

Présenté à la faculté des Sciences de la Nature et de la vie

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDE

Présenté par

YAHIA PACHA Souaad

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER ON BIOLOGIE

Spécialité : Valorisation des substances naturelles

végétales

Thème

Utilisation de racine de pyrèthre
comme produit insecticide

Soutenue publiquement le... /06/2016

DEVANT LE JURY

Président M^{elle} BOUALEM Malika

Université de Mostaganem

Encadreur Mr. DEBBA Bachir

Université de Mostaganem

Examineur Mme. SAYAH Farida

Université de Mostaganem

Thème réalisé aux laboratoires de biochimie et protection des végétaux

Dédicace

*Ce qui sont les plus chers au monde, mes parents :
A mon père, pour m'avoir soutenu moralement et
matériellement jusqu'à ce jour.*

Père, ce travail est le tien.

*A ma mère, voici l'aboutissement de tes nombreuses nuits de
prières de ta sagesse et ta générosité pour votre petite fille.*

Chère mère, ce travail est le fruit de tes efforts.

*Je n'oublie jamais la générosité illimitée de mes sœurs :
Safia, Amina, Khadidja, Djamila, Rabha et Marwa.*

A mon frère Mohamed.

*Et les petