceron noir « dose3 »	<b>60</b>

## Liste des tableaux

	<b>Tableaux</b>	<b>Pages</b>
<b>Tableau 1</b>	Les critères de distinction entre les trois variétés de <i>Vicia faba</i> L. (Guignard, 1989).	<b>07</b>
<b>Tableau 2</b>	Production de la fève en tonnes (FAOSTAT, 2014).	<b>10</b>
<b>Tableau 3</b>	Composition moyenne de la graine de fève (Y. Kaysi, J-P. Melcion, 1992).	<b>11</b>
<b>Tableau 4</b>	Les principaux insectes ravageurs pouvant attaquer la fève « <i>vicia faba</i> ».	<b>13</b>
<b>Tableau 5</b>	Liste globale de l'ensemble des espèces d'insectes capturés par les trois méthodes d'échantillonnage dans les deux stations d'étude	<b>45</b>
<b>Tableau 6</b>	La richesse totale « <b>S</b> » et moyenne « <b>Sm</b> » des insectes au niveau des deux sites	<b>47</b>
<b>Tableau 7</b>	Effectifs et abondances relatives en fonction des espèces piégés grâce aux trois méthodes de captures dans les deux stations d'étude.	<b>49</b>
<b>Tableau 8</b>	Fréquences d'occurrences (Fo %) en fonction des espèces d'insecte dans la station de Boudouaou.	<b>51</b>
<b>Tableau 9</b>	Fréquences d'occurrences (Fo %) en fonction des espèces d'insecte dans la station de H'raoua.	<b>52</b>
<b>Tableau 10</b>	Indice de diversité spécifique de Shannon (H') et l'Indice d'équitabilité	<b>54</b>
<b>Tableau 11</b>	Le taux de mortalité corrigé des pucerons traités par l'H.E de romarin.	<b>57</b>
<b>Tableau 12</b>	DL50 des pucerons traités par l'H.E de romarin	<b>59</b>
<b>Tableau 13</b>	TL50 des pucerons traités par l'H.E de romarin	<b>61</b>

## Liste des abréviations

<b>%</b>	Pourcentage
<b>A.R%</b>	Abondance relative
<b><i>A.fabae</i></b>	<i>Aphis fabae.</i>
<b><i>C.album</i></b>	<i>Chénopode blanc.</i>
<b>D</b>	Dose
<b>DL50</b>	La dose létale pour 50% de la population d'insectes
<b>E</b>	indice d'Equitabilité
<b>F.O%</b>	Fréquence d'occurrence
<b>H</b>	Heur
<b>H'</b>	indice de diversité de Shannon
<b>H.E</b>	l'huile essentielle
<b>H'max</b>	indice de diversité maximal
<b>J</b>	Jour
<b>Log</b>	Logarithme.
<b>Mc%</b>	Mortalité corrigée.
<b>n</b>	nombre d'espèces.
<b>Ni</b>	nombre d'individus
<b>R</b>	nombre de sortie.
<b><i>R.officinalis</i></b>	<i>Rosmarinus officinalis.</i>
<b>S</b>	Richesse spécifique
<b>SM</b>	Richesse moyenne
<b>T</b>	Temps
<b>TL 50</b>	le temps léthal pour 50% des individus
<b><i>V.faba</i></b>	<i>Vicia faba</i>

## Introduction

Les légumineuses sont parmi les premières plantes cultivées et consommées par l'homme depuis des milliers d'années, comme les haricots en Afrique du Nord, le soja en Orient, et les haricots au Mexique (Latham, 2001). Ces cultures sont importantes dans la plupart des systèmes agricoles car elles s'adaptent facilement à différents environnements (Soltiner, 1990 ; Khaldi et al. 2002). Les légumineuses (Fabaceae) constituent une source importante de protéines pour l'alimentation humaine et animale. Cette famille botanique constitue, en outre, un excellent précédent cultural, grâce à l'aptitude de ses plantes à fixer l'azote atmosphérique en symbiose avec des bactéries *Rhizobia* (Bargaz, 2012).

Parmi les légumineuses, la fève (*Vicia faba*) est la quatrième culture légumière pratiquée dans le monde après les petits pois, les pois chiches et les lentilles (Yahia et al. 2012). Elle est cultivée dans environ 58 pays, avec une superficie mondiale estimée à 3 millions d'hectares, dont plus de 50 % en Chine, 20 % en Afrique du Nord et moins de 10 % en Europe (Abu Amer et al. 2012). En Algérie, la fève occupe la première place parmi les légumineuses, la moitié de la superficie réservée à cette culture est répartie entre Tlemcen, Chlef, Skikda, Ain Témouchent et Biskra (Aouar-Sadli et al., 2008, Meradsi, 2009). Elle est principalement cultivée dans les plaines et les régions sublittorales, et a un rôle important dans l'économie nationale et dans la production agricole (Aouar-Sadli et al. 2008).

D'après Boizet et al (2013), la fève souffre surtout des accidents climatiques, notamment, les gelées, les fortes chaleurs et le stress hydrique. Par ailleurs, elle est soumise aux attaques de plusieurs bio-agresseurs, tels que, les plantes adventices, les maladies fongiques, les viroses, les nématodes et les insectes (Schmitt, 1978 cité par Mabsoute; Saadaoui, 1996).

La fève (*Vicia faba L.*) abrite une faune entomologique riche et diversifiée soit utiles ou bien nuisible pour la fève (Hignard et al. 2011). Parmi les ravageurs qui s'attaquent à cette culture, les insectes occupent une place importante, dont plusieurs sont nuisibles, nous citons la sitone du pois (*Sitona lineatus*), le puceron noir (*Aphis fabae*), la bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*) et Lixe poudreux des fèves (*Lixus algerus*).

Pour lutter contre ces ravageurs, plusieurs méthodes de lutte sont utilisées, essentiellement chimiques. Cependant, ces méthodes présentent des effets négatifs sur la santé humaine, la faune et la flore. Il est donc important de proposer des alternatives respectueuses de

l'environnement et efficaces pour la lutte contre les ennemis des cultures (Regnault-Roger, 2008).

Notre étude a pour ambition de trouver des alternatives aux pesticides chimiques pour lutter contre l'insecte ravageur du puceron noir de la fève et réduire les pertes causées par cet insecte. Les extraits de plantes sont une option prometteuse pour limiter l'utilisation de pesticides synthétiques en agriculture (Glitho et al, 2008). En Algérie, l'utilisation de produits naturels, notamment les extraits de plantes, commence à être explorée comme méthode de lutte non polluante contre les insectes dans de nombreuses études (Kemassi 2008 ; Labouzi 2010 ; Habbachi et al. 2013 ; Aouati et Berchi, 2015). Ainsi, notre objectif est d'évaluer l'efficacité des huiles essentielles dans la lutte contre le puceron noir de la fève afin de développer des solutions alternatives aux pesticides phytosanitaires conventionnels et de promouvoir une agriculture respectueuse de l'environnement.

Notre étude vise à déterminer l'entomofaune nuisible et utile de la fève (*Vicia faba*) dans deux sites d'étude, et estimer l'effet de l'huile essentielle de romarin (*Rosmarinus officinalis L.*) vis-à-vis des adultes mâles et femelles de puceron noir de fève (*Aphis fabae*) par la méthode contact.

Notre problématique est donc la suivante :

- Comment identifier les insectes nuisibles et utiles à la culture de la fève, afin de développer des méthodes de lutte durables ?
- Est-il possible d'utiliser les huiles essentielles pour lutter contre le puceron noir de la fève de manière efficace et respectueuse de l'environnement ?
- Les huiles essentielles sont-elles une alternative efficace et durable aux pesticides chimiques pour lutter contre le puceron noir de la fève ?

Pour répondre à ces questions, nous allons mener une étude en deux phases.

Dans la première phase, nous allons étudier la composition de la faune entomologique de la fève dans deux stations d'étude. Nous identifierons les insectes nuisibles et utiles à cette culture.

Dans la deuxième phase, nous évaluerons l'efficacité de l'huile essentielle de romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) sur les adultes mâles et femelles de puceron noir de fève (*Aphis fabae*) par contact.

Le présent travail est structuré en trois chapitres. Le premier chapitre traite des données générales sur la fève, l'entomofaune nuisible et utile qui la visite et un aperçu sur le romarin *Rosmarinus officinalis*. Il est suivi par le matériel utilisé sur le terrain et en laboratoire, et les méthodes suivies. La dernière partie concerne les résultats obtenus et leur discussion. Ce travail est achevé par une conclusion et des perspectives.

**CHAPITRE I**  
**SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**

## I.1.Aperçu général sur la fève

### 1.1.1 Origine

Les fèves sont originaires d'Afrique du Nord et d'Asie du Sud-Ouest (Street et al, 2008). Néanmoins, des restes de cette culture ont été trouvés à Jéricho « Palestine » et qui remontent à 6000 ans (Cuberoj, 2011). Cet auteur l'a considérée comme l'une des plus vieilles espèces légumières cultivées (10 000 ans).

Bien que la morphologie ancestrale de *V. faba* L soit inconnue, on pense que le parent sauvage le plus proche des fèves est l'espèce *Vicia pliniana* d'Algérie (Duc, 2010). L'espèce s'est propagée de la région méditerranéenne à l'Europe, puis à travers l'Eurasie et dans la région du Nouveau Monde (Street et al., 2008).

### 1.1.2. Position systématique

Les légumineuses comestibles constituent une grande famille d'environ 690 genres et 18 000 espèces, dont *Vicia faba*, une plante herbacée annuelle qui appartient à la famille des Fabacées (Peron, 2006) (Figure 1).

Classification classique : Selon Linné (1773) in Dajoz (2000), la fève est classée comme suit :

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Dialypétale
Série	Caliciflores
Ordre	Rosales
Famille	Fabacées
Sous-famille	Papilionacées
Genre	<i>Vicia</i>
Espèce	<i>Vicia faba</i>



Fig. 1 : la fève  
(*V.faba*L.)(Originale, 2023)

### 1.1.3. Classification phylogénétique :

D'après Chase et Reveal (2009), la classification de l'espèce *Vicia Faba* L. est décrite comme suit :

Règne	<b>Plantae</b>
Sous-Embranchement	<b>Angiospermes</b>
Classe	<b>Dicotylédones</b>
Sous-Classe	<b>Fabidées</b>
Ordre	<b>Fabales</b>
Famille	<b>Fabaceae</b>
Sous-famille	<b>Papilionioideae</b>
Tribu	<b>Fabeae</b>
Genre	<i>Vicia</i>
Espèce	<i>Vicia faba</i> L.

### 1.1.4. Morphologie de la fève

La fève (*Vicia faba* L.) est une plante dure et droite qui forme des gousses dressées ou inclinées contenant de grosses graines (Peer, 2017) (Figure 2).

- **Racines:** le système racinaire est constitué d'une racine principale et des racines secondaires portant des nodosités, et les nodules contiennent des bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium leguminosarum*) (Duc, 1997). le système racinaire de la fève peut pénétrer jusqu'à 80 cm de profondeur (Chaux et Foury, 1994).
- **Tige :** Les tiges sont simples, dressées, creuses, généralement entre 0,80 et 1,20 mètre de hauteur (Chaux et Foury, 1994). Les tiges sont pourvues d'un ou plusieurs rameaux à la base et présentent un type de croissance indécis (Brink et Blay, 2006 ; Duc, 1997).
- **Feuilles:** Les feuilles sont pennées à l'exception de deux stipules (bractées foliacées) qui se trouvent immédiatement après les cotylédons (Peer, 2017). Les feuilles de fèves sont de couleur vert clair, ovales, entières. Elles sont composées et contiennent 2 à 8 folioles (Dominique, 2010).
- **Fleurs :** Les fleurs sont blanches, mais peuvent aussi être rougeâtres ou violettes (la couleur des fleurs varie au sein du cultivar) et ont des points noirs à la base des pétales

latéraux (Peer, 2017). Les fleurs sont de type papilionacé mesurant 2 à 3 cm de long (Duc, 1997).

- **Fruits** : Les fruits sont des gousses charnues de couleur verte puis noircissent à maturité. Ils peuvent avoir de 10 à 20 cm de long selon les variétés, et de nombre variable de graines (4 à 9) (Chaux et Foury, 1994). Les gousses sont pourvues d'un bec et elles sont renflées au niveau des graines (Brink et Blay, 2006).
- **Graines** : Dans leur état immature, ces plantes sont les plus importantes de toutes les espèces végétales et affichent une teinte verte vibrante. Lors d'une croissance ultérieure, ils se transforment en formes coriaces, aplaties presque circulaires ou en forme de rein et portent une coloration brun rougeâtre ou blanc verdâtre (Chaux et Foury, 1994).

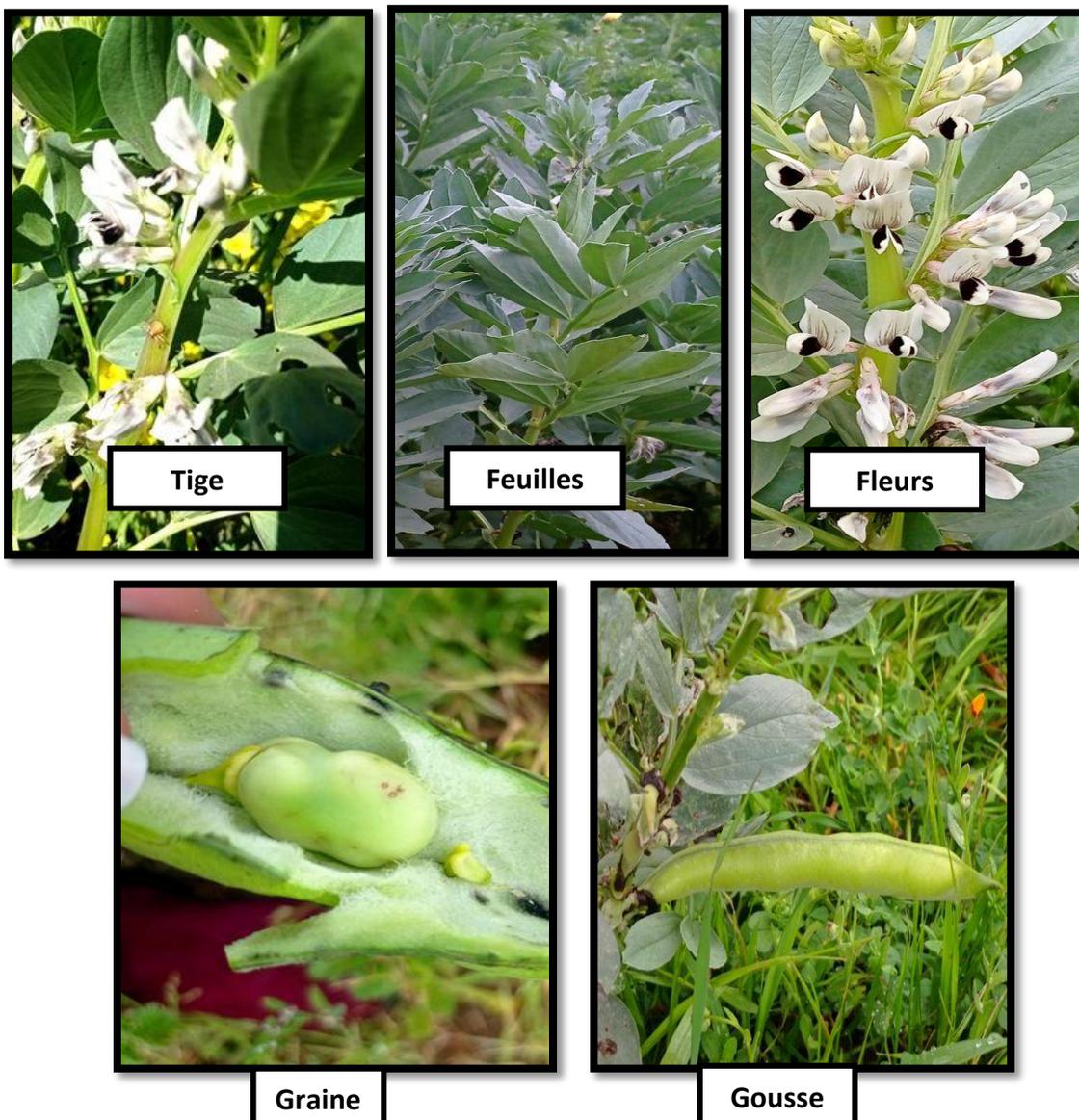
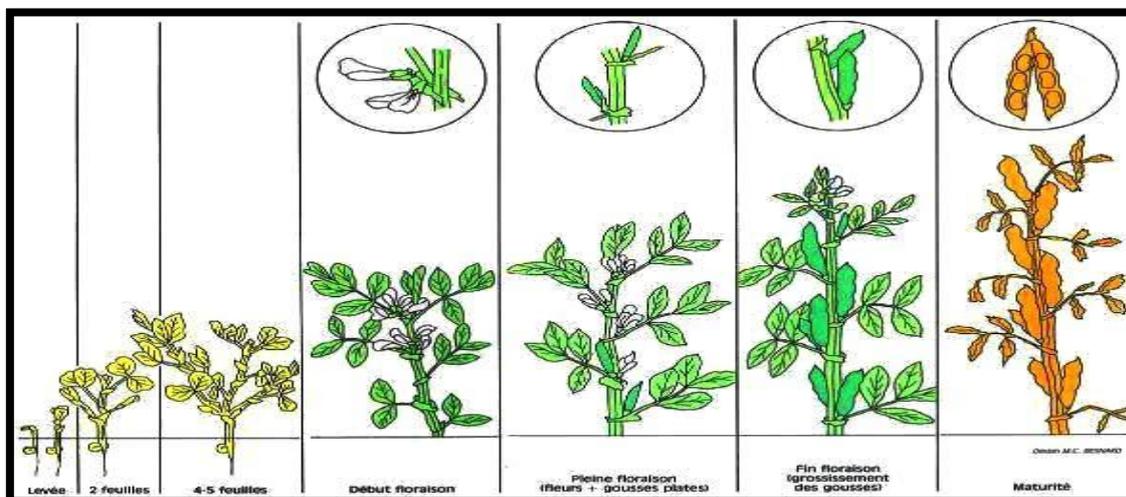


Figure 2 : Les différentes parties de la fève (Original, 2023).

### 1.1.5. Cycle phénologique de la fève

Selon Chauv & Foury (1994), le cycle complet de la fève prend environ 5 mois et les phases phénologiques sont représentées sur la figure 3.



**Figure 3 :** le cycle phénologique de la fève (Simonneau et al, 2012).

### 1.1.6. Variétés de la fève

*Vicia* est un genre de plantes qui comprend environ 200 espèces (The plant list, 2013). D'après (Nuessly et al, 2004), la classification a été adoptée en fonction de la taille des graines.

La fève est subdivisée selon la taille des graines en 3 sous-espèces qui sont : sous-Espèce *Vicia faba minor*, Sous-espèce *Vicia fabae quina* et Sous-espèce *Vicia faba major*.

Les critères de distinction entre les trois variétés de *Vicia faba* L. sont notés dans le tableau 1.

**Tableau 1 :** Critères de distinction entre les trois variétés de *Vicia faba* L. (Guignard, 1989)

Variétés Traits	Minor	Equina	major
Taille de grains	Petits (P1000 grains <1000 g)	Moyens (P1000 grains entre 1000 et 1500 g)	Gros ou très gros (P1000 grains >1500g)
Forme de grains	Grains ovoïdes, réguliers et lisses	Grains présentant une dépression latérale des cotylédons	Grains larges et plats
Taille des gousses	Gousses courtes (nombre d'ovules de 2 à 3)	Gousses plus longues (nombre d'ovules de 3 à 4)	Gousses très longues (nombre d'ovules de 8 à 13)
Forme des gousses	Cylindrique	Plus aplatie	Aplatie souvent recourbée « en sabre »
Port des gousses sur les tiges	Port érigé sur les tiges	Généralement semi érigées ou à port horizontal	Retombantes et trainant généralement à terre

### **1.1.6.1. Différentes variétés de fève (*Vicia faba*) présentes en Algérie :**

Généralement, il existe plusieurs variétés de fève en Algérie, les plus importantes sont :

- 1.1.6.1.1. Séville :** C'est une variété à maturation précoce avec une hauteur de tige de 0,7 m. Sa couleur de feuillage vert assez franc. Ses gousses mesurent environ 3 cm de large et 25 cm de long, contenant 5 à 6 gros grains (Laumonier, 1979).
- 1.1.6.1.2. Muchaniel :** selon Chaux et Foury (1994), Variété relativement très précoce, elle possède des gousses vert clair de 20 cm de long contenant 5 à 6 grains blancs.
- 1.1.6.1.3. Aguadulce :** D'après Chaux et Foury (1994), Cette variété est demie précoce, très répandue en culture et se caractérise par une hauteur de végétation de 1,10 à 1,20 m. Les gousses sont volumineuses, vert franc, très longues, jusqu'à 20 à 25 cm, et contiennent 7 à 9 graines. C'est une race très prolifique.
- 1.1.6.1.4. Féverole :** Cette variété a toujours été l'une des espèces les plus utilisées par l'homme dans les montagnes de notre pays, notamment dans la région de Kabylie, comme nourriture pour l'homme et les animaux (Anonyme, 2006). Selon Thomas (2008), l'une des plus performantes en matière de fixation de l'azote. Toutefois, cette espèce a fortement décru depuis le développement de l'alimentation du bétail et la mise en place de grandes plantations à base d'Atriplex (INRAA, 2006)
- 1.1.6.1.5. Sidi Moussa :** C'est une variété sélectionnée à EL-Harrach en 1965, convient dans tous les sols. Elle peut résister aux maladies cryptogamiques (*Botrytis*), aux insectes (*Aphis fabae*), aux plantes parasites (*Orobanche* sp.) et aux nématodes (Zaghouane, 1991).

### **1.1.7. Exigences de la culture de la fève**

La fève est une plante très sensible, Il a donc besoin d'exigences climatique et pédologique pour bien croître.

#### **1.1.7.1. Exigences pédologiques**

**Sol :** D'après Marcel (2002), Les fèves poussent mieux sur des sols à texture plus lourde, mais craignent les sols légers (risque de sécheresse), en outre les terres trop acides (Laumonier, 1979). Ces culture préfère les sols sablo-argileux (Peron, 2006).

**Eau :** la fève est une plante très sensible à la sécheresse qui a besoin d'eau tout au long de son cycle végétatif, notamment pendant la floraison, pour cela une intervention par

arrosage ou irrigation est nécessaire dans des conditions de faibles précipitations (Chaux et Foury, 1994).

#### **1.1.7.2.Exigences climatiques:**

**Température :** La température optimale pour sa croissance s'établi entre 15-25°C (Matthews et Marcellos, 2003), mais elle tolère assez bien le froid (jusqu'à -3 et -4°C) (Chaux, 1971). *Vicia faba* ne supporte pas les fortes chaleurs, qui lui causera un arrêt de croissance ou une chlorose, et peut même détruire complètement sa végétation (Chaux et Foury, 1994).

**Lumière :** En termes d'ensoleillement, la fève est considérée comme une plante de longue journée ; les tiges s'allongent et forment rapidement des nœuds à des intensités lumineuses élevées (El-Waraa, 1977 *in* par Bedjaoui (2000).

**Humidité :** Les plantes de fève ont des exigences élevées en matière d'humidité, en particulier pendant la période initiale de son développement (Laumonier, 1979).

#### **1.1.7.3.Exigences agronomiques:**

**Préparation du sol :** D'après (Chaux et Foury, 1994), un labour profond est recommandé pour qu'une plante atteigne l'autonomie dans ses besoins en eau grâce à son système racinaire pivotant. Un labour de 30 à 35 cm de profondeur en été est conseillé par Anonyme (1977), suivi d'un important désherbage.

En termes de rotation et en raison du risque de développement de maladies, ravageurs et autres parasites, ne pas faire revenir la fève avant 4 ou 5 ans sur une même parcelle, ni les autres légumineuses (pois chiches, lentilles, haricots, etc.) (Chaux et Foury, 1994).

**Semis :** Les semis peuvent se faire en automne (fin août, début de septembre) ou au printemps (Foury, 1990, Saouli, 2005). En Algérie, le semis est réalisé en novembre pour éviter la sécheresse printanière et le développement de l'orobanche (Laumonier, 1979).

### 1.1.8. Importance de la culture de la fève :

#### 1.1.8.1. A l'échelle mondiale :

La fève (*Vicia faba*) est la culture la plus importante en termes de superficie et de rendement de la famille des légumineuses à grosses graines (Maatougui, 1996). Les fèves sont des cultures de base dans de nombreux pays, dont la Chine, l'Éthiopie et l'Égypte, et sont largement cultivées dans toute la région méditerranéenne et dans certaines parties de l'Amérique latine pour la consommation humaine (Razia, 2000; Naqvi, 1984).

- **Production mondial de la fève**

La production de la fève à l'échelle mondiale est enregistrée dans le tableau 2.

**Tableau2** : production mondial de la fève en tonnes (FAOSTAT, 2014)\_

Pays	Quantité de production (1000 tonnes)	(%)
MONDE	4342	100%
MED	1093	25%
Chine	1800	41%
Éthiopie	516	12%
France	372	9%
Egypte	350	8%
Australie	329	8%
UK	130	3%
Soudan	112	3%
Italie	87	2%
Maroc	73	2%
Allemagne	60	1%
Pérou	53	1%
Tunisie	45	1%
Iran	44	1%
Syrie	34	1%
Federation russe	33	1%
Turquie	28	1%
Algérie	27	1%
Espagne	25	1%

### 1.1.8.2.En Algérie :

En Algérie, la fève couvre 43 000 hectares, soit 44,3 % de la réserve de légumineuses durant l'année 1994 (Maatougui, 1997). Selon le même auteur, la production de la fève est de 15 500 tonnes en grains secs, soit 0,3 tonne par hectare. Par rapport à la production moyenne internationale, soit 3 à 4 tonnes par hectare (Chaux et Foury, 1994). Il est à noter que la production nationale est très faible.

La production mondiale de graines de fèves de 1998 à 2003 était estimée à 940 000 tonnes/an sur une superficie de 2,6 millions d'hectares, avec l'Algérie (118 000 tonnes/an.) (FAO, 2009).

### 1.1.9. Intérêts de la fève

#### 1.1.9.1. Intérêt alimentaire :

L'utilisation de la fève comme source de protéines dans l'alimentation humaine et animale, et leurs effets bénéfiques sur la fertilité des sols sont largement reconnus. Principalement, elle est consommée sous forme de gousses fraîches, et en graines sèches à faible proportion (Maatougui, 1997). Selon Brink et Melese-Belay (2006), la fève est une excellente source de fibres alimentaires, d'énergie et de glucides complexes. Elle est riche en vitamines C, B1, B2 et E ainsi qu'en minéraux, calcium, cuivre, fer et phosphore (Gordon, 2004). La composition moyenne de la graine de fève est notée dans le tableau 3.

**Tableau3** : composition moyenne de la graine de fève (Kaysi, Melcion, 1992)

Composition chimique	Teneur %
➤ Matière sèche	➤ 87,7
➤ Matière azotée totale	➤ 29,9
➤ Cellulose brute	➤ 8,4
➤ Amidon	➤ 44,0
➤ Matière grasse	➤ 1,5
➤ Cendres	➤ 4,1
➤ NDF	➤ 13,7
➤ ADF	➤ 10,8
➤ Lignine	➤ 0,3
➤ Tanins	➤ 0,73
➤ Activité antitrypsique (UTL/mg)	➤ 3,75
➤ Vicine	➤ 0,55
➤ Convicine	➤ 0,25
➤ Alpha galactosides	➤ 2,71
➤ Acide phytique (mg/g)	➤ 3,67
➤ Hémagglutinines (UH/mg)	➤ 10,50

### **1.1.9.2.Intérêt économique :**

La fève est cultivée sur les plaines côtières et les zones sublittorales (Zaghouane ,1991).Selon la FAO (2002), la production mondiale de fèves s'élevait à 4,75 millions de tonnes, dont 1,02 million de tonnes de fèves vertes et 73 millions de tonnes de fèves sèches. Elle demeure la légumineuse vivrière la plus importante d'Algérie (Brink et Bellay, 2006)

### **1.1.9.3.Intérêt agronomique :**

Comme toutes les légumineuses comestibles, les fèves contribuent à l'enrichissement du sol en éléments fertilisants, ce qui a un effet positif sur les performances des cultures qui lessivent, notamment le blé (Khaldi et al, 2002).

La fève améliore la teneur du sol en azote et enrichissent le sol en matière organique. Elle améliore aussi sa structure par son système racinaire puissant et dense (Hamadache, 2003).

### **1.1.10. Contraintes**

La culture de la fève est fortement affectée par les stress abiotiques tels que le froid, le gel, la chaleur, la sécheresse et la salinité (dans les régions du sud). Les contraintes biologiques sont également importantes, comme les mauvaises herbes, les maladies virales et fongiques, les nématodes et les insectes. Les pertes de rendement sont souvent dues à la non-utilisation de semences certifiées, d'engrais, d'herbicides et de pesticides ainsi que d'autres facteurs limitants.

Malheureusement, l'exploitation de la culture de la féverole n'est guère économiquement viable pour les agriculteurs compte tenu des coûts élevés en main-d'œuvre. Bien qu'il y ait eu quelques tentatives pour résoudre ces problèmes récemment, aucune mesure cohérente n'a encore été prise pour encourager et soutenir cette pratique agricole.(Maatougui, 1996).

## **1.2. Entomofaune de la culture de la fève**

La culture de la fève est sujette aux attaques de plusieurs catégories et espèces de bio-agresseurs animaux, en particulier les nématodes, les acariens et les insectes. Aussi, elle est visitée par les espèces utiles telles que les prédateurs et les pollinisateurs (abeilles, papillons, ...).

## 1.2.1. Bio-agresseurs

### 1.2.1.1. Nématodes :

L'espèce de nématode la plus dangereuse pour la fève est *Ditylenchus Dipsaci*. Selon Abbad-Andaloussi (2001), c'est un nématode qui provoque des dommages importants sur les tiges de fèves. Ce nématode nouvellement introduit en Algérie, limite le développement de la culture. Il provoque une décoloration des tiges, une nécrose localisée entre les nœuds, une déformation des feuilles ainsi que la division des gousses et rabougrissement de la plante.

### 1.2.1.2. Insectes :

Certains insectes attaquent la culture de fève et peuvent causer des dégâts considérables. Les principaux insectes ravageurs pouvant s'attaquer à la fève *Vicia faba* sont présentés dans le tableau 4 et les figures 4 à 9.

Tableau 4. Principaux insectes ravageurs de la fève.

Ravageurs	Symptômes	Dégâts
 <p><b>Figure 4 : Puceron de la fève</b> « <i>Aphis fabae</i> » (Original, 2023)</p> <p><i>Aphis f.</i> est un homoptère de 2 mm de long. Le principal ravageur de la fève. Cette espèce forme des colonies autour des tiges (Hamadache, 2003).</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>_ Il provoque l'enroulement, le dessèchement et la chute des feuilles (Hamadache, 2003).</li><li>-Les feuilles s'enroulent sous l'action du percement de sève. (Didier et Guyot, 2012).</li><li>-_La toxicité de la salive peut entraîner des fleurs avortées et l'éclatement des gousses. (Didier et Guyot, 2012).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>_Le nombre de graines et le poids des graines par gousse sont réduits (Maoui et al. 1990).</li><li>-En outre, cet insecte peut transmettre plus de 30 types de virus pathogènes (Blackman et Eastop, 2007).</li><li>-En cas de pullulations, ils peuvent causer des pertes allant jusqu'à 12 q/ha (Simonneau et al, 2012).</li><li>-Un étouffement par le miellat et la fumagine peuvent émerger au niveau de la plante (Chaichi et Djazouli, 2017)</li></ul>



**Figure 5 :** Sitone du pois « *Sitona lineatus* » (Original, 2023)

Le sitone du pois est un charançon de (3,5 à 5 mm) de long, de couleur brun-rougeâtre (Blackman et Eastop, 2007)

\_ Les adultes coupent des encoches en forme de U sur les bords des feuilles de fèves (Simonneau et al, 2012).

\_ Leurs larves vivent sous terre et se nourrissent de nodules fixateurs d'azote sur les racines de fève (Aversennq et al, 2008)

\_les pertes de rendement jusqu'à 10 - 12 q/ha, avec une diminution de qualité (jusqu'à 30% de réduction des niveaux de protéines du grain) (Simonneau et al, 2012).



**Figure6 :** Bruche de la fève « *Bruchus rufimanus* » (Wikipédia, 2023)

C'est un coléoptère, qui mesure 4 à 4,5 mm et attaque principalement les légumineuses de genre *Vicia* (Hoffman et Labeyrie, 1962 ; Sanon et al, 2002 ; Bruce et al, 2011).

\_Diminution de qualité des graines en accomplissant une partie de son cycle à l'intérieur et en les trouant lors de la sortie des nouveaux adultes (Simonneau et al, 2012).

\_Les femelles pondent des œufs sur les gousses (Boughdad, 1994).

\_c'est un insecte qui peut causer des dégâts importants lors du stockage (Boughdad, 1997).

\_Les larves se développent aux dépens des graines qui perdent leur pouvoir germinatif et leur poids (Boughdad, 1994).



**Figure7 :** Thrips *Thrrips angusticeps* (Wikipedia, 2022)

sont de minuscules insectes parasites de nombreuses plantes (Arvalis et Unip, 2013)

\_Les plantes affectées présentent des feuilles ridées avec des taches jaunes ou brunes, elles développent de nombreuses branches et restent courtes et sans gousses (Simonneau et al., 2012).

\_Ils causent rarement la mort des plantes, les dégâts sont de nature esthétique, et ils affectent la qualité de la récolte (Arvalis et Unip, 2013).



**Figure8 :** Lixé poudreux des fèves *Lixus algirus* (Original, 2023)

Ce charançon est un coléoptère de 15 à 22 mm de long, le principal insecte ravageur de la féverole en région méditerranéenne(Sabraoui et al., 2021)

\_Le ravageur est très destructeur, avec un taux d'infestation moyen de 75%(Sabraoui et al, 2021)

\_ Il provoque un séchage précoce (Maoui et al., 1990).

\_Les larves provoquent un flétrissement et jaunissement des feuilles. (Sabraoui et al., 2021)

\_Ils s'affaiblissent les plantes, et perdent du poids de semences (Maoui et al., 1990).

\_La croissance et le rendement des plantes sont affectés. (Sabraoui et al., 2021)



**Figure9 :** puceron vert du pois *Acyrthosiphon pisum* (INRA, 2018)

est un petit insecte de 2,5 à 4,4 mm de long, vert pomme ou rose chez certaines souches (Bouhachem, 2002).

\_S'observe sur ou sous les feuilles. Ensuite, il colonise les boutons floraux, les fleurs, puis les gousses (INRA, 2018)  
 -\_Provoque l'avortement des fleurs et la diminution du poids des grains et du nombre de gousses (INRA, 2018)

Selon (Bouhachem, 2002) :

- \_Lorsqu'une infestation survient avant la floraison, ce puceron peut mettre en péril toute la récolte.
- \_Les pertes de rendement peuvent atteindre allant jusqu'à 20 q/ha (INRA, 2018).
- \_Il aspire la sève et peut même transmettre des virus qui tuent entièrement la plante. (Bouhachem , 2002).

## 1.2.2. Ennemis naturels (auxiliaires) contre les ravageurs de la fève

L'introduction dans le milieu de vie des ravageurs d'un prédateur, ou d'un parasitoïde pour inhiber leur développement est une méthode de lutte biologique.

### 1.2.2.1. Prédateurs

Un prédateur est un organisme qui attrape sa proie et s'en nourrit (**Geneviève, 2018**). Les insectes prédateurs qu'on trouve sur la culture de la fève sont nombreux : les Coléoptères, les Hémiptères, les Diptères, et Neuroptères, de plus d'autres arthropodes comme les acariens (Geneviève, 2018).

#### 1.2.2.1.1. Coléoptères

- **Coccinelles (Coccinellidae) :** Les femelles pondent jusqu'à 20 œufs par jour près des colonies de pucerons. Les larves et les adultes sont les principaux prédateurs. Les stades larvaires plus âgés peuvent consommer jusqu'à **100** pucerons par jour (Georcret et Scheromm, 1995) (Figure, 10).



**Figure (10) :** Les coccinelles adultes (*Coccinella septempunctata*) sur la plante de *Vicia faba* (Original, 2023).

- **Staphylins :** Ce sont des insectes de taille moyenne. Ils sont généralement noirs et de forme très allongée. Les larves et adultes sont polyphages, ils se nourrissent d'acariens, de pucerons et de larves de Diptères (Pintureau et al., 2009).

#### 1.2.2.1.2. Diptères :

- **Syrphes(Syrphidés) :** le corps de ces mouches présente parfois des rayures ou des taches jaunes ou bleues sur fond noir, ce qui les rapproche superficiellement des guêpes ou des abeilles. Leurs larves peuvent manger entre 400 et 700 pucerons au cours de leur développement (INRA, 2019).
- **Cécidomyies (Cécidomyidés) :** les adultes sont minces. Ce sont des petites mouches qui mesurent 2,5mm. Les larves se développent pendant 3 à 6 jours. Leurs larves, peuvent consommer jusqu'à 20 proies par jour (Ronzon, 2006).

#### 1.2.2.1.3. Héteroptères :

- **Punaises :** selon Ronzon (2006), ce sont des insectes de forme et de taille très variée. Certaines familles sont phytophages, d'autres carnivores. Les familles auxiliaires contre le puceron et les acariens sont les Anthocorides, les Nabides et les Mirides.

#### 1.2.2.1.4. Névroptères :

- **Chrysopes** exemple *Chrysoperla carnea* : sont des auxiliaires de petite taille (environ 15mm). Il possède 4 ailes transparentes et nervurées d'une longueur de 23 à 30mm, un corps plus court que les ailes de couleur vert clair (Leroy et al, 2008 ; INRA, 2018). Il est considéré comme le prédateur le plus efficace. Chez cet insecte, seules les larves sont efficaces pour le contrôle biologique de divers ravageurs tels que les pucerons, les cochenilles, les aleurodes ou encore les acariens en Europe et en Amérique du Nord.

Une seule larve de chrysope peut consommer jusqu'à 60 pucerons chaque jour (Tauber et al, 2000 ; Capinera, 2008 ; Leroy et al, 2008) (Figure 11).



**Figure 11** : Chrysope verte entraîne de dévorer le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*)(Falc , 2023)

#### 1.2.2.1.5. Thysanoptères :

- **Thrips** : insectes de très petite taille (moins de 2 mm). Certaines espèces sont des ravageurs, mais d'autres ont la propriété de se nourrir de larves de thrips phytophages, de larves de pucerons et encore d'œufs d'acariens tétranyques (Chabrière et Caudal, 2007).

#### 1.2.2.2.Parasitoïdes :

Sont des organismes qui se développent sur ou à l'intérieur d'un autre organisme, causant toujours la mort de leur hôte (Geneviève, 2018). Lorsque l'insecte parasitoïde adulte, il se nourrit généralement de miellat, de nectar ou de pollen, bien que certains adultes se nourrissent des fluides corporels de l'hôte (Altieri et al, 2005).

Les principaux insectes parasitoïdes des ravageurs de la fève sont les suivants :

- ✓ D'après Hoffmann (1945), les ennemis naturels du bruche de fève sont peu nombreux. Balachowsky (1962) a signalé trois hyménoptères :

1. *Sigalphus pallipes*
2. *Sigalphus thoracicus*
3. *Chremylus rubiginosus*

***Sigalphus thoracicus*** : cause la plus forte mortalité chez les larves plus âgées, et nymphe de *Bruchus rufimanus* (Boughdad, 1994). Par contre en Algérie, Luca (1965) rapporte la destruction des larves de *bruche rufimanus* par *Triaspis thoracicus*.

- ✓ Les principaux parasitoïdes des pucerons sont représentés par la sous famille des *Aphidiinae* (*Hymenoptera* : *Braconidae*) et le genre *Aphelinus* (*Hymenoptera* : *Aphelinidae*). Ces deux groupes pondent des œufs à l'intérieur des larves et des adultes de l'hôte, dont le développement entraîne la mort de l'hôte (Le Ralec et al., 2010).

***Lysiphlebus fabarum* (Hyménoptères)** : un endoparasitoïde solitaire, le parasitoïde plus abondant sur *Aphis fabae* (Figure 12). Il cause une réduction drastique des populations d'*Aphis fabae* sur la fève (Mahmoudi et al, 2010).



**Figure12 :*Lysiphlebus fabarum* (INRA, 2010)**

- ✓ Les parasitoïdes des Thrips sont relativement peu nombreux et leur impact est très limité (Bournier, 1982). Quelques Hyménoptères des familles de Trichogrammatidae : sont des parasitoïdes des œufs des thrips (Loomans et van Lenteren, 1995 ; Mahr et al., 2001).
- ✓ **Les guêpes parasitoïdes (Hyménoptères)** : le corps des guêpes parasitoïdes est généralement noir, brun orange ou noir avec des colorations jaunes ou orangées, leur taille très variables selon l'espèce (entre 5 et 40 mm) mais la majorité des espèces sont de petite taille (Geneviève, 2018) (Figure 13).



**Figure 13:** guêpe parasitoïde (Originale, 2023)

- ✓ **Les araignées :** Ces araignées parasites paralysent leur proie après l'avoir capturée, puis pondent un œuf dont les larves se nourrissent pour se développer (INRA, 2018) (Figure 14).



**Figure 14 :** araignée parasitoïdes (Originale, 2023)

### 1.2.3. Pollinisateurs :

Les pollinisateurs sauvages sont un filet de sécurité gratuit pour les cultivateurs. Les abeilles sauvages, les mouches, les guêpes, les papillons et d'autres pollinisateurs assurent 85% des services de pollinisation (Ollerton *et al.*, 2011).

À l'exception de quelques espèces de guêpe, les abeilles sont les seuls animaux qui récoltent délibérément le pollen, dont elles se servent pour nourrir leur progéniture (Mader, 2011). Par contre, les papillons diurnes et nocturnes, la plupart des guêpes, les

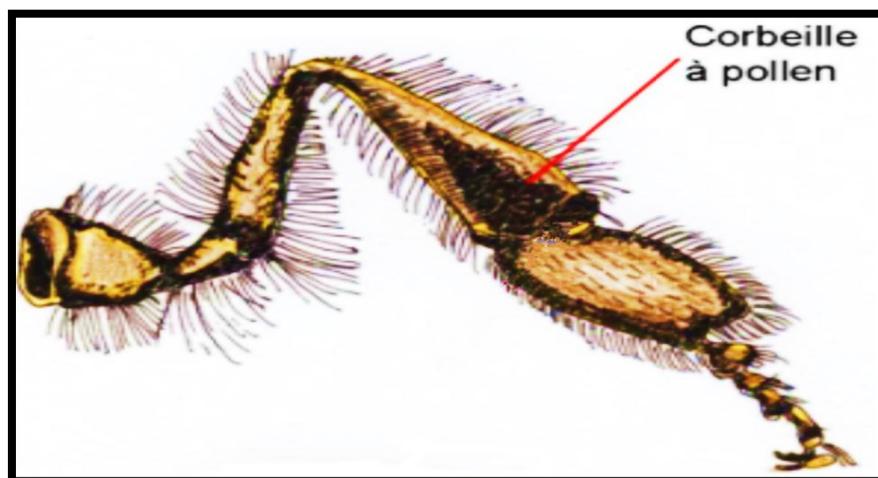
mouches et les coléoptères visitent les fleurs pour se nourrir de leur nectar ou (dans le cas de certains coléoptères) de leurs pétales (AAC, 2014).

### 1.2.3.1.Hyménoptères :

#### ➤ Abeilles :

Plusieurs auteurs ont montré que l'activité de butinage des abeilles sur la fève assure la pollinisation croisée et augmente significativement la productivité des plantes par rapport à l'autopollinisation (Free 1966 ; Pritsch 1971 ; Poulsen 1975 ; Pinzauti et Frediani 1979 ; Koltowski 1996 ; Svendsen et Brødsgaard 1997).

La morphologie du corps de l'abeille est spécifiquement bien adaptée à la pollinisation. Le corps des abeilles est caractérisé le plus souvent par une pilosité très abondante ; ce qui facilite l'adhésion des grains de pollen. Ces poils sont situés sur le tibia des pattes postérieures des femelles où ils forment une brosse (**Figure 15**). Chez les **Megachilidae** la brosse peut être localisée sur la face ventrale de l'abdomen (brosse ventrale). Pour les **Andrenidae**, ils transportent le pollen sur leur thorax. Même sur les poils denses situés sous l'avant de l'abdomen chez les **Halictidae** et **Colletidae** (Michener, 2007). D'après les recherches d'El Berry et al. (1974) et Knott et al. (1994), tous les visiteurs de *V. faba* appartenaient à la famille *Apidae*. Parmi les espèces les plus importantes : *Anthophora sp.* (81,32 %), *Tetralonia lanuginosa* (7,69 %) et d'autres (6,59 %). La plupart des pollinisateurs sauvages enregistrés dans la fève étaient des abeilles fouisseuses (genre *Anthophora*) et des abeilles à longues cornes (genre *Eucera*). (Sentil et al. 2022).

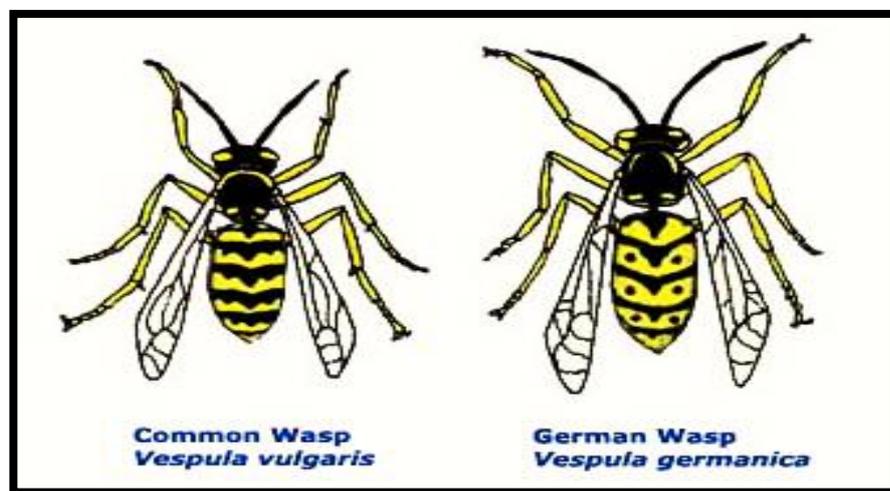


**Figure 15** : La patte postérieure d'une abeille. (Domi, 2017)

Sur les côtes méditerranéennes et au Moyen-Orient, des espèces d'abeilles sauvages (*Andrena* spp., *Anthophora* spp., *Eucera* spp., *Tetralonia* spp., *Xylocopa* spp.) peuvent être d'importants pollinisateurs en étant localement plus nombreuses que l'abeille domestique (El Berry et al., 1974 ; Knott et al., 1994). Selon Benachour et al. (2007) et **Bendifallah (2021)**, *Eucera numida* reste le principal pollinisateur des féveroles dans la région de Constantine et Alger, de même avec les études de **Cartujo et al (1998)** et **Pierre et al (1999)** en sud de l'Espagne.

➤ **Guêpes :**

La famille des Vespidés est celle des guêpes vraies, avec d'une part les espèces sociales (frelon, guêpes et polistes) et d'autre part les espèces solitaires (eumènes). Les guêpes sont généralement considérées comme des insectes floraux et sont rarement impliquées dans le transport du pollen. Cependant, ce transport peut être très efficace et dans certaines conditions joue un rôle important dans la pollinisation de certaines espèces (Figure 16). En témoignent deux espèces de guêpes sociales : **la guêpe germanique et la guêpe commune** (ICARDA, 2016).



**Figure 16 : La guêpe commune et la guêpe germanique (Teressa, 2017)**

### 1.2.3.2. Diptères :

Les espèces florifères et pollinisatrices se trouvent chez les mouches (diptère). (ICARDA, 2016). Les premières recherches ont été faites uniquement sur les aspects négatifs des mouches, mais maintenant la plupart des études ont montré que les espèces de mouches à viande ont de nombreux aspects bénéfiques tels que des pollinisateurs. (Jarlan, de Oliveira et Gingras, 1997 ; Losey et Vaughan, 2006 ; Klein et al., 2007 ; Heath, 2015).

La famille des Calliphoridae (*Schizophora*, *Calypterae*, *Oestroidea*) communément appelés mouches à viande, mouches bleues, mouches à grappes ou mouches vertes sont des pollinisateurs très importants. Ils sont distribués dans le monde entier, avec plus de 1 000 espèces et environ 150 genres décrits (Wood, 1987 ; Brown et al, 2010).

*Lucilia* sp est une espèce de pollinisateur qui est le visiteur le plus courant et la première mouche à viande à arriver lorsque la fleur fleurit. C'est peut-être le pollinisateur le plus efficace en raison de son taux relativement élevé de revisiter la fleur. Le *Lucilia* sp vole énergiquement et il est capable de voler jusqu'à 22 km de distance en quelques jours (Hor, 2021) (Figure 17).



**Figure 17:** *Lucilia* sp (Calliphoridae) (Peterson, 2008)

### 1.2.3.3.Lépidoptères :

L'abondance de la famille de Piéridés dans la pollinisation de la fève est de 4.63%. Les deux espèces pollinisatrices appartenant à l'ordre des *lépidoptères* s'étaient *Lampides boeticus L.* et *Phoebis sennae* selon les études de Kambrekar et al (2019).

Ce qui distingue le plus les papillons des autres insectes pollinisateurs, c'est leur « trompe ». Elle est constituée d'un ensemble de pièces buccales très bien adapté à la récolte du nectar. Le mouvement de la trompe dans la fleur provoque le dépôt de grains de pollen (Mathilde et al., 2011) (Figures 18, 19).



Figure 18: *Phoebis sennae*(INPN, 2023)

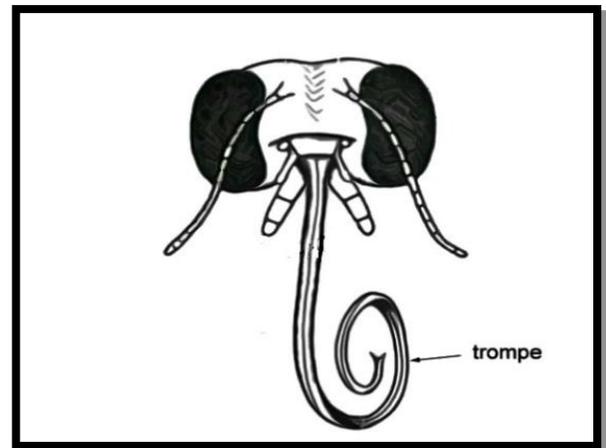


Figure 19 : Trompe du papillon (INRAA,

## 1.3Huile essentielle du Romarin

### 1.3.1 Présentation de Romarin

*Rosmarinus officinalis L.*, est une plante aromatique et médicinale appartenant à la famille des Lamiacées. Celle-ci connue également sous le nom des Labiées, comporte environ 258 genres pour 6900 espèces plus ou moins cosmopolites. C'est un arbrisseau peut atteindre jusqu'à 1,50 m de hauteur, poussant à l'état sauvage dans les régions ayant un bioclimat semi-aride et subhumide. Il occupe une grande partie de tout le bassin méditerranéen (Eloutassi et al. 2013). Une grande partie de ces plantes est aromatique, riche en huile essentielle d'où leur intérêt économique et médicinal (Ouibrahim, 2010).

### 1.3.1.1. Classification

La classification de *Rosmarinus officinalis* L. selon Goetz et Ghedira (2012) est la suivante :

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-Règne	Tracheobionta
Embranchement	Magnoliophyta
Sous-embranchement	Magnoliophytina
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Rosmarinus</i>
Espèce	<i>Rosmarinus officinalis</i> L



Figure 20 : *Rosmarinus officinalis* L. (Originale, 2023).

### 1.3.2. Appareil végétatif

Selon Mostefai (2012), le romarin est une plante qui comprend plusieurs parties (Figure 20) :

- **Racine** : La racine du *Rosmarinus officinalis* est profonde et pivotante.
- **Tige** : La tige de romarin est ligneuse.
- **Feuille** : Les feuilles de romarin sont persistantes .Linéaire, gaufrée, feuilles coriaces, sessiles, opposées, rigides brillantes à bords repliés. vert foncé, à bord enroulé, blanchâtres dessous, pouvant atteindre 3cm de long et 4mm de large,
- **Fleurs** : Les fleurs de romarin sont de couleur bleuâtres, à parfois roses ou blanches ou violet clair, la fleur sont de 10-12mm de long.

### 1.3.3. Composition chimique de l'huile essentielle du romarin

Le romarin est connu principalement pour les propriétés aromatiques de leur huile essentielle. Cependant, il contient encore plusieurs composés ayant une activité biologique même après l'extraction de l'huile essentielle (Rodrigo, 2022).

L'huile essentielle de romarin est composée de plus d'une centaine de composés chimiques, les principales molécules étant le 1,8-cinéole, l' $\alpha$ -pinène, l' $\alpha$ -terpinéol, la verbénone, le limonène, l'acétate de bornyle, le terpinolène et le camphre (Borges et al. 2019; Tuttolomondo et al. 2015). En plus de l'huile essentielle, on trouve dans le romarin: 2 à 4 % de dérivés triterpéniques tels que : l'acide ursolique , l'acide oléanolique, l'acétate de germanicol; dérivés de l'acide canosolique, romanol, romadial, des acides phénolique, des acides gras hydroxylés surtout des dérivés de l'acide décanoïque, des acides gras organiques l'acide citrique, glycolique, et glycérique, des stérols, de la choline, du mucilage et de la résine (Belakhdar, 1997).

#### **1.3.4. Utilisation de l'huile essentielle du Romarin**

Les insecticides synthétiques sont les outils les plus utiles pour prévenir les pertes dues aux infestations de ravageurs. Cependant, l'utilisation de pesticides devrait être limitée en raison du développement de la résistance des insectes et de leurs effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement. Au cours des dernières décennies, les produits insecticides naturels, particulièrement les huiles essentielles (H.E) et leurs principes actifs, ont montré leur potentiel comme alternatives à la lutte antiparasitaire (Ben Abada et al. 2023). Selon Glitho et al (2008), nonobstant leurs faibles concentrations dans les plantes, les huiles essentielles sont considérées comme extrêmement efficaces biologiquement pour éliminer divers ravageurs.

Le romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) possède des propriétés médicinales qui proviennent de sa composition chimique riche en substances phénoliques et phosphatées, ainsi que de matières anti-inflammatoires et stériles qui lui confèrent des propriétés insecticides (Abdelatif, 2009).

Selon les recherches de Ben Abada et al (2023), les résultats obtenus démontrent l'efficacité et l'utilité de l'huile essentielle de *R. officinalis* et de ses principaux composants comme traitement des produits stockés. Ils ont révélé une toxicité insecticide intéressante contre les larves d'*Ectomyelois ceratoniae* (Pyralidae).

L'étude de Sadek et al (2023) a montré que l'H.E du romarin (*Rosmarinus officinalis* L.) présente une activité insecticide sur le 2ème stade larvaire de *Spodoptera frugiperda* (légionnaire d'automne). Cela suggère que le romarin peut être utilisé comme alternative aux soins traditionnels pour lutter contre ce ravageur.

**CHAPITRE II**

**MATÉRIEL ET MÉTHODES**

## CHAPITRE II : Matériel et Méthodes

### 2.1. Présentation de la région d'étude

#### 2.1.1. Site de Boudouaou

L'étude est réalisée au niveau de la commune de Boudouaou ( $36.7268^{\circ}$  N,  $3.3964^{\circ}$  E) appartenant à la wilaya de Boumerdès. Nous avons choisi un champ de fève d'une superficie de  $68\text{m}^2$  il se situe à proximité de la faculté de Droit et Sciences Politiques de l'Université M'Hamed Bougara de Boumerdès (Figure 21, 22).

La variété de la fève semée est Muchaniel. La plantation de cette culture eut lieu en mois de Janvier en forme de « L » (Figure 21)

Dans ce site, aucun traitement phytosanitaire n'a été appliqué durant toute la période de l'expérimentation.



**Figure 21** : Photo satellitaire du Site expérimental de « Boudouaou » (Google Earth, 2023)



**Figure 22** : Site expérimental de « Boudouaou » (Original, 2023).

### 1.2.2. Site de H'raoua

L'étude est menée dans une parcelle expérimentale de l'Institut de Technologie Moyen Agricole Spécialisé 'cultures maraîchères' de H'raoua, wilaya d'Alger (36.7716° N, 3.3135° E) (Figure 23). La parcelle expérimentale de 73m<sup>2</sup> de superficie est cultivée de fève en mois de Novembre. La variété de la fève semée est Aguadulce. Le système de plantation de cette culture est en lignes (rangées) (Figure 24).

Avant le début de l'expérimentation sur ce site, un traitement phytosanitaire a été appliqué contre le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*) par un insecticide « RUSTILAN ».



**Figure 23 :** Photo satellitaire de Site expérimental de « H'raoua » (Google Earth, 2023)



**Figure 24:** Station expérimentale de «H'raoua » (Original, 2023).

### 1.3. Entomofaune nuisible et utile

#### 2.2.1. Matériel biologique

La culture principale est constituée de la fève (*Vicia faba*). Deux variétés locales sont plantées.

Sur chaque site, deux variétés sont plantées :

- La variété de site Boudouaou : Muchaniel.
- La variété de site H'raoua : Aguadulce

#### 2.2.2. Matériel de piégeage des insectes

##### 2.2.2.1. Coupelles d'eau colorées

Les coupelles colorées constituent l'une des meilleures méthodes de capture des insectes. Ces pièges permettent une estimation des ravageurs présents dans les parcelles et même des insectes pollinisateurs et prédateurs. Dans cette étude, nous avons utilisés des coupelles de couleur jaune (Figure 25). Dans chacune des stations expérimentales on a installé trois récipients, chaque récipient remplis avec de l'eau additionnée de sel et quelques gouttes de savon liquide.

Chaque 1L d'eau → 350g de sel.



**Figure 25** : Matériel utilisés (coupelles jaunes, sel, eau, savon liquide) (Originale, 2023)

### 2.2.2.2. Filet entomologique :

Cette méthode est basée sur la capture de l'entomofaune volante et les arthropodes localisés dans la strate herbacée en période de floraison. Ce dernier compose d'une poche de tulle blanc, montée sur un cercle métallique et le tout est lié à une manche en bois (Figure 26).



**Figure 26** : Filet entomologique utilisé pour la capture de l'entomofaune volante et les arthropodes (Originale, 2023).

### 2.2.2.3. Sachets en plastiques

Dans le domaine d'agronomie, les sacs en plastiques sont faciles à manipuler et utiliser comme des outils de collecte d'insectes dans les champs et tout milieu agricole.

### 2.2.3. Méthodes d'échantillonnage des insectes

L'étude s'est déroulée entre mars et avril 2023 dans deux exploitations de la culture de fève (Wilayas d' Alger et Boumerdès). Les parcelles sont distantes de plus de 10 km les unes des autres. L'échantillonnage des insectes est réalisé avec le début de la floraison de la culture et s'est terminé avec la fin de cette période. Deux (02) sorties par semaine sont réalisées pour les 2 sites. Les techniques de piégeage sont employées

à chaque sortie sauf que l'installation des coupelles colorées est programmée une fois par semaine.

### 2.2.3.1. Echantillonnage des insectes aux coupelles d'eau colorées

Dans chaque parcelle expérimentale, sont installées trois coupelles récipients jaunes car les insectes sont attirés par la couleur jaune, chaque récipient est rempli à moitié d'un liquide comprenant un litre d'eau, 350 grammes de sel et quelques gouttes de savon liquide non parfumé qui empêche les individus qui y tombent de s'échapper. On remonte la coupelle afin que le fond du piège soit à la hauteur de la végétation et au niveau des fleurs. Donc, il faut que :

- ✓ La solution soit bien homogène.
- ✓ Le piège doit être inodore.
- ✓ La coupelle doit rester bien visible pour être efficace.

Le contenu de des coupelles est récupéré après 48 h, dans des boîtes en plastiques avec l'alcool à 70° pour être conservé, et les mettre au réfrigérateur jusqu'à leur identification en laboratoire.



**Figure 27** : Les coupelles jaunes installées dans une parcelle de fève au site Boudouaou (Originale, 2023).



**Figure 28** : Les coupelles jaunes installés dans une parcelle de fève au site H'raoua (Originale, 2023).

### 2.2.3.2. Echantillonnage des insectes au filet entomologique

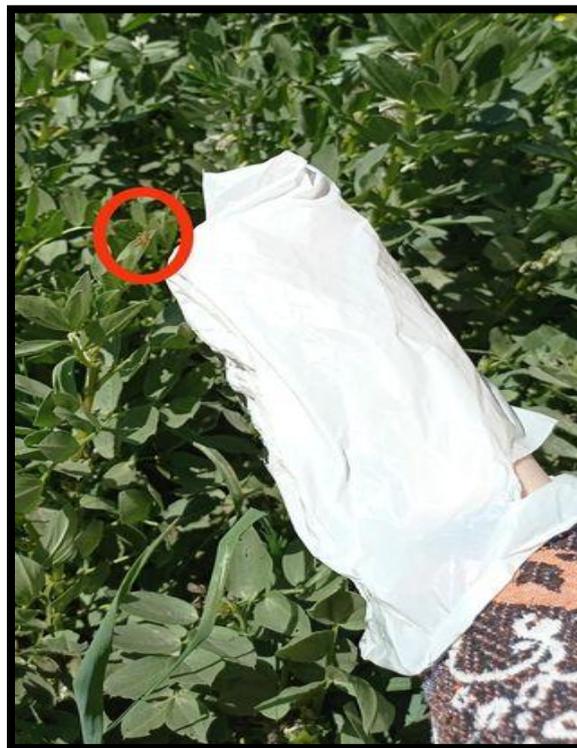
Il existe deux méthodes de chasse :

- **la chasse à vue :** nous utilisons cette méthode pour attraper les insectes volants.
- **le filet fauchoir :** Ce principe permet de récolter les insectes qui vivent sur les plantes herbacées ou feuillage. On se déplace le long d'une ligne droite, à vitesse constante, on balaie la végétation basse alternativement à droite à gauche. Ensuite, les insectes sont pris dans le filet.

Les insectes capturés sont empoisonnés dans un bocal contenant de l'acétate d'éthyle pour les tuer. Ensuite, ils sont gardés dans du papier serviette et conservés dans un réfrigérateur de (-) 80° C jusqu'à leur identification.

### 2.2.3.3. Echantillonnage des insectes avec des sachets en plastiques

La méthode de capture avec des sachets en plastique est considérée la plus simple à réaliser (Bendifallah, 2002). Elle fonctionne sur le principe de la chasse à vue par approche directe (Figure 29).



**Figure 29:** Sachet en plastique utilisé pour la capture des insectes. (Originale, 2023).

### 2.2.3. Montage des échantillons d'insectes

Les spécimens récoltés sont épinglés sur un support de polystyrène à l'aide des aiguilles entomologiques placées sur le thorax (Figure 30). Ensuite, nous écartons soigneusement les ailes, les antennes et les pattes. Après leur dessèchement, les insectes sont prêts pour être identifiés.



**Figure 30** : Montage des insectes collectés (Originale, 2023).

### 2.2.5. Identification des insectes

L'identification de la plupart des insectes collectés a été obtenue à l'aide d'une loupe binoculaire (Gr : 40X) (Figure 31), et des clés. Il convient de rappeler que la reconnaissance des spécimens à l'échelle de l'espèce est très difficile, nous nous sommes donc limitées de déterminer uniquement au « genre » pour certains specimens, pour les insectes restants, et les envoyés dans des boîtes à collection (accompagnés d'une étiquette indiquant la date de capture, le lieu et la méthode de capture) à des spécialistes pour l'identification finale. La confirmation de l'identification est faite avec le concours de Madame la Professeure Leila Bendifallah.



**Figure 31** : loupe binoculaire utilisé pour l'identification des insectes collectés (Originale, 2023).

## 2.3. Bio-essais de l'activité insecticide de l'huile essentielle de Romarin vis-à-vis puceron noir *Aphis fabae*

### 2.3.1. Matériel

#### 2.3.1.1. Matériel biologique

##### 2.3.1.1.1. Matériel entomologique

Cette étude concerne le ravageur *Aphis fabae*; le puceron noir de la fève est le principal bio-agresseur de la fève (*Vicia faba*) (Figure 32).

#### ✓ Position systématique

D'après Balachowsky et Mesnil (1935), et Grasse (1951), *Aphis fabae* est classé comme suit:

• Règne	<b>Animal</b>
• Embranchement	<b>Arthropode</b>
• Sous embranchement	<b>Mandibulates</b>
• Classe	<b>Insectes</b>
• Sous classe	<b>Pterygotes</b>
• Section	<b>Néoptère (paraneoptère)</b>
• Sous-section	<b>Hétérometabole</b>
• Super ordre	<b>Hemipteroïde</b>
• Ordre	<b>Homoptères</b>
• Sous ordre	<b>Aphidinea</b>
• Super famille	<b>Aphidoidea</b>
• Famille	<b>Aphididae</b>
• Sous famille	<b>Aphidinae</b>
• Genre	<b><i>Aphis</i></b>
• Espèce	<b><i>Aphis fabae</i></b>



**Figure 32 : *Aphis fabae* observé sous la loupe binoculaire (Originale, 2023).**

##### 2.3.1.1.1.1. Méthode d'échantillonnage :

Cette espèce est récoltée à partir des feuilles d'une plante spontanée herbacée « Chénopode blanc » qui sont infestées. On a constaté que les insectes parasitant les plants de fèves migraient vers les plants de chénopode quelques jours avant le travail du sol dans la parcelle du site d'étude ITMAS H'raoua qui a été réalisé quand l'expérimentation de piégeage est terminée. Nous avons mis ces échantillons dans des bacs en plastique. Par la suite, les feuilles prélevées sont acheminées au laboratoire.

L'identification est faite à l'aide d'une loupe binoculaire en suivant les clés d'identification dévouées à l'espèce étudiée au niveau de laboratoire de l'université M'Hamed Bougara de Boumerdès (Figure 33).



**Figure 33 : Identification d'*Aphis fabae* sous la loupe binoculaire (Gr : 1x10)(Originale, 2023).**

#### **2.3.1.1.2. Matériel végétal**

*Chenopodium album* L., ou le chénopode album, est une plante annuelle adventice à croissance rapide de la famille des Chenopodiaceae. Elle est également connue sous le nom d'épinard sauvage. Le chénopode album est une plante herbacée commune dans les régions tempérées et chaudes du monde entier. Elle pousse dans une grande variété d'habitats, y compris les champs, les bords de route, les terrains vagues et les jardins.

*C. album* atteint normalement une hauteur de 0,1 à 1,5 m, mais dans certains cas, ses plantes peuvent atteindre 3,0 à 3,5 m de hauteur (Bassett et Crompton, 1978). Sa tige est lisse, dressée, cannelée longitudinalement, rayée et de couleur rouge, verte ou violette (Anonyme 2017). Les feuilles sont alternes, simples et ovales à lancéolées, avec une marge lisse ou légèrement dentée (Figure 34). Elle peut pousser dans des sols pauvres. C'est un producteur de graines prolifique et peut rapidement devenir envahissant. La plante est également l'hôte d'un certain nombre d'insectes nuisibles et de maladies tels que le puceron noir de la fève.



**Figure 34:** *Chenopodium album* L.(Originale, 2023).

#### 2.3.1.1.3. Huile essentielle

L'huile essentielle du Romarin *Rosmarinus officinalis* est une huile commerciale prêt à tester.

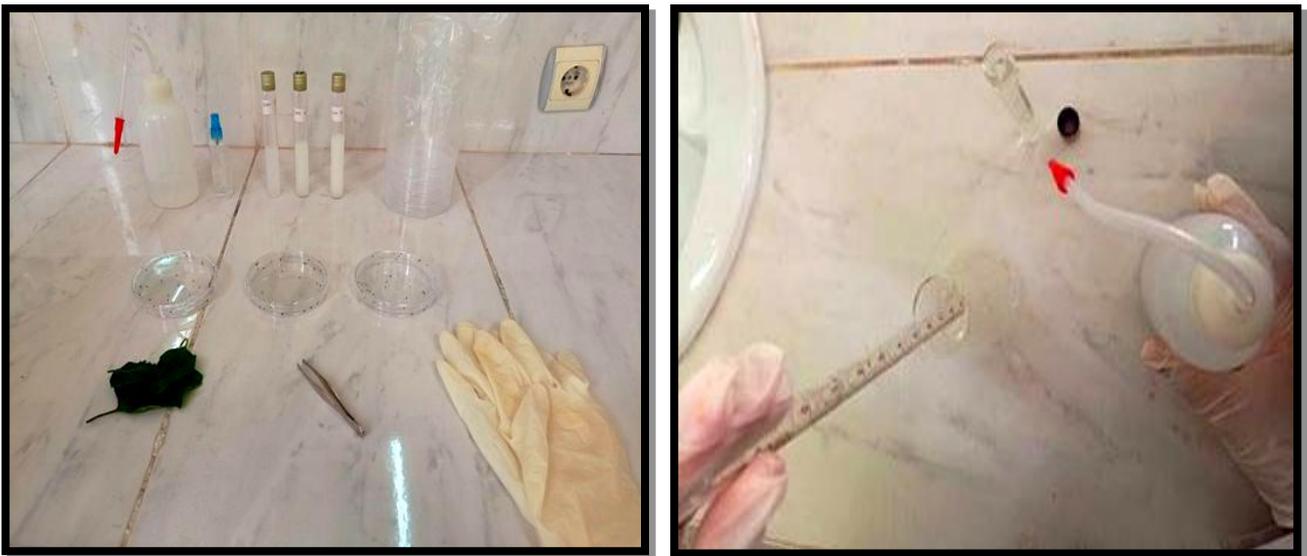


**Figure 35:**L'huile essentielle du Romarin « *Rosmarinus officinalis* » (Originale, 2023).

### 2.3.1.2. Matériel non biologique

La réalisation des expériences que nous avons étudiées nécessite un matériel constitué d'un ensemble d'équipements et de verrerie (Figure 36) :

- Une loupe binoculaire
- « 12 » boîtes de pétri en plastique
- « 2 » pinces à épiler
- Une pipette graduée 10ml
- « 3 » tubes en verre
- Bouteille vaporisatrice (pulvérisateur manuel)
- Eau distillé
- Ruban adhésif
- Papier



**Figure 36: Matériels utilisés en laboratoire (Originale, 2023).**

### 2.3.2. Méthodes d'étude

L'étude est essentiellement axée sur l'évaluation de l'activité insecticide de l'huile essentielle de « romarin » sur les adultes mâle et femelle d'*Aphis fabae* par la méthode de contact.

### 2.3.2.1. Préparation initiale

La solution de l'huile essentielle utilisée était prête à être tester. Trois doses ont été choisies pour effectuer le test de toxicité : **D1** :1 mg/ml, **D2** : 2mg /ml, **D3** : 4mg /ml, et témoin (Figure 38). Elles sont préparées en additionnant de l'eau distillée (Figure 37). Les insectes d'*Aphis fabae* sont triés en sélectionnant les pucerons adultes, non ailés à l'aide d'une pince afin de réaliser le test (Figure 37, 38, 39).



**Figure 37** : Préparation de solution testée en ajoutant de l'eau distillée à l'huile essentielle (Originale, 2023).



**Figure 38** : Les trois doses de solution testée (Originale, 2023).



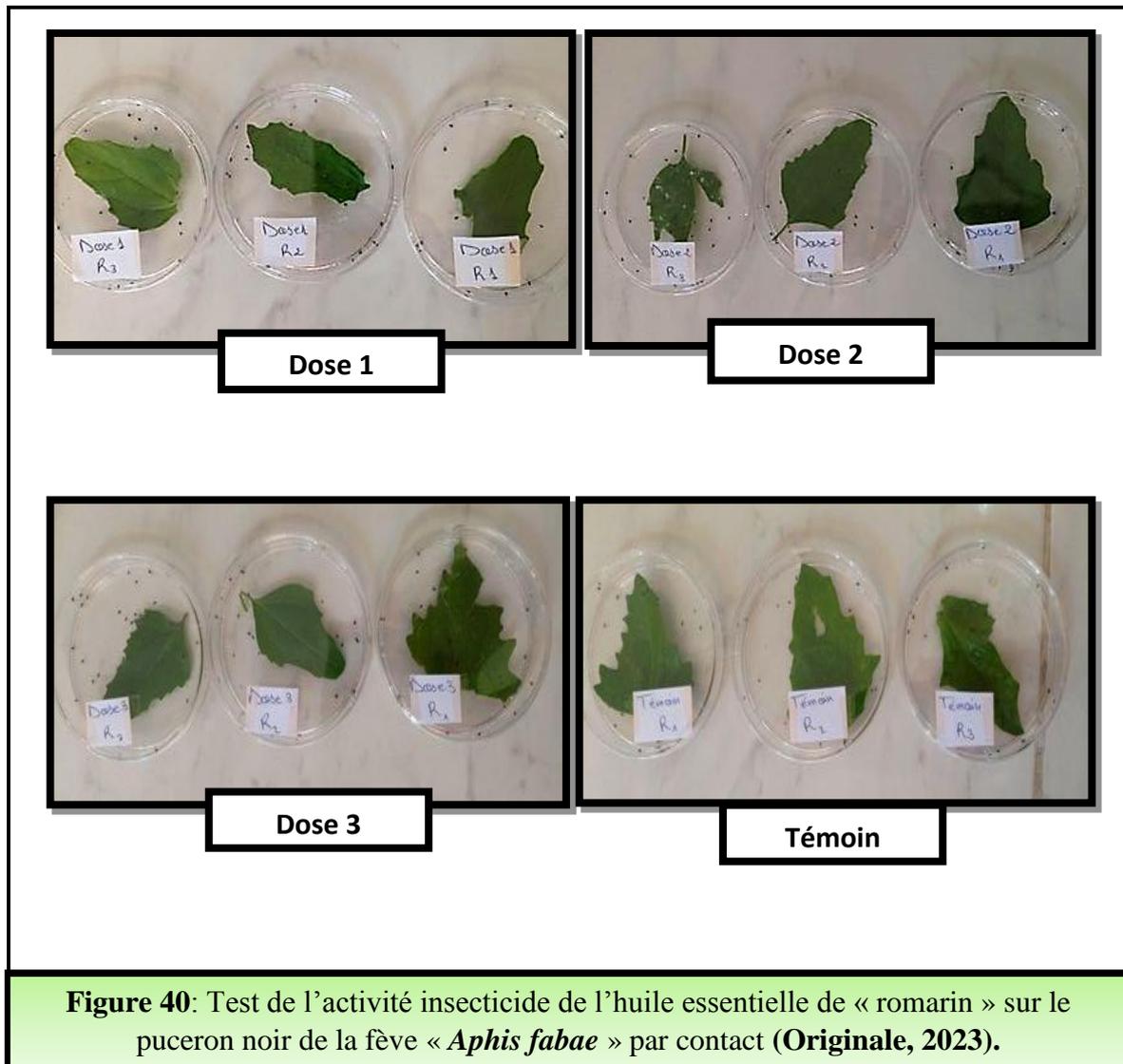
**Figure 39**: Le tri de 40 individus d'*A. fabae*/boîte de pétri à l'aide d'une pince(Originale, 2023).

### 2.3.2.1. Traitement par contact :

Ce test consiste à étudier l'effet des 3 doses sur la longévité des adultes d'*Aphis fabae* à des traitements par contact d'huile essentielle de «Romarin" en fonction du temps.

Nous avons appliqué chaque concentration en pulvérisant le produit sur les pucerons. L'eau distillée a été utilisée pour traiter les pucerons témoins. Chaque concentration est appliquée à **40** pucerons/boîte de pétri, répétée une seul fois. Les pucerons sont placés sur une feuille de la plante chénopode à l'intérieur des boîtes de Pétri (9 cm de diamètre) (Figure 40).

Trois répétitions sont effectuées pour chacune des doses testées et un témoin pour chaque dose (Figure 40). Les pucerons sont mis sous observation et les mortalités sont relevées après 2h, 4h, 24h, 48h, 72h et 96h, de traitement.



#### 2.4. Exploitation des résultats :

Les données et les résultats obtenus grâce à toute recherche doivent être employés de diverses manières. Ceux-ci sont spécifiques à chaque méthode d'échantillonnage et cible prévue. Southwood (1978) a suggéré l'étude des communautés animales, en particulier des insectes, pour analyser des indices écologiques tels que la répartition de l'abondance et la diversité.

### 2.4.1. Exploitation des résultats de l'entomofaune nuisible et utile par des indices écologiques de composition

Ce sont des indices quantitatifs de l'entomofaune étudiée.

#### 2.4.1.1. Richesse spécifique totale ou spécifique

Selon Ramade(1984),la richesse totale (S) est le nombre des espèces présentes dans un écosystème. C'est la mesure la plus utilisée dans la biodiversité. Elle est obtenue comme suit:

$$S= Sp1+Sp2+Sp3+ ..... + Spn$$

- « S »:est la richesse spécifique.
- « Sp »:est l'espèce.
- « n »:est le nombre total des espèces.

#### 2.4.1.2. Richesse moyenne (Sm)

Selon Blondel (1979), la richesse moyenne est le nombre moyen des espèces piégées à chaque relevé. La richesse moyenne est très utile dans l'étude de la structure des peuplements (Ramade,1984).Elle est obtenue par la formule suivante:

$$Sm = \frac{\sum ni}{NR}$$

- «  $\sum ni$  »:est la somme des espèces relevées lors de chaque relevé.
- « NR »:est le nombre total des relevés.

#### 2.4.1.3. Abondance relative ou fréquence centésimale (A.R %)

L'abondance relative (AR%) est le rapport du nombre des individus d'une espèce ou d'une catégorie, d'une classe ou d'un ordre ni au nombre total des individus de toutes les espèces confondues N (Zaïme et Gautier, 1989). Elle est exprimée par la formule ci-dessous:

$$AR\% = \frac{ni}{N} \times 100$$

- « **AR%** »: est l'abondance relative.
- « **ni** »: est le nombre d'individus d'une espèce.
- « **N** »: est le nombre total des individus.

D'après (Faurie et al, 2003), selon la valeur de l'abondance relative d'une espèce les individus seront classés de la façon suivante:

**AR% > 75 %** l'espèce prise en considération est abondante.

**50% < AR% < 75%** l'espèce prise en considération est très abondante.

**25% < AR% < 50%** l'espèce prise en considération est commune.

**5% < AR% < 25 %** l'espèce prise en considération est rare.

**AR% < 5%** l'espèce prise en considération est très rare

#### 2.4.1.4. Fréquence d'occurrence (F.O%)

La fréquence d'occurrence est le rapport exprimé en pourcentage du nombre des relevés contenant l'espèce « Pi » prise en considération par rapport au nombre total des relevés. « P » (Dajoz, 1982). D'après Faurie et al (2003), elle est définie comme suit :

$$FO\% = (P_i \times 100) / P$$

- « **FO %** » : Fréquence d'occurrence.
- « **Pi** »: Nombre des relevés contenant l'espèce étudiée.
- « **P** »: Nombre total des relevés effectués.

En fonction de la valeur de Fo %, on distingue les catégories suivantes (Dajoz, 1971 ; Mulleur, 1985), les espèces sont dites:

- Omniprésentes si  $F_o = 100\%$ .
- Constances si  $75\% \leq F.o \% < 100\%$ .
- Régulières si  $50\% \leq F.o \% < 75\%$ .
- Accessoires si  $25\% \leq F.o \% < 50\%$ .
- Accidentelles si  $5\% \leq F.o \% < 25\%$ .

- Rares si  $F.0\% < 5\%$ .

## 2.4.2. Exploitation des résultats de l'entomofaune nuisible et utile par des indices écologiques de structure

Ces indices montrent l'aspect qualitatif de l'entomofaune étudiée.

### 2.4.2.1. Diversité spécifique de Shannon

Elle se base sur la formule suivante (Ramade, 2009):

$$H' = -\sum qi \log_2 qi$$

- «**H'** »: indice de diversité exprimé en bits.
- «  $qi = ni / N$  »: est la probabilité de rencontrer l'espèce  $i$ .
- «  $n$  »: nombre d'espèces.
- « **Log2** »: logarithme à base de 2.

### 2.4.2.2. Equitabilité ou équipartition

Cet indice exprime l'état de la répartition des espèces dans la région d'étude par rapport à une distribution parfaitement régulière (Barbault, 1981).

- $E = H'/H'_{\max}$
- $H'_{\max} = \text{Log}_2 S$

**Donc:**

$$E = H' / \text{Log}_2 S$$

La valeur de  $E$  varie entre 0 et 1.

- Elle tend vers 0 quand la quasi-totalité de l'effectif est concentrée sur une ou deux espèces.
- Elle est égale à 1 lorsque toutes les espèces possèdent la même abondance.

Cet indice est très utile pour la comparaison de la dominance potentielle entre les stations ou entre les dates d'échantillonnage (Ramade, 2009).

### 2.4.3. Exploitation des résultats de l'essai de bio-insecticide

#### 2.4.3.1. Taux de mortalité

Les mortalités sont exprimées en pourcentage par rapport à la population initiale après les avoir corrigées préalablement selon la formule d'Abbott (1925) :

$$M = \left( \frac{P-T}{S} \right) * 100$$

- **M** : mortalité corrigée exprimée en pourcentage de la population initiale
- **P** : mortalité induite sous l'action de la substance active
- **T** : mortalité des témoins
- **S** : nombre de survivants pour les témoins

#### 2.4.3.2. Dose létale 50 « DL50 » :

La dose létale pour 50% de la population d'insectes, est calculée par la méthode des probits (Finney, 1971). On l'estime en transformant les pourcentages de mortalité corrigée en probits et en calculant le logarithme décimal des différentes doses utilisées. Suite à cela, les droites : probits = f(log dose) sont tracées et les équations des droites de régressions de type :  $Y = aX + b$  sont déterminées, où :

- **Y** : probit de mortalités corrigées.
- **X** : logarithme décimal de la dose.
- **a** : la pente.

A partir de cette équation, la DL50 est évaluée en remplaçant Y par le chiffre 5 qui correspond à 50% de mortalité. La DL50 est déterminée après 2h, 4h, 24h, 48h et 72h de traitement.

#### 2.4.3.3. Le temps létal 50 « TL 50 » :

Pour calculer les TL50 (le temps létal pour 50% des individus) pour chaque dose D1, D2 et D3, on a transformé le temps en logarithmes décimaux et les valeurs de mortalité corrigée en probits en se servant de la table des probits. Ceci nous permet de calculer des droites de régression des probits en fonction des logarithmes des doses de traitement.

#### **2.4.4. Analyse des données statistiques**

L'étude statistique de l'activité insecticide de l'huile essentielle vis-à-vis du puceron noir de la fève est réalisée sur le logiciel Microsoft Office Excel 2007.

**CHAPITRE III**  
**RÉSULTATS ET DISCUSSION**

## Chapitre III. Résultats et discussion

Cette partie démontre les résultats obtenus durant les différentes expériences effectuées.

Cette partie comporte deux grands aspects : l'évaluation de l'entomofaune nuisible et utile de la fève et l'effet bio-insecticide de l'huile essentielle du romarin vis-à-vis du puceron noir *Aphis fabae*.

### 3.1. Evaluation de l'entomofaune nuisible et utile par des indices écologiques de composition et de structure

#### 3.1.1. Evaluation de l'entomofaune nuisible et utile par des indices écologiques de composition

##### 3.1.1.1. Composition taxonomique de l'entomofaune nuisible et utile répertoriée sur la fève (*Vicia faba*)

Les résultats de l'inventaire de l'entomofaune récoltée à l'aide des coupelles colorées, du filet entomologique et des sacs en plastique dans les deux sites de Boudouaou (Boumerdès) et de H'raoua (Alger) sont consignés dans le tableau 5. Les données sont ensuite analysées pour évaluer la structure et la composition de ce peuplement à l'aide des indices écologiques.

**Tableau 5 :** Liste globale de l'ensemble des espèces d'insectes capturés par les trois méthodes d'échantillonnage dans les deux stations d'étude.

Classification			Stations	
Ordre	Famille	Espèce	Boudouaou	H'raoua
Hyménoptères	Vespidae	<i>Vespula germanica</i>	+	+
		<i>Polistes dominula</i>	+	-
	Apidae	<i>Anthophora sp.</i>	+	-
		<i>Apis mellifera</i>	+	+
		<i>Eucera numida</i>	+	+
		<i>Eucera sp.</i>	+	+
	Andrenidae	<i>Andrena flavipes</i>	+	-
		<i>Andrena sp1.</i>	+	-
		<i>Andrena sp2.</i>	-	+
	Halictidae	<i>Halictus sp.</i>	+	+
		<i>Lasioglossum sp.</i>	+	-
	Pompilidae	<i>Calidurgus fasciatellus</i>	+	-
		<i>Priocnemis sp</i>	+	-
	Ichneumonidae	<i>Ephialtini sp</i>	+	-
<i>Ichneumon sp.</i>		-	+	

		<i>Exyston</i> sp.	+	-
	<i>Megachilidae</i>	<i>Osmia</i> sp.	-	+
		<i>Megachilidae</i> sp.	-	+
	<i>Chalcidoidea</i>	<i>Chalcidoidea</i> sp	-	+
	<i>Braconidae</i>	<i>Bracon</i> sp1	+	-
		<i>Bracon</i> sp2	+	+
<i>Diptères</i>	<i>Calliphoridae</i>	<i>Calliphora vomitoria</i>	+	-
		<i>Calliphora vicina</i>	+	+
	/	<i>Diptera</i> sp1	+	+
	/	<i>Diptera</i> sp2	+	+
	<i>Anthomyiidae</i>	<i>Botanophilafugax</i>	+	-
		<i>Delia</i> sp.	+	-
	<i>Empididae</i>	<i>Nemopodanitulula</i>	+	-
	/	<i>Diptera</i> sp4	+	-
	<i>Syrphidae</i>	<i>Eristalistenax</i>	+	-
	/	<i>Diptera</i> sp5	+	-
	/	<i>Diptera</i> sp3	-	+
	/	<i>Diptera</i> sp6	-	+
	<i>Sarcophagidae</i>	<i>Sarcophaga carnaria</i>	-	+
		<i>Sarcophaga</i> sp.	-	+
	<i>Rhinophoridae</i>	<i>Stevenia</i> sp.	-	+
		<i>Rhinophora</i> sp.	-	+
<i>Muscidae</i>	<i>Muscadomestica</i>	-	+	
<i>Coléoptères</i>	<i>coccinellidae</i>	<i>Coccinellaseptempunctata</i>	+	+
	<i>Scarabaeidae</i>	<i>Oxytherafunesta</i>	+	+
		<i>Tropinotasqualida</i>	-	+
	<i>Chrysomelidae</i>	<i>Chrysomelidae zonabris</i>	+	-
	<i>Curculionidae</i>	<i>Lixusalgirus</i>	+	+
<i>Sitona lineatus</i>		-	+	
<i>Lépidoptères</i>	<i>Pieridae</i>	<i>Pieris brassicae</i>	+	+
	<i>Nymphalidae</i>	<i>Parargeaegeria</i>	+	-
<i>Orthoptères</i>	<i>Phaneropteridae</i>	<i>Odontura</i> sp.	+	-
	<i>Pamphagidae</i>	<i>Pamphagus</i> sp.	+	-
		<i>Pamphagus elephas</i>	-	+
<i>Acrididae</i>	<i>Acrida cinerea</i>	-	+	
<i>Hémiptères</i>	<i>Pentatomidae</i>	<i>Carpocoris fuscispinus</i>	+	+
		<i>Nezara viridula</i>	+	+
		<i>Pentatomidae graphosoma</i>	-	+
<i>Aphididae</i>	<i>Myzus persicae</i>	+	-	
<i>thysanoptères</i>	<i>Thripidae</i>	<i>Frankliniella occidentalis</i>	+	-
<i>Névroptères</i>	<i>Chrysopidae</i>	<i>chrysoperla carnea</i>	-	+

+ : présence ; - : absence

Un total de 151 individus de différents insectes a été relevé dans les coupelles jaunes suspendus sur les plantes de fèves, ainsi le filet et les sachets à Boudouaou pendant la période de notre étude. À H'raoua, le nombre d'individus atteignait 162 spécimens. Ces insectes appartiennent à 56 espèces différentes qui réparties dans 8 ordres distincts (Tableau 5).

Ces résultats témoignent d'une grande diversité d'insectes qui se trouvent dans les cultures de fèves. Il est crucial de noter que ces insectes peuvent être bénéfiques pour la fève en tant que pollinisateurs ou prédateurs d'autres organismes nuisibles, tandis que d'autres peuvent être des ravageurs potentiels.

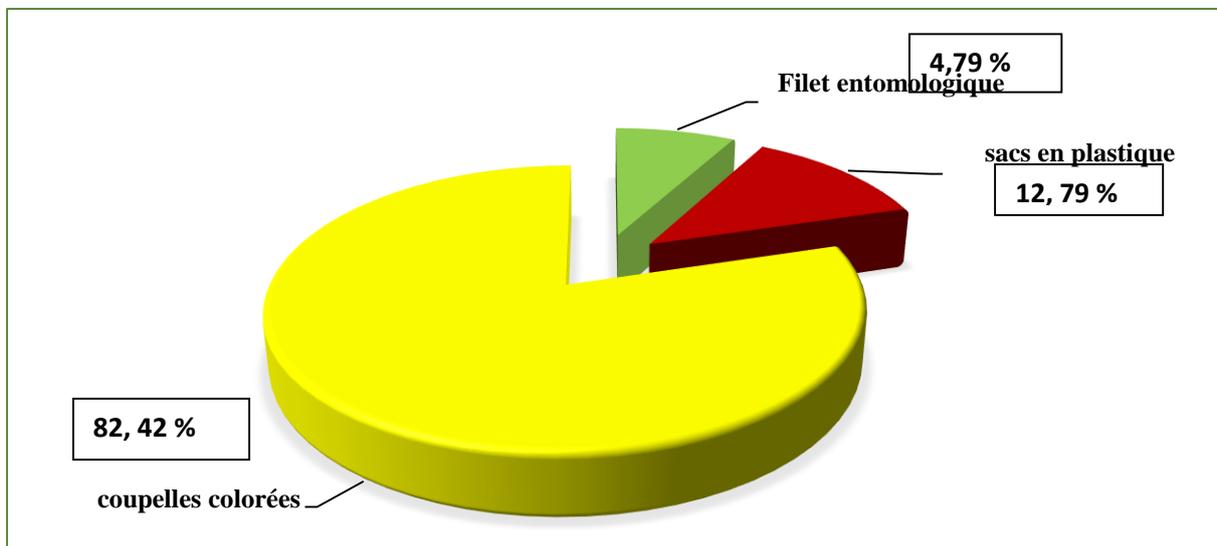
### 3.1.1.2. Richesse totale « S » et moyenne « Sm » des insectes au niveau des deux sites

Les résultats de la richesse totale et moyenne des insectes récoltés à travers les deux sites d'étude sont consignés dans le tableau 6.

**Tableau 6 :** La richesse totale « S » et moyenne « Sm » des insectes au niveau des deux sites

Stations Richesse	Boudouaou	H'raoua
« S »	38	33
« SM »	21.57	27

Grâce à l'échantillonnage réalisé à l'aide de la méthode du filet entomologique, des pièges colorés et des sacs en plastique, nous avons pu déterminer la richesse totale en espèces d'insectes dans les stations de Boudouaou et H'raoua. Les résultats ont révélé que la station de Boudouaou comptait un total de 38 espèces, réparties dans 7 ordres distincts (Tableau 5 et 6.) Cette diversité plus élevée d'insectes suggère que l'écosystème de Boudouaou est plus propice à accueillir et soutenir une plus grande variété d'insectes par rapport à l'écosystème de H'raoua, où nous avons recensé 33 espèces distinctes, qui se répartissent à 7 ordres différents. En somme, ces résultats mettent en évidence les différences de biodiversité entre ces deux stations.



**Figure 41:** Pourcentage de l'individu d'insectes par rapport aux trois méthodes d'échantillonnage.

La méthode du filet entomologique a été moins performante que les autres méthodes pour capturer les insectes présents dans les sites de culture de fève par rapport aux autres méthodes. En revanche, la méthode des sachets en plastique a réussi à collecter un nombre plus élevé d'insectes, bien qu'elle soit moins efficace que la méthode de la coupelle jaune. Cette dernière méthode s'est révélée la plus efficace, permettant de capturer la plus grande proportion d'insectes dans les sites de culture de fève.

Ces résultats suggèrent donc que la méthode de la coupelle jaune est la plus adaptée pour échantillonner les insectes dans ces environnements. Toutefois, les méthodes du filet entomologique et des sachets en plastique peuvent également être utilisées en complément de la méthode de la coupelle jaune dans un cadre d'études plus approfondies

**3.1.1.3. Comparaison du l'abondance relative (A.R %) des espèces capturés dans les deux stations d'étude**

Dans notre étude, nous avons évalué l'abondance relative des différentes espèces dans les stations de Boudouaou et H'raoua. Les résultats montrent que les deux sites ont des communautés d'insectes différentes.

La station de H'raoua présentait une plus grande diversité d'espèces avec une abondance plus élevée de *Diptera sp* représentant 27,16%, tandis que cette espèce était absente à Boudouaou. Cela suggère que cette espèce occupe un rôle important dans cet écosystème. Ensuite, on trouve *Apis mellifera* qui représente 7,40% de l'ensemble des insectes collectés.

En revanche, à la station de Boudouaou, c'est *Halictus* sp. qui est l'espèce dominante avec une abondance relative de 15,23%. *Frankliniella occidentalis* et *Nemopoda nitidula* suivent de près avec des abondances relatives respectives de 11,25% et 10,59%.

Les résultats ont montré que parmi les espèces observées, *Vespula germanica* était présente avec un pourcentage de 6,62% à Boudouaou, tandis qu'elle était moins abondante dans la station de H'raoua avec seulement 0,61%. *Polistes dominula* était également plus abondante à Boudouaou avec 3,31%, tandis qu'elle était absente à H'raoua.

À Boudouaou, les espèces *Pieris brassicae* et *Lixus algirus* étaient plus fréquentes, représentant respectivement 3,08% et 4,93% de l'abondance relative, par contre à H'raoua, elles étaient moins présentes avec une abondance relative de 2,46% chacune.

La présence de ces espèces *Caliadurgus fasciatellus*, *Pararge aegeria*, *Andrena flavipes*, *Andrena* sp1. Et *Andrena* sp2. , *Osmia* sp. , *Anthophora* sp., *Stevenia* sp. était soit très faible, soit nulle dans l'une des deux stations.

Les valeurs des abondances relatives, en fonction des espèces d'insectes, sont affichées dans le tableau 7.

**Tableau 7** : Effectifs et abondances relatives en fonction des espèces piégés grâce aux trois méthodes de captures dans les deux stations d'étude.

Sites	Boudouaou		H'raoua	
	Ni	AR%	Ni	AR%
<i>Vespulagermanica</i>	10	6.62%	1	0.61%
<i>Polistes dominula</i>	5	3.31%	-	-
<i>Anthophoras</i> sp.	1	0.66%	-	-
<i>Apis mellifera</i>	6	3.97%	12	7.40%
<i>Euceranumida</i>	1	0.66%	2	1.23%
<i>Euceras</i> sp.	2	1.32%	3	1.85%
<i>Andrena flavipes</i>	1	0.66%	-	-
<i>Andrena</i> sp1.	1	0.66%	-	-
<i>Andrena</i> sp2.	-	-	3	1.85%
<i>Halictus</i> sp.	23	15.23%	4	2.46%
<i>Lasioglossum</i> sp.	1	0.66%	-	-
<i>Caliadurgus fasciatellus</i>	1	0.66%	-	-
<i>Priocnemis</i> sp.	1	0.66%	-	-
<i>Ephialtinis</i> sp.	4	2.64%	-	-
<i>Ichneumon</i> sp.	-	-	1	0.61%
<i>Exyston</i> sp.	1	0.66%	-	-
<i>Osmia</i> sp.	-	-	1	0.61%
<i>Megachilidae</i> sp.	-	-	1	0.61%
<i>Chalcidoidea</i> sp.	-	-	5	3.08%
<i>Bracon</i> sp.1	5	3.31%	-	-
<i>Bracon</i> sp.2	1	0.66%	3	1.85%
<i>Diptera</i> sp6.	-	-	44	27.16%
<i>Calliphora vomitoria</i>	5	3.31%	-	-
<i>Calliphora vicina</i>	7	4.63%	1	0.61%

<i>Dipterasp.1</i>	<b>1</b>	<b>0.66%</b>	<b>3</b>	<b>1.85%</b>
<i>Dipterasp.2</i>	<b>3</b>	<b>1.98%</b>	<b>5</b>	<b>3.08%</b>
<i>Botanophilafugax</i>	<b>1</b>	<b>0.66%</b>	-	-
<i>Delia sp.</i>	<b>2</b>	<b>1.32%</b>	-	-
<i>Nemopodanitidula</i>	<b>16</b>	<b>10.59%</b>	-	-
<i>Dipterasp4</i>	<b>1</b>	<b>0.66%</b>	-	-
<i>Eristalistenax</i>	<b>1</b>	<b>0.66%</b>	-	-
<i>Diptera sp5</i>	<b>1</b>	<b>0.66%</b>	-	-
<i>Diptera sp.3</i>	-	-	<b>1</b>	<b>0.61%</b>
<i>Sarcophaga carnaria</i>	-	-	<b>10</b>	<b>6.17%</b>
<i>Sarcophaga sp.</i>	-	-	<b>3</b>	<b>1.85%</b>
<i>Stevenia sp.</i>	-	-	<b>1</b>	<b>0.61%</b>
<i>Rhinophorasp.</i>	-	-	<b>6</b>	<b>3.70%</b>
<i>Muscadomestica</i>	-	-	<b>3</b>	<b>1.85%</b>
<i>Coccinellaseptempunctata</i>	<b>11</b>	<b>7.28%</b>	<b>5</b>	<b>3.08%</b>
<i>Oxytherafunesta</i>	<b>2</b>	<b>1.32%</b>	<b>2</b>	<b>1.23%</b>
<i>Tropinotasqualida</i>	-	-	<b>10</b>	<b>6.17%</b>
<i>Chrysomelidaezonabris</i>	<b>1</b>	<b>0.66%</b>	-	-
<i>Lixus algerus</i>	<b>4</b>	<b>2.64%</b>	<b>8</b>	<b>4.93%</b>
<i>Sitona lineatus</i>	-	-	<b>8</b>	<b>4.93%</b>
<i>Pierisbrassicae</i>	<b>4</b>	<b>2.64%</b>	<b>5</b>	<b>3.08%</b>
<i>Parargeaegeria</i>	<b>1</b>	<b>0.66%</b>	-	-
<i>Odontura sp.</i>	<b>2</b>	<b>1.32%</b>	-	-
<i>Pamphagussp.</i>	<b>1</b>	<b>0.66%</b>	-	-
<i>Pamphaguselephas</i>	-	-	<b>2</b>	<b>1.23%</b>
<i>Acridacinerea</i>	-	-	<b>1</b>	<b>0.61%</b>
<i>Carpocorisfuscispinus</i>	<b>1</b>	<b>0.66%</b>	<b>3</b>	<b>1.85%</b>
<i>Nezara viridula</i>	<b>3</b>	<b>1.98%</b>	<b>3</b>	<b>1.85%</b>
<i>Pentatomidae graphosoma</i>	-	-	<b>1</b>	<b>0.61%</b>
<i>Myzus persicae</i>	<b>2</b>	<b>1.32%</b>	-	-
<i>Franklinielloccidentalis</i>	<b>17</b>	<b>11.25%</b>	-	-
<i>chrysoperla carnea</i>	-	-	<b>1</b>	<b>0.61%</b>

« Ni »: nombre d'individus; « AR (%) » : L'abondance relative ; « - »: absence

### 3.1.1.3. Fréquence d'occurrence « F.O% » appliquée aux résultats obtenus :

Les fréquences d'occurrence « F.O% », en fonction des espèces des insectes, capturés grâce aux méthodes du filet entomologique, des pièges colorés et les sacs en plastique dans les sites d'étude, sont notées séparément dans les tableaux 8 et 9.

➤ Station de Boudouaou

**Tableau 8:** Fréquences d'occurrences (F.O. %) en fonction des espèces d'insecte dans la station de Boudouaou.

<i>Espèces</i>	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	FO%	Catégories de classes
<i>Vespulagermanica</i>	+	-	+	-	+	-	+	57,14%	Régulières
<i>Polistes dominula</i>	+	-	+	-	+	-	+	57,14%	Régulières
<i>Anthophorasp.</i>	+	-	-	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Apismellifera</i>	+	-	-	-	+	-	+	42,85%	Accessoires
<i>Euceranumida</i>	-	-	+	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Eucerasp.</i>	-	-	-	-	+	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Andrenaflavipes</i>	+	-	-	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Andrenasp.</i>	+	-	-	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Halictussp.</i>	+	-	+	-	+	-	+	57,14%	Régulières
<i>Lasioglossumsp.</i>	-	-	+	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Caliadurgusfasciatellus</i>	-	-	+	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Priocnemissp</i>	-	-	-	-	+	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Ephialtinisp</i>	-	-	+	-	+	-	+	42,85%	Accessoires
<i>Exystonsp.</i>	-	-	+	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Bracon sp.1</i>	-	-	+	-	-	-	+	28,57%	Accessoires
<i>Bracon sp.2</i>	-	-	-	-	+	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Calliphoravomitoria</i>	+	-	-	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Calliphora vicina</i>	+	-	-	-	-	-	+	28,57%	Accessoires
<i>Dipterasp.1</i>	+	-	-	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Dipterasp.2</i>	+	-	-	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Botanophilafugax</i>	-	-	+	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Delia sp.</i>	-	-	+	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Nemopodanitidula</i>	-	-	+	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Dipterasp.4</i>	-	-	+	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Eristalistenax</i>	-	-	-	-	+	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Diptera sp5</i>	-	-	-	-	+	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Coccinellaseptempunctat a</i>	+	+	+	+	+	+	+	100%	Omniprésentes
<i>Oxytherafunesta</i>	-	+	-	-	-	-	+	28,57%	Accessoires
<i>Chrysomelidaezonabris</i>	-	-	-	-	+	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Lixus algirus</i>	-	-	-	+	-	+	-	28,57%	Accessoires
<i>Pierisbrassicae</i>	-	-	-	+	+	+	+	57,14%	Régulières
<i>Parargeaegeria</i>	-	-	-	-	-	+	-	14,28%	Accidentelles
<i>Odontura sp.</i>	-	-	-	-	+	-	+	28,57%	Accessoires
<i>Pamphagussp.</i>	-	-	-	-	-	+	-	14,28%	Accidentelles
<i>Carpocorisfuscispinus</i>	-	-	-	+	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>nezara viridula</i>	-	-	-	-	+	+	-	28,57%	Accessoires
<i>Myzus persicae</i>	-	-	+	-	-	-	-	14,28%	Accidentelles
<i>Franklinielleoccidentalis</i>	+	-	+	-	+	-	+	57,14%	Régulières

**R :** nombre de sortie ; (-) : l'absence ; (+) présence

D'après les résultats présentés dans le tableau 8 et parmi les 38 espèces inventoriées dans la station de Boudouaou , on observe que 25 d'entre elles sont accidentelles, parmi lesquelles on trouve *Anthophora* sp, *Eucera numida*, *Eucera* sp, *Andrena flavipes*, *Andrena* sp, *Lasioglossum* sp, *Caliadurgus fasciatellus*, *Priocnemis* sp, *Exyston* sp, *Bracon* sp.2, *Calliphora vomitoria*, *Diptera* sp1, *Diptera* sp2, *Botanophila fugax*, *Delia* sp, *Nemopoda nitidula*, *Diptera* sp4, *Eristalis tenax*, *Diptera* sp5, *Chrysomelidae zonabris*, *Pararge aegeria*, *Pamphagus* sp, *Carpocoris fuscispinus*, *Myzus persicae*.

De plus, on compte 8 espèces accessoires, notamment *Apis mellifera*, *Ephialtini* sp, *Bracon* sp1, *Calliphora Vicina*, *Oxythera funesta*, *Lixus algius*, *Odontura* sp. et *Nezara viridula*. Quant aux espèces régulières, on en dénombre 5, à savoir *Vesputa germanica*, *Polistes dominula*, *Halictus* sp, *Pieris brassicae* et *Frankliniella occidentalis*. On peut également noter la présence d'une espèce omniprésente dans la station, qui est la *Coccinella septempunctata*.

#### ➤ Station de H'raoua

**Tableau 9:** Fréquences d'occurrences (F.O. %) en fonction des espèces d'insecte dans la station de H'raoua.

Espèces	R1	R2	R3	R4	R5	F.O%	Catégories de classes
<i>Vesputagermanica</i>	+	-	-	-	-	20%	Accidentelles
<i>Apismellifera</i>	+	-	+	-	+	60%	Régulières
<i>Euceranumida</i>	-	-	-	-	+	20%	Accidentelles
<i>Eucera</i> sp.	-	-	+	-	+	40%	Accessoires
<i>Andrena</i> sp.	-	-	-	-	+	20%	Accidentelles
<i>Halictus</i> sp.	-	-	+	-	-	20%	Accidentelles
<i>Ichneumon</i> sp.	-	-	-	-	+	20%	Accidentelles
<i>Osmia</i> sp.	-	-	-	-	+	20%	Accidentelles
<i>Megachilidae</i> sp.	+	-	-	-	-	20%	Accidentelles
<i>Chalcidoidea</i> sp	-	-	+	-	-	20%	Accidentelles
<i>Bracon</i> sp.2	+	-	+	-	-	40%	Accessoires
<i>Calliphora vicina</i>	-	-	+	-	-	20%	Accidentelles
<i>Diptera</i> sp.1	+	-	-	-	+	40%	Accessoires
<i>Diptera</i> sp.2	+	-	-	-	+	40%	Accessoires
<i>Diptera</i> sp.3	-	-	-	-	+	20%	Accidentelles
<i>Diptera</i> sp.	+	-	+	-	-	40%	Accessoires
<i>Sarcophaga carnaria</i>	-	-	+	-	+	40%	Accessoires
<i>Sarcophaga</i> sp.	-	-	+	-	-	20%	Accidentelles
<i>Stevenia</i> sp.	-	-	+	-	-	20%	Accidentelles
<i>Rhinophora</i> sp.	-	-	+	-	-	20%	Accidentelles
<i>Muscadomestica</i>	-	-	+	-	-	20%	Accidentelles
<i>Coccinellaseptempunctata</i>	-	-	+	+	+	60%	Régulières
<i>Oxytherafunesta</i>	+	-	-	+	-	40%	Accessoires

<i>Tropinotasqualida</i>	+	+	+	+	+	100%	Omniprésentes
<i>Lixusalgirus</i>	+	+	+	+	+	100%	Omniprésentes
<i>Sitona lineatus</i>	+	-	+	-	+	60%	Régulières
<i>Pierisbrassicae</i>	+	+	+	-	+	80%	Constances
<i>Pamphaguselephas</i>	-	-	-	-	+	20%	Accidentelles
<i>Acridacinerea</i>	+	-	-	-	-	20%	Accidentelles
<i>Carpocorisfuscispinus</i>	-	-	+	-	-	20%	Accidentelles
<i>nezara viridula</i>	+	-	-	-	-	20%	Accidentelles
<i>Pentatomidae graphosoma</i>	+	-	-	-	-	20%	Accidentelles
<i>Chrysoperla carnea</i>	-	-	+	-	-	20%	Accidentelles

**R** : nombre de sortie ; (-) : l'absence ; (+) présence

A la station de H'raoua, on recense un total de 20 espèces classées en tant qu'accidentelles, par conséquent elles sont rarement observées (fréquence d'observation de 20%). Parmi ces espèces, on peut citer la guêpe allemande *Vespa germanica*, l'abeille solitaire *Eucera numida*, diverses espèces d'abeilles, bourdons et de mouches, ainsi que le *Pamphagus elephas*, *Acrida cinerea*, *Carpocoris fuscispinus*, *Nezara viridula*, *Pentatomidae graphosoma* et *Chrysoperla carnea*.

Il y a également 7 espèces répertoriées comme accessoires, ce qui suggère qu'elles sont occasionnellement observées (fréquence d'observation de 40%). Parmi celles-ci, on compte différentes espèces de mouches, guêpes, hémiptères et punaises.

Trois espèces sont considérées régulières, indiquant ainsi qu'elles sont fréquemment observées (F.O%=60%). Ces espèces incluent l'abeille *Apis mellifera*, la coccinelle *septempunctata* et le charançon *Sitona lineatus*. On trouve une espèce constante à la station, ce qui témoigne de sa présence régulière (F.O%=80%). Il s'agit du papillon blanc *Pieris brassicae*.

Enfin, il y a deux espèces omniprésentes, ce qui implique qu'elles sont constamment présentes. Ces espèces comprennent la cétoine *Tropinota squalida* et le charançon *Lixus algirus*.

### 3.1.2. Indice de diversité spécifique de Shannon (H') et l'Indice d'équitabilité (d'équirépartition)

Le tableau 10 regroupe les valeurs de l'indice de diversité de Shannon « H' », de l'indice de diversité maximale « H'max » et d'équitabilité « E », appliqués aux espèces capturées:

**Tableau 10: Indice de diversité spécifique de Shannon (H') et l'Indice d'équitabilité.**

Stations Paramètres	Boudouaou	H'raoua
H'	4.33	4.113
H' max	5.247	5.044
E	0.825	0.815

« H' »: indice de diversité de Shannon exprimé en bits.

« H' max »: indice maximal de diversité de Shannon exprimé en bits

« E »: indice d'équitabilité variant entre 0 et 1.

L'indice de diversité de Shannon « H' » permet d'estimer la diversité des espèces d'insectes au niveau des sites d'étude. Les données du tableau 10 montrent que l'indice de diversité « H' » varie entre 4.33 bits pour la station de Boudouaou et 4.113 bits pour la station de H'raoua. Ces résultats indiquent que le peuplement des insectes est diversifié.

Il est remarquable de constater que l'indice d'équitabilité s'approche de l'unité (1) dans les deux stations d'étude. Ce qui suggère que les populations d'insectes dans les deux stations sont relativement équilibrées et stables entre les différentes espèces

### ➤ Discussion

La présente étude a permis de caractériser l'entomofaune nuisible et utile sur les cultures de fèves dans deux stations agricoles distinctes. Les résultats obtenus révèlent une grande diversité taxonomique d'insectes dans les deux stations, avec un total de 38 espèces identifiées à Boudouaou et 33 espèces à H'raoua. Cette différence de richesse spécifique suggère que l'écosystème des sites d'études offre des conditions favorables à une grande diversité d'insectes. Dans ce contexte, Nuessly et al, (2004) ont indiqué que les fèves offrent un riche habitat d'alimentation pour plusieurs insectes.

Les fleurs de *Vicia faba* dans les régions d'études sont principalement visitées par les Hyménoptères apoïdes, dont la famille des Apidae est la plus représentée. Nos résultats sont en accord avec ceux de Benachour (2002) lors des floraisons de 2000 et 2001 en région de Constantine. En effet, notre étude menée sur *V. faba* lors des floraisons révèle également que cette légumineuse attire une entomofaune pollinisatrice composée presque exclusivement par des Hyménoptères apoïdes appartenant à quatre familles : Apidae, Megachilidae, Andrenidae et Halictidae. Onze espèces sont recensées mais seules quatre d'entre elles sont observées au cours de la floraison des deux stations : *Apis mellifera*, *Eucera numida*, *Eucera* sp. Et *Halictus* sp. Il est intéressant de noter que *Halictus* sp. Constitue 43.54% des insectes pollinisateurs observés sur les fleurs de fèves cultivées ; cette observation confirme les

résultats d'une étude menée par Bendifallah et al. (2010), qui ont constaté que la famille des Halictidae était la plus diversifiée dans le Nord de l'Algérie. Ainsi, l'espèce qui occupe la deuxième position est l'*Apis mellifera* avec un pourcentage de 29.03%. (Annexes II ).

On trouve parmi les insectes collectés de l'ordre des Diptères, quelques espèces qui pourraient contribuer à la pollinisation de la fève. Parmi ces espèces, on peut citer les mouches bleues (*Calliphora vomitoria* et *Calliphora vicina*) ainsi que l'*Eristalis tenax*, également connue sous le nom de mouche à fleurs. Les mouches sont reconnues comme le deuxième visiteur le plus fréquent des fleurs après les abeilles, ce qui en fait des pollinisateurs d'importance pour de nombreuses espèces de plantes. Les syrphes, une famille de mouches diptères, sont les pollinisateurs les plus abondants, suivis par les calliphoridés (Rader et al. 2013 ; Raguso 2020). Cette richesse et diversité de mouches en tant que pollinisateurs est soutenue par de nombreuses études, dont celle de Cook et al. (2020).

Cependant, il est important de noter que les diptères ont tendance à se nourrir de nectar et de pollen en visitant les fleurs, mais leur impact dans la pollinisation de la fève pourrait être limité par rapport aux hyménoptères, comme les abeilles qui sont considérées comme de meilleurs agents pollinisateurs (Mcgregor, 1976). Par conséquent, il est possible que la contribution des diptères à la pollinisation de la fève soit moins importante que celle d'autres types d'insectes.

En revanche, l'entomofaune nuisible inventoriée a révélé que diverses espèces telles que *Oxythera funesta*, *Tropinota squalida*, *Lixus algerus*, *Sitona lineatus*, *pamphagus elephas*, *Acrida cinerea*, *Carpocoris fuscispinus*, *Nezara viridula* et *Pentotomidea Grophosoma* sp provenant de cinq ordres distincts peuvent causer des dommages aux cultures de fèves en tant que ravageurs potentiels. Ces espèces ont la capacité d'endommager gravement les cultures de fèves, ce qui peut entraîner des pertes économiques considérables. Selon les résultats de notre étude, il a été observé que les coléoptères étaient l'ordre d'insectes le plus représenté en tant que ravageurs, avec 6 espèces (35 individus) réparties dans trois familles : les Scarabaeidae, les Chrysomelidae et les Curculionidae. Des recherches ont également souligné l'importance des coléoptères en tant que parasites des légumineuses, notamment des fèves (Capinera, 2002 ; Cárcamo et Vankosky, 2011 ; Atakan, 2012). D'après Simmonds et Greathead (1977), de nombreuses espèces d'insectes attaquant les légumineuses appartiennent à l'ordre des coléoptères, et notamment à la famille des Curculionidae. Par ailleurs, Atakan (2012) a

mentionné que les coléoptères sont principalement observés au stade de la floraison, ce qui corrobore nos propres résultats.

L'existence d'insectes nuisibles dans l'environnement de la fève a entraîné une prolifération d'auxiliaires naturels tels que les prédateurs et les parasitoïdes pour lutter contre ces ravageurs. Selon les résultats de notre étude, deux ordres d'insectes parasitoïdes de ravageurs ont été identifiés : les Hyménoptères et les Diptères. Les Hyménoptères parasitoïdes appartenant à quatre familles : Braconidae, Chalcidoidea, Ichneumonidae et Pompilidae. Les Braconidae et les Ichneumonidae sont les familles les plus représentées dans notre étude en termes d'abondance. Ces résultats sont cohérents avec l'étude menée par Geneviève (2018), qui confirme que les guêpes parasitoïdes font majoritairement partie de la famille des Braconidae ou des Ichneumonidae. Nos résultats sont soutenus également par les chercheurs Stary et al (1971), Sekkat (1987), Ben Halima et Ben Hammouda (2005), et Pike et al (1997) qui ont signalé des Hyménoptères parasitoïdes dans la région méditerranéenne appartiennent toutes à la famille des Braconidae. De plus, on observe une abondance relative élevée des Diptères parasitoïdes à H'raoua, qui représente 27,16% de la population, tandis qu'ils sont totalement absents à Boudouaou. Les diptères parasitoïdes jouent un rôle crucial dans la régulation des populations de pucerons. Selon Turpeau et al. (2018), les parasitoïdes de puceron appartiennent à deux ordres d'insecte : les Diptères et les Hyménoptères, la majorité appartient à l'ordre d'Hyménoptère ce qui est le cas dans notre étude.

Quant aux prédateurs, ennemis naturels de certains ravageurs, leur présence contribue à la diminution des effectifs de petits insectes tels que les pucerons. Parmi les espèces prédatrices recensées, on trouve la *Coccinella septempunctata* avec une abondance de 16 individus présents dans les deux sites d'étude. Cette espèce est connue pour sa capacité à se reproduire rapidement lorsqu'il y a une abondance de pucerons disponibles. En accord avec cela, les résultats de l'étude menée par Kayahan et al (2021) ont conclu que les adultes de *C. septempunctata* gravitent principalement vers les feuilles de fève infectées par les pucerons (Aphidae). Les Hyménoptères prédateurs sont représentés par la famille des Vespidae qui contient deux espèces insectes : *Vespula germanica* et *Polistes dominula*. Ceci est confirmé par Berland (1976) qui souligne que l'ordre Hymenoptera est représenté par les Vespidae qui se nourrissent d'insectes et absorbent le nectar des fleurs.

Une analyse plus approfondie des indices écologiques a révélé des valeurs élevées de l'indice de diversité de Shannon (H') dans les deux stations, variant de 4,33 bits à Boudouaou à 4,113 bits à H'raoua. Ces valeurs témoignent d'un niveau élevé de diversité spécifique des insectes

dans les deux sites d'étude. Nos résultats sont similaires à ceux trouvés par Benoufella-Kitous (2020) indiquant des valeurs de l'indice de diversité de Shannon de 4,38 bits pour une culture de Fabaceae. Cependant, selon une étude réalisée par Medjdoub-Bensaad et al. (2014), les indices de diversité de Shannon calculé à partir des champs de fèves de Séville et de féveroles étaient respectivement de 0,75 et 0,69 bits.

En outre, les résultats de l'indice d'équitabilité (E) indiquent une répartition équilibrée des espèces, avec des valeurs proches de 1 dans les deux stations 0,825 à Boudouaou et 0,815 à H'raoua. Cela suggère que les populations d'insectes présentes dans les deux sites sont relativement stables et équilibrées entre les différentes espèces. En effet, selon Benia (2010), les valeurs élevées de l'équitabilité traduisent une meilleure stabilité et une répartition homogène des individus entre les espèces.

### **3.2. Evaluation de l'effet bio-insecticide de l'huile essentielle (H.E.) de Romarin *Rosmarinus officinalis* par contact vis-à-vis des adultes d'*Aphis fabae***

Les résultats des tests effectués sur les adultes du puceron noir de la fève *Aphis fabae* par contact en utilisant l'huile essentielle de romarin varie en fonction de temps et des doses employés.

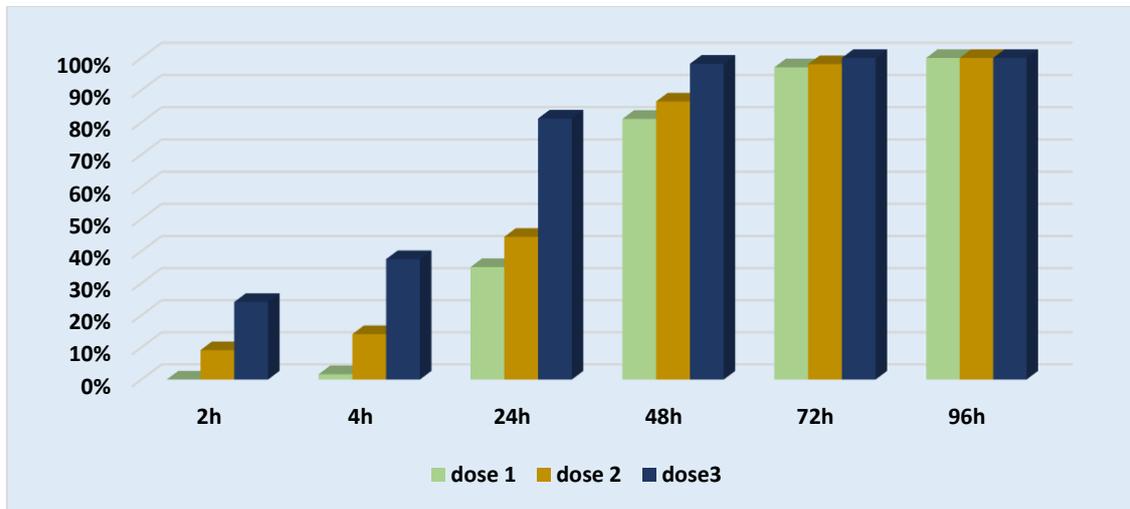
#### **3.2.1. Taux de mortalité :**

Pour évaluer l'effet insecticide de l'H.E, nous avons fait une estimation du taux de mortalité de puceron noir après l'avoir corrigé selon la formule d'Abbott (1925). Les résultats sont enregistrés dans le tableau 11.

**Tableau 11 : Le taux de mortalité corrigé des pucerons traités par l'H.E de romarin.**

Temps	Doses	Mortalité corrigé		
		dose 1	dose 2	dose3
<b>2h</b>		0%	9,15%	24,15%
<b>4h</b>		1,65%	14,15%	37,50%
<b>24h</b>		35,03%	44,44%	81,18%
<b>48h</b>		81,08%	86,48%	98,19%
<b>72h</b>		97,09%	98,05%	100%
<b>96h</b>		100%	100%	100%

Le graphe illustre les taux de mortalité corrigée observée au niveau des différentes doses (D1, D2, D3) par l'H.E de *Rosmarinus officinalis* en fonction du temps (2h, 4h, 24h, 48h, 72h, 96h). Les résultats sont représentés en histogramme suivant:



**Figure 42:** Mortalité corrigée observée de l'H.E du Romarin sur les pucerons noirs de la fève (*Aphis fabae*).

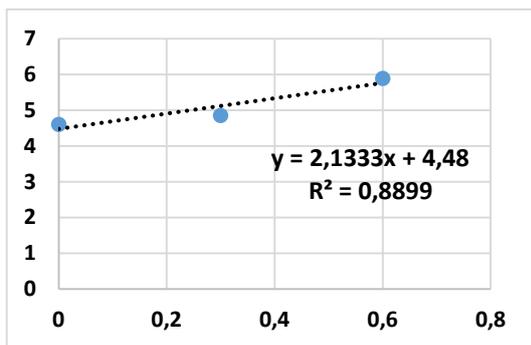
À partir des résultats obtenus (Figure 42) nous avons constaté que l'H.E du romarin a une activité insecticide variable vis-à-vis *A.fabae*.

Selon les facteurs « dose d'huile essentielle » et « durée d'exposition (le temps) » nous notons une variation hautement significative entre les taux de mortalité des pucerons. Cette variation d'activité (exprimée en mortalité corrigée observée chez les individus) est déterminée donc sur une échelle chronologique et en fonction des différentes concentrations.

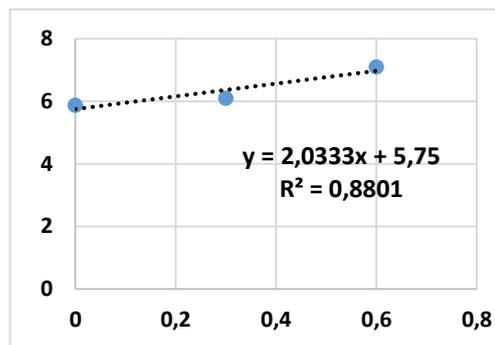
### 3.2.2. Toxicité de l'huile essentielle

#### 3.2.2.1. Détermination de la DL50

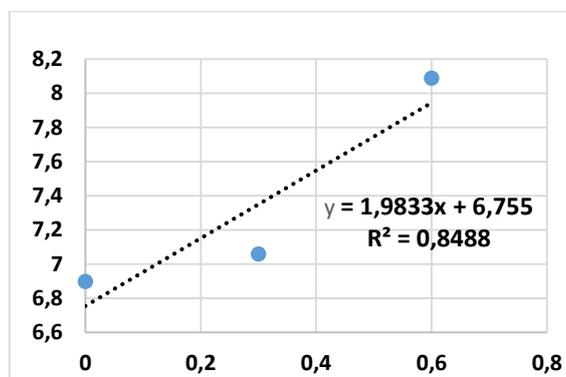
Les droites de régression tracées représentent le logarithme des doses testées et les pourcentages de mortalité corrigée en probits pour la détermination de la dose létale pour 50 % de la population (DL50. (Figure 43, 44, 45).



**Figure 43:** Droite de régression (d'ajustement) Log dose en huile essentiel /mortalité (probits) de puceron noir (24h).



**Figure 44:** Droite de régression (d'ajustement) Log dose en huile essentiel /mortalité (probits) de puceron noir (48h).



**Figure 45 :** Droite de régression (d'ajustement) Log dose en huile essentiel /mortalité (probits) de puceron noir (72h).

La dose létale DL50 est déterminée à partir de l'équation de régression. Les résultats sont présentés dans le tableau 12:

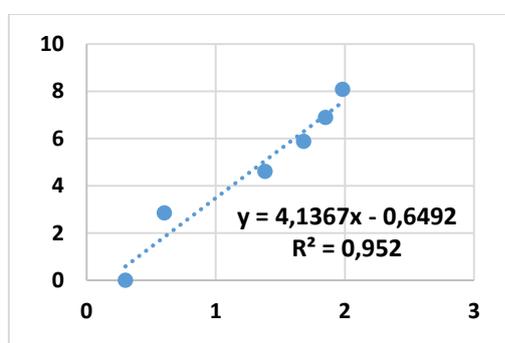
Tableau 12 : DL50 des pucerons traités par l'H.E de romarin.			
Temps	l'équation de la droite de régression	Coefficients de régression	DL 50
24 h	$y=2,1333x+4,48$	$R^2=0,8899$	1,73 mg/ ml
48h	$y=2,0333x+5,75$	$R^2 = 0,8801$	0,43mg/ ml
72h	$y=1,9833x+6,755$	$R^2 = 0,8488$	0,13 mg/ ml

Les valeurs de DL50 obtenues après 24h, 48h et 72h sont respectivement de 1,73 mg/ml, 0,43 mg/ml et 0,13 mg/ml. La DL50 est la dose létale médiane, c'est-à-dire la dose de substance nécessaire pour tuer 50% des sujets d'une population donnée.

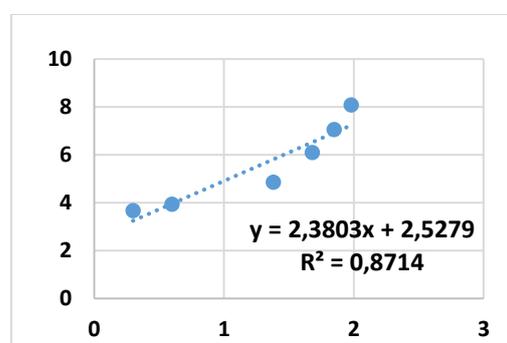
Les données recueillies indiquent donc la concentration de la substance à partir de laquelle la moitié des espèces meurent après un certain laps de temps. Selon l'échelle de Hodge et Sterner (Tableau 2) plus la DL50 est basse, plus la substance est toxique. Ainsi, la substance testée semble devenir de plus en plus toxique au fil du temps, car les concentrations nécessaires pour tuer 50% des espèces diminuent

### 3.2.2.2. Détermination de la TL50

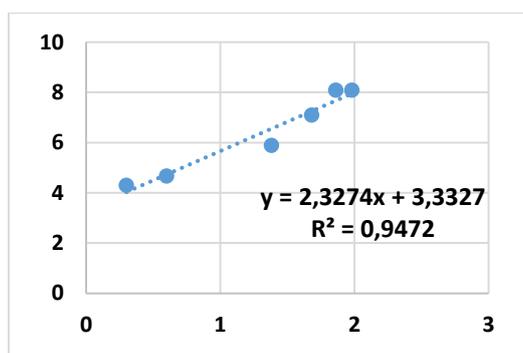
Les droites de régression tracées représentent le logarithme de temps d'exposition et les pourcentages de mortalité corrigée en probits pour la détermination de temps léthal pour 50 % de la population (TL50). (Figure 46, 47, 48).



**Figure 46:** Droite de régression (d'ajustement)  
Log durée d'exposition aux huiles essentielles / mortalité (probits) de puceron noir « dose1 »



**Figure 47:** Droite de régression (d'ajustement)  
Log durée d'exposition aux huiles essentielles / mortalité (probits) de puceron noir « dose2 »



**Figure 48:** Droite de régression (d'ajustement)  
Log durée d'exposition aux huiles essentielles / mortalité (probits) de puceron noir « dose3 »

Le temps léthal TL50 est déterminé à partir de l'équation de régression, les résultats sont présentés dans le tableau 13 :

Tableau 13 : TL50 des pucerons traités par l'H.E de romarin.			
Doses	Equation de la droite de régression	Coefficients de régression	TL 50
Dose 1	$y = 4,1367x - 0,6492$	$R^2 = 0,952$	23,44 h
Dose 2	$y = 2,3803x + 2,5279$	$R^2 = 0,8714$	10,96 h
Dose 3	$y = 2,3274x + 3,3327$	$R^2 = 0,9472$	5,25 h

Selon la concentration de l'huile essentielle du romarin, l'analyse des résultats obtenus a montré les valeurs de mortalité de 50% de la population de puceron noir (*Aphis fabae*) à des temps précis. Les valeurs calculées de la TL50 pour les doses D1 (1mg/ml), D2 (2mg/ml) et D3 (4mg/ml) soit respectivement 23,44 h et 10,96 h et 5,25 h. Les résultats montrent que la TL50 diminue à mesure que la concentration de la dose augmente. Cela signifie que plus la concentration de la dose est élevée, plus l'effet de la substance est fort et de courte durée.

Au vu de ces données, il apparaît que la forte concentration du l'H.E testée de romarin (Dose3=4mg/ml) semble plus toxique et montre une rapidité d'action particulière vis-à-vis du puceron noir de la fève ; le temps léthal rapporté est de 5,25h.

### ➤ Discussion

Suite à la caractérisation de l'entomofaune nuisible et utile sur les cultures de fèves, il est nécessaire d'explorer des approches alternatives pour la protection des cultures contre les ravageurs. Dans cette optique, l'évaluation de l'effet biocide de l'huile essentielle de *Rosmarinus officinalis* par contact sur les adultes d'*Aphis fabae* constitue une solution prometteuse. En effet, les propriétés insecticides de cette huile essentielle pourraient permettre de limiter l'infestation de pucerons sur les cultures de fèves de manière écologique et respectueuse de l'environnement.

Dans notre étude, Le test de toxicité a été réalisé sur les adultes du puceron noir *Aphis fabae* de la fève (*Vicia faba*) par contact en utilisant l'huile essentielle de romarin *Rosmarinus officinalis* varie en fonction du temps (2h, 4h, 24h, 48h, 72h, 92h) et des doses (D1=1mg/ml ; D2=2mg/ml ; D3=4mg/ml).

Après une exposition de 96 heures, il a été observé que la mortalité des adultes d'*A. Fabae est* de 100% à des doses très faibles (1mg/ml) et moyennes (2mg/ml) d'huile essentielle de *R.*

*officinalis*. De plus, à une dose élevée (4mg/ml), une mortalité totale a été enregistrée après seulement 72 heures d'exposition. Ces résultats mettent en évidence l'augmentation du taux de mortalité des pucerons en fonction de la dose d'huile essentielle et de la durée d'exposition. Nos résultats concordent avec ceux obtenus sur le bruche du haricot par de nombreux auteurs notamment Regnault-Roger et Hamraoui (1995) et Bouchikhi-Tani et al. (2008) qui ont montré que les huiles essentielles de nombreuses plantes aromatiques ont un effet insecticide par contact.

L'huile essentielle de romarin (*R. officinalis*) est un insecticide naturel efficace contre un large éventail d'insectes ravageurs. Des études menées par Katarzyna et al. (2012), El guedoui (2003) et Benazzeddine (2010) ont montré que l'huile essentielle de romarin est capable de tuer les pucerons, les charançons des denrées stockées et les charançons du riz.

Dans l'étude de Katarzyna et al. (2012), l'huile essentielle de romarin a été appliquée sur des pucerons du pois *Acyrtosiphon pisum*. Après seulement deux heures d'exposition, 100 % des pucerons étaient morts. Dans l'étude d'Elguedoui (2003), l'huile essentielle de romarin et de thym a été appliquée sur des charançons des denrées stockées *Rhizoperthadominica*. Les deux huiles essentielles ont été efficaces pour tuer les charançons, tant par contact que par inhalation. Dans l'étude de Benazzeddine (2010), l'H.E de romarin a été appliquée sur des charançons du riz *Sitophilus oryzae*. Il a conclu qu'elle était la plus efficace des huiles testées.

Nous avons également calculé la dose létale DL50, qui représente la concentration de la substance nécessaire pour tuer 50% des individus de la population testée. Les valeurs de DL50 obtenues après 24h, 48h et 72h étaient respectivement de 1,73 mg/ml, 0,43 mg/ml et 0,13 mg/ml. En d'autres termes, si on expose une population de puceron noir de la fève à une dose de 1,73 mg/ml d'huile essentielle de romarin pendant 24 heures, 50% de la population mourra. Si on expose la même population à une dose de 0,43 mg/ml d'huile essentielle de romarin pendant 48 heures, 50% de la population mourra. Et si on expose la même population à une dose de 0,13 mg/ml d'huile essentielle de romarin pendant 72 heures, 50% de la population mourra.

Le temps létale pour tuer 50% de la population de puceron noir de la fève est de 23,44h, 10,96 h et 5,25 heures pour les doses D1=1mg /ml, D2=2mg /ml et D3=4mg /ml respectivement. Ainsi, une population exposée à une dose de 1 mg/ml d'H.E de romarin nécessite 23,44 heures pour que 50% de la population meure, et un temps de 10,96 heures pour que 50% de la

population meure pour une dose moyenne (2mg/ml) et si on expose la même population de pucerons à une forte dose de 4 mg/ml il faudra 5,25 heures pour que l'H.E tue 50% de la population.

Ces résultats sont conformes aux attentes. L'huile essentielle de romarin est connue pour ses propriétés insecticides. Elle contient des composés volatils, tels que le 1,8-cinéole, qui sont toxiques pour les insectes. Ces composés peuvent perturber le système nerveux central des insectes, entraînant leur mort. Ceci est confirmé par Seri-Kouassi et al. (2004) qui ont conclu que la toxicité des huiles essentielles sur les insectes est induite par l'action de leurs composés majoritaires. Tapondjou et al (2005) ont confirmé également que le composé chimique dominant dans l'H.E de romarin est le 1.8-Cineole qui a montré un effet toxique contre *Tribolium castaneum*.

La dose létale médiane diminue à mesure que le temps d'exposition augmente est cohérent avec le mécanisme d'action de l'huile essentielle de romarin. En effet, les composés volatils de l'huile essentielle de romarin s'accumulent dans le corps de l'insecte au fil du temps. Plus l'exposition est longue, plus la quantité de composés volatils accumulés est importante. Cela augmente le risque de mort de l'insecte. Lee et al (2001) soulignent que les composés volatiles peuvent pénétrer dans les insectes rapidement et interférer avec leurs fonctions physiologiques

En considérant tous ces résultats, il est clair que l'huile essentielle de romarin a une activité insecticide significative sur les pucerons de fève. Cependant, il est important de noter que l'effet insecticide dépend de la concentration de l'huile essentielle et de la durée d'exposition.

# CONCLUSION ET PERSPECTIVES

## Conclusion et perspectives

Les résultats obtenus dans cette étude ont mis en évidence une grande diversité d'insectes dans les cultures de fèves à Boudouaou et H'raoua. Les deux sites d'étude Boudouaou (Boumerdes) et H'raoua (Alger) présentent des communautés d'insectes distinctes, avec des différences significatives en termes de richesse spécifique, d'abondance relative et d'équitabilité. L'étude a révélé que les sites de Boudouaou et H'raoua abritent un total de 313 individus de 71 espèces sur les deux sites. Le site de Boudouaou héberge 151 individus de 38 espèces, tandis que le site de H'raoua héberge 162 individus de 33 espèces. Ces données indiquent qu'il est important de protéger ces sites pour préserver la biodiversité de la région.

L'abondance relative des espèces est différente entre les deux sites. La station de H'raoua présente une plus grande dominance d'une seule espèce, *le Diptera sp.* (27,16%) tandis que la station de Boudouaou présente une abondance plus équilibrée entre les différentes espèces dont *Halictus sp.* qui est l'espèce dominante avec 15,23%, *Frankliniella occidentalis* et *Nemopoda nitidula* suivent de près avec des abondances relatives respectives de 11,25% et 10,59%. Enfin, l'indice d'équitabilité s'approche de l'unité « 1 » dans les deux stations (0.825 à Boudouaou et 0.815 à H'raoua), ce qui suggère que les populations d'insectes sont relativement équilibrées et stables entre les différentes espèces.

Ces résultats sont importants pour la compréhension de la biodiversité des cultures de fèves en Algérie. Ils peuvent être utilisés pour développer des stratégies de gestion durable des cultures qui favorisent la conservation des insectes bénéfiques et la réduction des populations d'insectes nuisibles. Ainsi, une étude plus approfondie des facteurs qui influencent la composition des communautés d'insectes dans les cultures de fèves est souhaitable.

Les résultats de l'essai de l'activité bioinsecticide de l'huile essentielle (H.E.) du romarin *Rosmarinus officinalis* testée *in vitro* montrent une activité insecticide significative vis-à-vis du puceron noir de la fève. La mortalité des pucerons augmente avec la dose d'huile essentielle et le temps d'exposition. La DL50, qui est la dose létale médiane, diminue au fil du temps, ce qui signifie que la substance testée devient de plus en plus toxique. La TL50, qui est le temps létal médian, diminue également avec l'augmentation de la dose d'huile essentielle. La forte concentration d'huile essentielle (4 mg/ml) est la plus toxique et montre une rapidité d'action particulière, avec un temps létal de 5,25 heures. La toxicité de l'huile essentielle de romarin est due aux composés volatils qu'elle contient, tels que le 1,8-cinéole. Ces composés peuvent perturber le système nerveux central des insectes, ce qui entraîne leur mort.

En perspectives : l'huile essentielle de romarin est une alternative prometteuse non polluante aux insecticides chimiques pour lutter contre les insectes ravageurs. Il serait intéressant de poursuivre les recherches sur la toxicité de l'huile essentielle de romarin sur d'autres pucerons ou même d'autres ravageurs de la fève et de tester les résidus des extraits de plantes sur les pollinisateurs et les ennemis naturels.

# RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

## Les Références :

### « A »:

- **ABBAD, A., (2001).** Screening of *Vicia faba* for resistance to the « giant race » of *ditiencuhusdipsoci* in Morocco, *NematolMediterr.* 29-33p.
- **ABDELLATIF, K., (2009).** Les plantes Aromatiques et Médicinales.
- **ABSOUTE, L., SAADAOU, E.M., (1996).** Acquis de recherche sur le parasitisme des légumineuses alimentaires au Maroc.
- **ABU-AMER, J.H., SAOUB, H.L., AKASH, M.W., AL-ABDALLAT, A.M., (2012).** Gene tic and phenotypic variation among faba bean landraces and cultivars. *Int. J. Veg. Sci.* 17: 45-59p.
- **AKEMASSI. UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA., (2008).** Étude de l'activité biologique des extraits foliaires de *Cleome Arabica*.
- **ALTIERI, M.A, NICHOLLS, C.I., (2005).** Agroecology and the search for a truly sustainable agriculture, *Basic Textbooks for Environmental Training.* United Nations Environment Programme, México, D.F.
- **ANONYME., (2006).** Les pucerons : Protection Biologique Intégrée (PBI) en cultures ornementales. Projet réalisé avec le soutien du FEDER dans le cadre du programme Intégré III, France, 10p.
- **AOUAR-SADLI, M., LOUADI, K., DOUMANDJI, S.E. (2008).** Pollination of the broad bean (*Vicia faba* L. var. major) (Fabaceae) by wild bees and honeybees (Hymenoptera: Apoidea) and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzou area (Algeria). *African J. Agri. Res.*, 3 (4): 266 – 272p.
- **AOUATI, A., & BERCHI, S., (2015).** Larvicidal effect of *Marrubium vulgare* on *Culex pipiens* in eastern Algeria *Energy Procedia.* 74:1026 – 1031p.
- **ARVALIS et UNIP., (2013).** Diagnostique des accidents de la féverole et du poids. 83 p
- **AVERSENQ, P., GOUTIER, J., ET GUEGUEN, M., (2008).** Le truffaut. Antimaladies et parasites. Larousse. Edition Octavo. 224p

### « B »:

- **BALACHOWSKYA, A.S., (1962).** Entomologie appliquée à l'agriculture, Ed, Masson et Cies, Tome I, Paris, 564 p.
- **BARGAZ, A., GHOULAM, C., AMENC, L., LAZALI, M., ABADIE, J., DREVO, J.J. (2012).** Phosphoenol pyruvate phosphatase is induced in the root nodule cortex of *Phaseolus vulgaris* under phosphorus deficiency. *Journal of Experimental Botany* 63, 4723–4730 p.
- **BEDJAOU, H., (2000).** Réponse de quelques variétés de fève à l'infestation artificielle par les pucerons noirs : *Aphis craccivora* et *Aphis fabae* (Homoptera, aphididae) dans les régions de Biskra et de Batna. *Mémoire Ing. Agro, Unv, Batna.* 107 p.
- **BELAKHDAR, J., (1997).** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Ides PRESS (Ed). Paris, 764p.
- **BEN ABADAMHAA., ABIR, S., TAHRI, M., HAOUALHAMDI, S., (2023).** Encapsulation of *Rosmarinus officinalis* essential oil and of its main

components in cyclodextrin: application to the control of the date moth *Ectomyelois ceratoniae* (Pyralidae). *Pest Management science*. Volume 79.

- **BENAZZEDDINE, S., (2010).** Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae). mémoire ingénieur, E.N.S.A. Alger, 107p.
- **BENDIFALLAH, L., (2002).** Biosystematiques des Apoidea (Abeille domestique et abeilles sauvages) dans quelques localités de la partie Est de la Mitidja. Thèse de Magistère en Sciences agronomiques, Inst. Nat. Agr. El Harrach, Alger, 95p
- **BOUCHIKHI TANI, Z., KHELIL, M.A. and HASSANI, F., (2008).** Fight against the bruchid bean *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae) and the mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) by the essential oils extracted from *Rosmarinus officinalis*. *Biosciences, Biotechnology Research Asia*, 5(2): 651-656p.
- **BOUGHADAD, A., (1994).** Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus* (Boh.) sur *Vicia faba* L. au Maroc : Thèse d'Etat en Sciences, N° 3628 Université de Paris-Sud Orsay, 182 p.
- **BOUGHADAD, A., LAUGE, G., (1997).** Cycle biologique de *Bruchus rufimanus* (Boh.) (Coleoptera : Bruchidae) sur *Vicia faba* L. var. minor (légumineuse) au Maroc, 12p.
- **BOURNIER, A., (1982).** Les Thrips : biologie, importance agronomique. Ed. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris, 128 p.
- **BRINK, M., BELAY, G., (2006).** Céréales et légumes secs. Ressources végétales de l'Afrique tropicale. Fondation PROTA/ Backhuys publishers/CTA. Pays-Bas. 327 p.
- **BROWN, B.V. BORKENT, A., CUMMING, J.M., WOOD, D.M. WOODLEY, N.E., ZUMBADO, M.A., (2010).** Manual of Central American Diptera. Ottawa: NRC Research Press. Vol. 2:1297-1304
- **BRUCE, T.J.A., MARTIN, J.L., SMART, L.E., PICKETT, J.A., (2011).** Development of semiochemical attractants for monitoring bean seed beetle, *Bruchus rufimanus*. *Pest Manag. Sci.* 67, 1303-1308.

#### « C »:

- **CARTUJO, F., SUZO, M.J., PIERRE, J., MORENO, M.T., LE GUEN, J., (1998).** Faba bean pollinating insects in South Spain: daily variance in abundance, in: *Eucarpia*, International Symposium on Breeding of Protein and Oil crops, Pontevedra, Spain, 49-50 p.
- **CHABERIERE, C., CAUDAL, Y.T., (2007).** Poivron protection phytosanitaire situation actuelle et perspectives. Rencontre technique-plan d'Ordon. 10p.
- **CHASE, M.W., REVEAL, J.L., (2009).** « A Phylogenetic Classification Of The Land Plants To Accompany APG III ». *Bot. J. Linn. Soc.* Vol. 161. 122-127 p.
- **CHAICHI, W., DJAZOULI, Z., (2017).** Impact du thé de vermicompost sur la qualité phytochimique de la fève et sur la réduction des populations du puceron noir de la fève *Aphis fabae*. *Revue Agrobiologia*. 247-262 p.
- **CHAUX, C., (1971).** Production légumière "Légumineuses potagères". Ed J-B Baillière, Paris, 409 p.

- **CHAUX, C., FOURY, C.L., (1994).** Production légumière : légumineuses potagères, légumes fruits, Lavoisier, Paris. 4-8 p.
- **CHAUX, C., FOURY, C.L., (1994).** Production légumière : Légumineuses potagères, Légumes fruits. Tome III, Ed: TEC. ET DOC, Lavoisier, 563p.
- **CHEN, J.L.W. MI., ZHANG F, SHI S, ZANG, J.A., (2020).** *Reported Parasitoid, Pentatomophagalatifascia (Diptera: Tachinidae), of Adult Halyomorpha halys in Beijing, China.* 11 (10):666 p.
- **COOK, D.F., VOSS, SC., FINCH, J.T.D., RADER., COOK, J.M. & SPURR, C.J., (2020).** The role of flies as pollinators of horticultural crops: an Australian case study with worldwide relevance. *Insects*, 11(6), 341p.
- **CUBEROJ, I., (2011).** The faba bean: a historic perspective. Grain Legume. 5-7 p.

#### « D »:

- **DAJOAZ, R., (2000).** Eléments d'écologie. Ed. Bordas. Paris, 5ème édition. 631 p.
- **DELAPLANE, K.S., MAYER, D.F., (2000).** Crop pollination by bees. CABI Publishing, Wallingford, UK and New York. 344 p.
- **DIDIER B., GUYOT H., (2012).** Des plantes et leurs insectes. Ed. Quae. Paris. 263 p.
- **DOMINIQUE, M., (2010).** Les productions légumières. Educagri. Dijon. 163 p
- **DUC, G., (1997).** Faba bean (*Vicia faba* L.), *Field Crops Res*, 53, 99-109 p.
- **DUC, G., BAO, S.Y., BAUM, M., REDDEN, B., SADIKI, M., SUSO, M.J., VISHNIAKOVA, M., ZONG, X.X., (2010).** Diversity maintenance and use of *Vicia faba* L. genetic resources. *Field Crops Research* 115, 270-278 p.

#### « E »:

- **EL-BERRY, A.A., MOUSTAFA, M.A., ABDEL-GAWAD, A.A., EL-BIALEY, S., (1974).** Pollinators other than honeybees visiting certain vegetable plants in Egypt. *Zeitschrift für angewandte Entomologie* 77: 106-110 p.
- **ELGUEDOUI, R., (2003).** Extraction des huiles essentielles du Romarin et du Thym. Comportement insecticide de ces deux huiles sur *Rhyzoperthadorninica* (Fabricus) (Coleoptera, bostrychidae). Thèse ing., E.N.P. El-Harrach, Alger, 76 p
- **ELOUTASSI, N., LOUASTE, B., BOUDINE, L., REMMAL, A., (2013).** Contribution au développement des régions rurales : Conservation de *Rosmarinus officinalis*. Science. 2p.

#### « F »:

- **FAO/SMIAR., (2002).** Perspectives de l'Alimentation. 15 p.
- **FAO/STAT., (2014).** Production Quantities by Country. Available at.
- **FINNEY, D.J., (1971).** Statistical method in biological assay, 2Nd edition. London: Griffin. 333 p.
- **FOURY, C., (1990).** Productions légumières : Légumineuses potagères. In: Techniques agricole, production végétal. Paris, Fascicule n°2160e: 1-5 p.
- **FREE, J.B., (1966).** The pollination requirements of broad beans and field beans (*Vicia faba*). *Journal of Agricultural Science* 66: 395-398 p.

#### « G »:

- **GENEVIEVE, D., (2018).** connaître les ennemis naturels des insectes ravageurs et favorise leur activité dans les cultures maraichères. 6-10 p.
- **GEORCRET., SCHEROMM, O., (1995).** Lutte contre les insectes ravageurs des cultures : les apports de la biologie. Ed. INRA, France, 42 p.
- **GLITHO, I.A., KETOH, K.G., NUTO, P.Y., AMEVOIN, S.K., HUIGNARD., (2008).** Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du centre et de l'ouest , 207-217. In Biopesticides d'origine végétale (2e éd), Regnault-Roger . C, Philogène. B. J. R, Vincent. C. (eds). Lavoisier, TEC & DOC :Paris. 550p.
- **GOETZ, P., GHEDIRA, K., (2012).**Phytothérapie anti-infectieuse.
- **GORDON, M.M., (2004).** Haricots secs : Situation, Prospective et Agroalimentaire. Canada, 17 p.
- **GREENBERG, B.,(1973).** Flies and Disease. Princeton: Princeton University Press. Vol. 2.
- **GRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE CANADA., (2014).** Les insectes pollinisateurs indigènes et l'agriculture au Canada, 10p.
- **GUIGNARD, J.L., (1989).**Abrégés de botaniques, 7ème édition : 173-176 p.

#### « H »:

- **HAMADACHE, A., (2003).** La féverole. Inst. Techn. Gr. Cult (T.T.G.C), 13 p.
- **HEATH, A.C.G., (2015).** Beneficial aspects of blowflies (Diptera: Calliphoridae) New Zealand Entomologist 7(3): 343-348 p.
- **HEBBLETHWAITE, P.D., HAWTIN, G.C., LUTMAN, P.J.W., (1983).** The Husbandry of Establishment and Maintenance. In the Faba bean. (Vicia faba L.) : Edited by P. Référence 23 D. Hebblethwaite. 271-312 p.
- **HENRY., (2009).** **SLATER. (1978).** **HENRY, FROESCHNER. (1988).** **BROOKS. KELTON., (1967).** Les Hémiptères de Québec–punaises.
- **HIGNARD, J., GLITHO, I.A., MONGE, P., REGNAULT-ROGER, C., (2011).**Insectes ravageurs des grains de légumineuses. Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Ed. Quae. Franc. 145 p.
- **HOFFMANN, A., (1945).** Coléoptères Bruchidae et Anthribidae. In : Faune de France. Paris.1-184 p.
- **HOFFMANN, A., LABEYRIE, V., (1962).** Sous famille des Bruchinae. 442-490 p. Entomologie appliquée à l'agriculture. A.S. Balachowsky (ed.) Tome I, Premier Volume, Masson et Cie, Paris .184p.

#### « I »:

- **INRAA., (2006).** rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques Juin 2006. Institut National de la recherche agronomique d'Algérie.13: 1111-1992 p.
- **INRAA., (2018).** les Dégâts des pucerons sur les fabacées.
- **INRAA., (2019).** Les acariens prédateurs et parasites.
- **IPBES., (2016).** Rapport d'évaluation sur les pollinisateurs, la pollinisation et la production alimentaire.

**« J »:**

- **JARLAN, A., OLIVEIRA, D., GINGRAS, J., (1997).** Pollination by *Eristalis tenax* (Diptera: Syrphidae) and seed set of greenhouse sweet pepper. *Journal of Economic Entomology* 90(6): 1646-1649 p.
- **JENSEN, E.S., PEOPLES, M.B, HAUGGAARD-NIELSEN, H., (2010).** Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research*.115: 203-216 p.

**« K »:**

- **KHALDI, R., ZEKRI, S., MAATOUGUI, M.E.H & BEN-YASSINE, A.(2002).**L'économie des légumineuses alimentaires au Maghreb et dans le monde. *Proceeding du 2èmeséminaire du réseau remafeve/remala. « Le devenir des légumineuses alimentaires dans le Maghreb».* Hammamet, Tunisie, 100p.
- **KAMBREKAR, DN., MEGHA, R., RAIKAR. KRISHNA, G., (2019).**Abondance d'insectes pollinisateurs associés à la fève *Vicia faba L. var. major* (Fabales : Fabaceae) dans le nord du Karnataka. *Journal de pharmacognosie et de phytochimie*; 8(2): 1449-1452 p.
- **KATARZYANA, D., BOZENA, K., ANTONI, S., BEATA, G., (2012).**Aphid behavior-modifying activity of essential oils from Lamiaceae and Apiaceae. *Aphid and other Hemipterous Insects.*, 18: 93-100.
- **KAYSI, Y., J.P., (1992).** Melcion. Traitements technologiques des protéagineux pour le monogastrique : exemples d'application à la graine de féverole. *Productions Animales*.3-17 p.
- **KAYAHAN, B., KAYAHAN, A. &KARACA, I., (2011).***Determination of the preferred two different coccinellid species on different aphid species feeding on broad bean plants. International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences, 5 (2), 166-172 p.*
- **KEMASSI, A., (2008).** Étude de l'activité biologique des extraits foliaires de *Cleome Arabica*. Université Kasdi Merbah-Ouargla.
- **KHALDI, R., ZEKRI, S., MAATOUGUI, M.E.H., BEN-YASSINE, A., (2002).**L'économie des légumineuses alimentaires au Maghreb et dans le monde. *Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA « Le devenir des légumineuses alimentaires dans le Maghreb ».* Hammamet, Tunisie, 81-86 p.
- **KLEIN, A.M., VAISSIERE, B.E., CANE, J.H., STEFFAN-DEWENTER, I., CUNNINGHAM, S.A., KREMEN, C., TSCHARNTKE, T., (2007).** Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 274(1608): 303-313 p.
- **KOLTOWSKI, Z., (1996).** Foraging by pollinating insects on several field bean cultivars (*Vicia faba L. spp. minor* Harz). *Pszczelnicze Zeszyty Naukowe* 40(1): 77-93p.

**« L »:**

- **LABOUZI, I. (2010).** Activité biologique des extraitsfoliaires de *Cleome Arabica L.*(Capparidaceae) chez *Schistocerca gregaria*(Forskål, 1775) (Orthoptera, Acrididae).*Mem. Mag. Uni de Mohamed Kheider .Biskra*.165p.

- **LATHAM, M.C., (2001).** La malnutrition dans les pays en développement; Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), Rome / Italie, 515p.
- **LAUMONIER, R., (1979).** Cultures légumières et maraîchères, Tome III. Ed.J.B. BAILLIERE. 276 p.
- **LEE, S.E., LEE, B.H., CHOI, W.S., PARK, B.S., KIM, J.G., CAMPBELL, B.C., (2001).** Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L).57 (6): 548553.
- **LE RALEC, A., ANSELME, C., POIRIE, M., VAN BAAREN, J., LE LANN, C., VAN ALPEN, J.J., (2010).** Evolutionary ecology of the interactions between aphids and their parasitoids. C.R. Biologies. 333: 554-565 p.
- **LEROY, P., FRANCIS, F., VERHEGGEN, F., CAPELLA, Q., FAGEL, Q., HAUBRUGE, E., (2008).** La coccinelle à deux points (*Adalia bipunctata*), le chrysope commun (*Chrysoperla carnea*) et le syrphé ceinturé (*Episyrphus balteatus*), nos principaux prédateurs indigènes plutôt que la coccinelle asiatique (*Harmonia axyridis*) exotique et invasive dans nos écosystèmes. Unité d'Entomologie fonctionnelle et évolutive, Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, B-5030 Gembloux (Belgique).
- **LIM, T.K., (2012).** *Vicia faba*. Fruits, 2: 925-936 p.
- **LOOMANS, A.J.M., VAN-LENTEREN, I.J.C., TOMMSINI, M.G., MAINI, S., RIUDAUVETS, J., VAN-LENTEREN, J. C., (1995).** Biological control of thrips pests. Wageningen Agricultural University Papers, 95(1): 89- 201 p.
- **LOSEY, J.E., VAUGHAN, M., (2006).** La valeur économique des services écologiques rendus par les insectes. Bioscience .56(4): 311-323 p.
- **LOSS, S.P, SIDDIQUE, K.H.M., (1997).** Adaptation of faba bean (*Vicia faba L.*) to dryland Mediterranean-type-environment. I. seed yield and yield components. Field Crops Research.52: 17-28 p.

**« M »:**

- **MAATOUGUI, M.E.H., (1996).** situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives derelance.Doc. RONEO. I.T.G.C. Alger.
- **MAATOUDUI, M.E.H., (1997).** Situation de la culture des fèves en Algérie et principales contraintes. Céréaliculture, numéro spécial Fève: 6-15p.
- **MAHMOUDI, M., SAHRAGARD, A., SENDI, J.J., (2010).** Foraging efficiency of *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hymenoptera: Aphididae) parasitizing the black bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae), under laboratory conditions. Journal of Asia-Pacific Entomology.13: 111-116P.
- **MAHR, S.E.R., CLOYD, R.A., MAHR, D.L., SADOFF, C.S., (2001).** Biological control of insects and other pests of greenhouse crops. North Central Regional Publication 58. Ed. University of Wisconsin-Extension et Cooperative Extension, Wisconsin, 108p.
- **MAOUI R., SAY, B., EL-HADJ, B., FRIKH, A., GIRARD, C., (1990).** La culture de la fèverole en Tunisie. Ed. I.N.R.A.T, O.N.H., AGROPOL. I.T.C.F., 16p
- **MARCEL., (2002).** Larousse agricole. Ed Larousse. Canada. 768p
- **MATHILDE, B., COLIN, F., AUDREY, M., (2011).** Plantes et pollinisateurs. 11p.

- **MATTHEWS, P., MARCELLOS, H., (2003).** Faba bean, Agriculture factsheet. Ed. NSW Agriculture, 12p.
- **MERADSI, (2009).** Contribution à l'étude de la résistance naturelle de la fève *Vicia faba* L. au puceron noir *Aphisfabae* Scopoli, 1763 (Homoptera: Aphididae).
- **MICHENER, C.D., (2007).** The bees of the world. Second ed. Baltimore: The Johns Hopkins University Press. 953p.
- **MNHN., OFB [Ed.], (2003-2023).** Fiche de *Phoebis sennae* « LINNAEUS, (1758) ». Inventaire national du patrimoine naturel (INPN).
- **MOSTEFAL, A., (2012).** Contribution à une étude morphométrique de *Rosmarinus officinalis* L (Lamiacées) dans la région de Tlemcen. Mémoire Master. Université AboubekerBelkaid, 100p.

#### « N »:

- **NDOMO, A.F., TPPONDJOU, A.L., TENDONKENG, F., TCHOUANGUEP, F.M., (2009).** Evaluation des propriétés insecticides des feuilles de *Callistemonviminalis* (Myrtaceae) contre les adultes d'*Acanthoscelidesobtectus* (Say) (Coleoptera; Bruchidae). *Tropicultura*. 137- 143p.
- **NUESSLY, G.S., HENTZ, M.G., BEIGER, R., SCULLY, B.T., (2004).** Insects associated with Faba bean, *vicia faba* (*fabales, fabaceae*), in southern Florida *entomologist*, 87(2): 204-211p.

#### « O »:

- **OLLERTON, J.R., WINFREE, S., TARRANT., (2011).** How many flowering plants are pollinated by animals *Oikos*. 120 (3): 321–326p.
- **OUIBRAHIM, A., (2010).** Evaluation de l'effet ant-microbien et antioxydant de trois plantes aromatiques (*Laurusnobilis* L., *Ocimum basilicum* L. et *Rosmarinus officinalis* L.) de l'Est Algérien. Thèse Doctorat. Université Badji Mokhtar Annaba, 95p.

#### « P »:

- **PEER, S., (2017).** Plantes cultivées en Suisse – la fève commune des champs. 6-9p.
- **PERON, J.Y., (2006).** Références. Productions Légumières. 2ème Ed. DUC, Paris. 613p.
- **PINTUREAU, B., GRENIER, S., MOURET, H., BENOIT SAOUPHANOR, M.H., SFORZA, R., TAILLIEZ, P., ET VOLKOFF, N., (2009).** La lutte biologique ; application aux arthropodes ravageurs et aux adventices. Ellipse edition marketing S.A., 146-152 p.
- **PIZAUTI, M., FREDIANI, D., (1979).** Eff etto dell impollinazione entomofi la sullaproduttivita del favino (*Vicia faba minor*). *Apiculture Moderno* : 107-113 p.
- **POULSEN, M.H., (1975).** Pollination, seed setting, cross fertilization and inbreeding in *Vicia faba* L. *Zeitschrift für Pfl anzenzüchtung* 74: 97-118 p.
- **POUVREAU, A., (2004).** Les insectes pollinisateurs. Delachaux & Niestlé, 157 p.
- **PITSCH, G., (1971).** Recherche sur le rôle que joue l'abeille dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba*), p. 529-530 in: CR 23 Congrès international d'Apiculture, Apimondia, Moscou, Bucarest Protégeons nos pollinisateurs en Isère

#### « Q »:

- **QUEZEL, P., SANTA, S., (1963).**Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales : Éditions du Centre national de la Recherche scientifique.

#### **« R »:**

- **RADER, R., CUNNINGHAM, S.A, HOWLETT, & INOUE, D.W. (2020).**Non-bee insects as visitors and pollinators of crops: biology, ecology, and management. *Annual Review of Entomology*, **65**(1), 391–407 p.
- **RADER, R., EDWARDS, WESTCOTT, D.A., CUNNINGHAM, S.A. & HOWLETT, B.G. (2013).**Diurnal effectiveness of pollination by bees and flies in agricultural *Brassica rapa*: implications for ecosystem resilience. *Basic and Applied Ecology*, **14**(1), 20–27 p.
- **RAGUSO, R.A.(2020).**Don't forget the flies: dipteran diversity and its consequences for floral ecology and evolution. *Applied Entomology and Zoology*, **55**(1), 1–7 p.
- **RAZIA, A., (2000).** Nuskha Dar Fanni-Falahat: (The Art of Agriculture); (Persian Manuscript Compiled In The 17Th Century by the Mughal Prince Dara Shikoh) (Agri-History Bulletin No. 3) Munshiram Manoharlal Publishers Pvt Ltd. 98 p.
- **REGNAULT-ROGER C. et HAMRAOUI A., (1995).** Fumigant toxic activity and reproductive inhibition induced by monoterpenes on *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Coleoptera), a bruchid of kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *J. Stored Prod. Res*, **31**, PP 291-299p.
- **REGNAULT-ROGER, C., PHILGENE, B., VINCENT, C., C.** Biopesticides d'origine végétale. Approches non toxiques et non polluantes pour le contrôle des populations d'insectes nuisibles en Afrique du centre et de l'ouest , 207-217. In *Biopesticides d'origine végétale (2e éd)*, Regnault-Roger .C, Philogène. B. J. R, Vincent. C. (eds). Lavoisier, TEC & DOC : Paris. 550p.
- **RONZON, B., (2006).**Biodiversité et lutte biologique, Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Extrait d'un mémoire de fin d'étude sur les bandes fleuries, qui sont utilisées comme réservoir d'insectes auxiliaires : 18-22 p.

#### **« S »:**

- **SABRAOUI, A., AIT TAADAOUT, N., EL FAKHOURI, K., ROHI, L., EL BOUHSSINI, M., (2021).***Lixus algirus* L. (Coleoptera : Curculionidae) : biologie, fluctuation de la population, infestation en fonction des variétés, emplacement et dates de plantation au Maroc. *Journal de recherche entomologique et acarologique*. **53**: 9324p.
- **SADEKHANA, A., HUDA, E., SHERRN, M., (2023).** Evaluation of Insecticidal activity and Genetic Expressions of some Essential Oil and Methomyl Lannate 90% against *Spodoptera frugiperda*.
- **SAHARAOU, L., et GOURREAU, J.M., (1998).** Les coccinelles d'Alger : Inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coléoptera-coccinellidae). *Bull. Soci. Entom. De France*, vol. **103** (3). 209-312 p.

- **SAPULI, N., (2005).** Recueil de fiches techniques. Ed. ITIDAS. Biskra, 160 p.
- **SENTIL, A., LHOMME, P., MICHEZ, D., ET AL., (2022).** L'approche « Agriculture avec des pollinisateurs alternatifs » augmente l'abondance et la diversité des pollinisateurs dans les champs de féveroles. *Journal de la conservation des insectes.* 26, 401–414 p.
- **SCHMITT, U., SCHLUTER, K., BOORSMA, P.A., (1978).** Lutte chimique contre Orobanche crenata sur fève: réalisation d'une technique efficace, pratique et économique. *Bulletin de Protection des Cultures (INRA' Rabat)* 5, 3-9 p.
- **SERI-KOUSSI, B.P., KANKO, C., ABOUA, L.R.N., BEKON, K.A., GLITHO, A.I., KOUKOUA, G., GUESSAN, Y.T., (2004).** Action des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de Côte-d'Ivoire sur *Callosobruchus maculatus* F. du niébé. *C. R. Chimie*, 7: 10431046 p.
- **SOLTNER, D., (1990).** Les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclées-prairies. 16ème Ed, collection sciences techniques agricoles. 464p.
- **STREET, K., ISMAIL, A., AND RUKHMYAN., (2008).** Directives pour la régénération : fève. In: Dulloo M.E., Thormann I., Jorge M.A. and Hanson J., editors. *Crop specific regeneration guidelines [CD-ROM]. CGIAR System-wide Genetic Resource Programme (SGRP), Rome, Italy.* 10 p.
- **SVENDSEN, O.S., BRODSGAARD, C.J., (1997).** The importance of bee pollination in two cultivars of field (Vicia faba L). *SP Rapport-Statens Planteavlfsforskning* 5: 1-18 p.

#### « T »:

- **TAPONDJOU, I.A., BOUDA, H., FONTEM D.A., ZAPFACK, L., LONTSI, D., & BENLABED, K., (2005).** Comparative antibacterial activity of five Lamiaceae essential oils from Algeria. *The international J. of Aromatherapy.* 129-133 p.
- **TAUBER. M.J., TAUBER, C.A., DAANE, K.M., HAGEN, K.S., (2000).** Commercialization of predators: Recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). *Am. Entomol.* (46): 26-38 p.
- **THE PLANT LIST., (2013).** Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/> (accessed 1st January).
- **THOMAS., (2008).** La féverole confirme son intérêt. *Techniques culturales simplifiées N°48.* 4ème édition. 102 p.

#### « W »:

- **WOOD, D.M., (1987).** Mc Alpine JF, Peterson BV, Shewell GE, Teskey HJ, Vockeroth JR, Wood DM, eds. *Manual of Nearctic Diptera.* Agriculture Canada Monograph. Vol. 2:28: i–vi, 675–1332 Chapter 110. Tachinidae. 1193–1269 p.

#### « Y »:

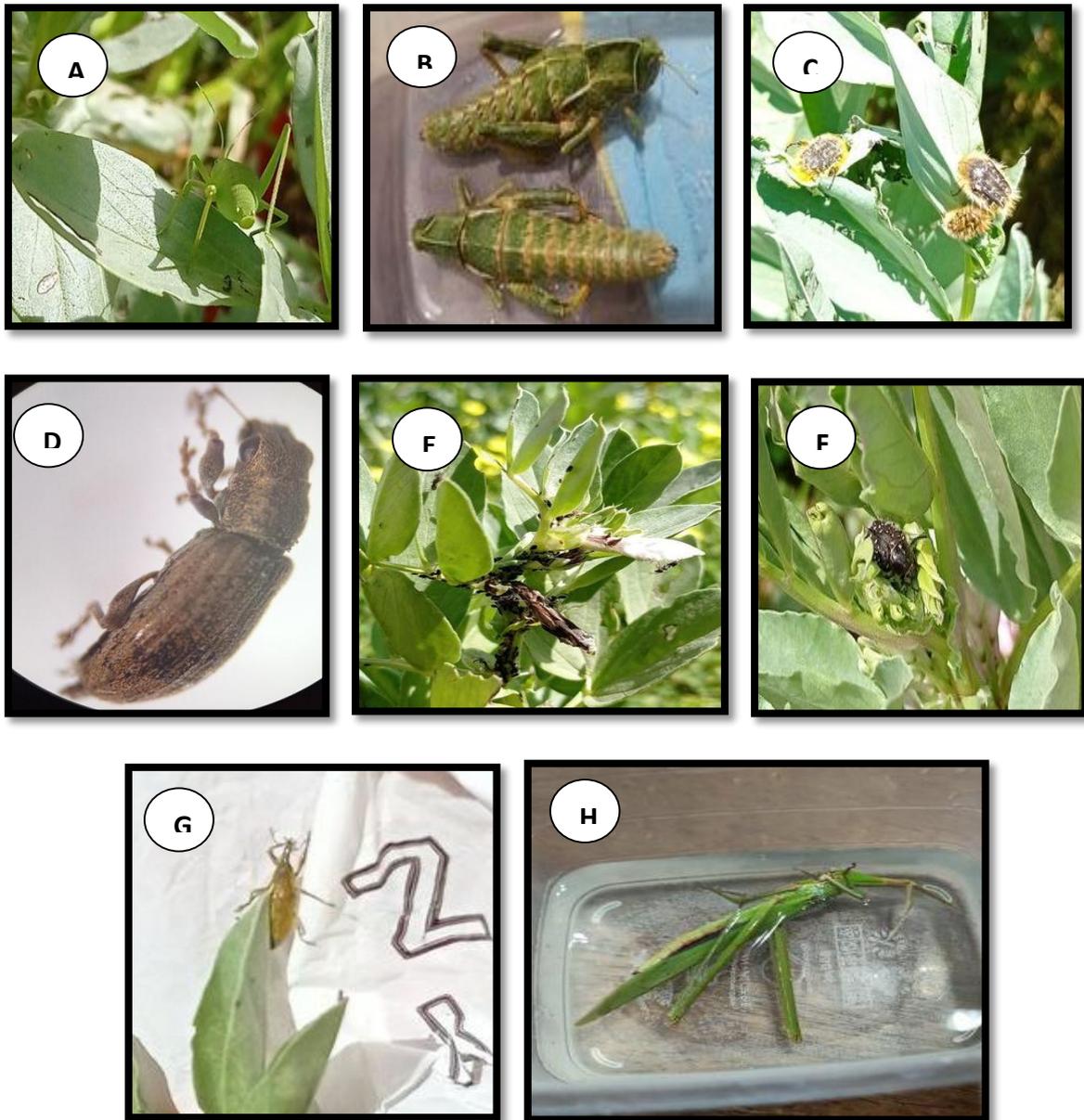
- **YAHIA, Y., GUETAT, A., ELFALLEH, W., FERCHICHI, A., YAHIA, H., LOUMEREM, M., (2012).** Analysis of agromorphological diversity of southern Tunisia faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm. *African Journal of Biotechnology*, 11 (56) : 11913- 11924.

#### « Z »:

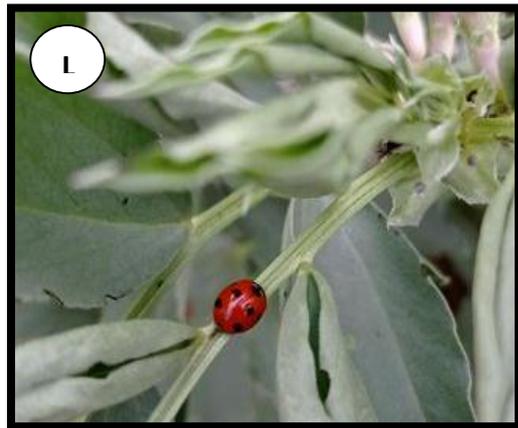
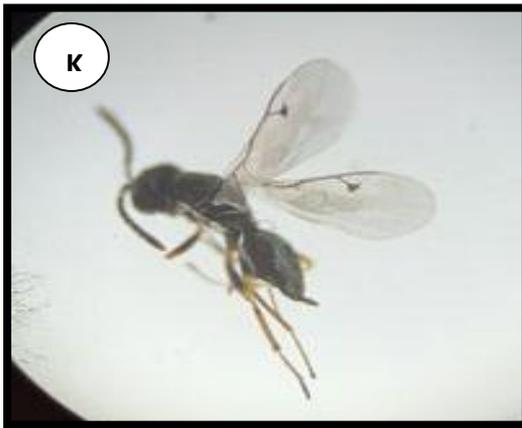
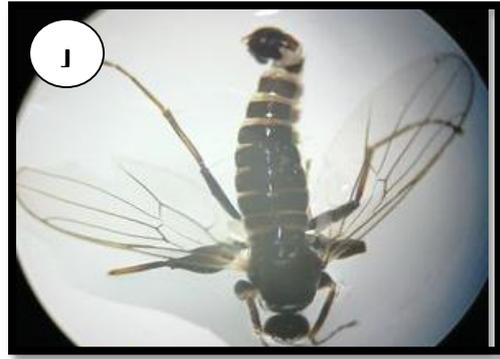
- **ZAGHOUANE, O., (1991).** The situation of faba bean (*Vicia faba* L.) in Algeria. Option méditerranéenne. Present statut and future perspectives of faba bean production. I.C.A.R.D.A, Serie A. 123-125 p.
- **ZUMPT, F., (1965).** Mytasts in Man and Animals in the Old World. London: Butterworths.

# Annexes

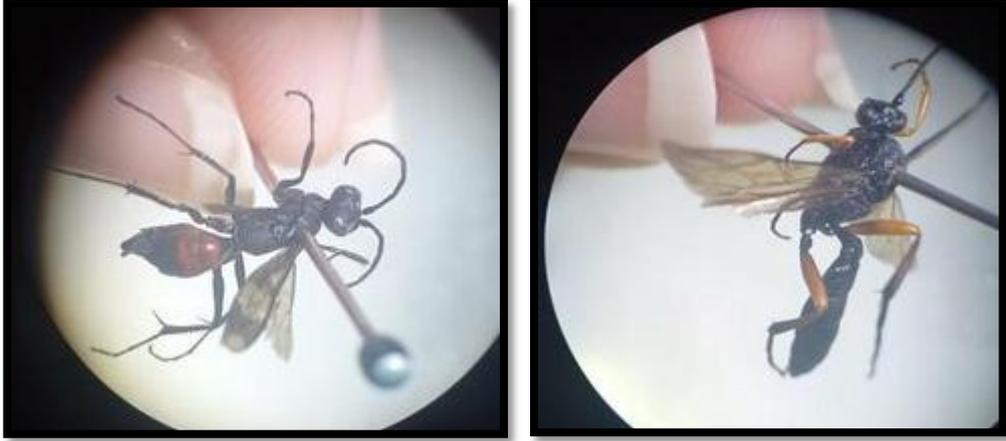
**Annexe I :** l'entomofaune nuisible et utile de la fève *Vicia faba* L.



**Figure 1 :** les insectes nuisibles de la fève (A :*Odontura* sp ; B :*Pamphagus elephas* ; C : *Tropinota squalida* ; D : *Sitona lineatus* ; E : *aphis fabae* ; F : *Oxythera funesta* ; G : *Lixus Algirus* ; H : *Acrida cinerea*.(Original, 2023)



**Figure 2:** les insectes utiles de la fève(I:*Pieris brassicae* ; J:*Diptera sp6* ; K:*Bracon sp*  
L:*Coccinella septempunctata* ; M :*Anthophora sp.*(Original, 2023)



**Figure 3 : Les guêpes parasitoïdes. (Originale,2023)**

## Annexes II:

Les ravageurs	Les insectes utiles
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Delia sp.</i></li> <li>• <i>Botanophilafugax</i></li> <li>• <i>Oxytherafunesta</i></li> <li>• <i>tropinotasqualida</i></li> <li>• <i>Lixusalgirus</i></li> <li>• <i>Sitona lineatus</i></li> <li>• <i>Odontura sp. sp.</i></li> <li>• <i>Pamphagussp.</i></li> <li>• <i>Pamphaguselephas.</i></li> <li>• <i>acridacinerea</i></li> <li>• <i>Carpocorisfuscispinus</i></li> <li>• <i>nezara viridula</i></li> <li>• <i>Pentatomidae graphosoma</i></li> <li>• <i>Myzus persicae</i></li> <li>• <i>Frankliniella occidentalis</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Vespula germanica</i></li> <li>• <i>Poliste dominula</i></li> <li>• <i>Anthophora sp.</i></li> <li>• <i>Apis mellifera</i></li> <li>• <i>Eucera numida</i></li> <li>• <i>Eucera sp.</i></li> <li>• <i>Andrena flavipes</i></li> <li>• <i>Andrena sp1.</i></li> <li>• <i>Andrena sp2.</i></li> <li>• <i>Halictus sp.</i></li> <li>• <i>Lasioglossum sp.</i></li> <li>• <i>Osmia sp.</i></li> <li>• <i>Megachilidae sp.</i></li> <li>• <i>Bracon sp.1</i></li> <li>• <i>Bracon sp.2</i></li> <li>• <i>Caliadurgus fasciatellus</i></li> <li>• <i>Priocnemis sp</i></li> <li>• <i>Ephialtini sp</i></li> <li>• <i>Ichneumon sp.</i></li> <li>• <i>Exyston sp</i></li> <li>• <i>Chalcidoidea sp</i></li> <li>• <i>Calliphora vomitoria</i></li> <li>• <i>Calliphora Vicina</i></li> <li>• <i>Diptera sp.1</i></li> <li>• <i>Diptera sp.2</i></li> <li>• <i>Nemopoda nitidula</i></li> <li>• <i>Diptera sp.4</i></li> <li>• <i>eristalis tenax</i></li> <li>• <i>Diptera Sp 5</i></li> <li>• <i>Diptera sp.3</i></li> <li>• <i>Sarcophaga carnaria</i></li> <li>• <i>Sarcophaga sp.</i></li> <li>• <i>Stevenia sp.</i></li> <li>• <i>Rhinophora sp.</i></li> <li>• <i>Musca domestica</i></li> <li>• <i>Diptera sp6</i></li> <li>• <i>Coccinella septempunctata</i></li> <li>• <i>chrysomelidae zonabris</i></li> <li>• <i>Pieris brassicae</i></li> <li>• <i>Pararge aegeria</i></li> <li>• <i>chrysopepla carnea</i></li> </ul>
✓ ∑ Ni = 73	✓ ∑ Ni = 240

« Ni »: nombre d'individus

### Annexe III:

**Tableau 1:** Résultats d'observation des mortalités des pucerons traités par l'H.E de romarin.

	Dose 1= 1mg/ml			Dose 2= 2 mg/ml			Dose 3= 4 mg/ml			Témoin		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
2h	0	0	0	0	0	11	0	14	15	0	0	0
4h	0	1	1	1	1	15	1	24	20	0	0	0
24h	14	11	19	14	9	32	24	40	34	0	2	1
48h	33	27	39	38	31	36	39	40	39	2	5	2
72h	40	38	39	40	38	40	40	40	40	4	8	5
96h	40	40	40	40	40	40	40	40	40	5	11	9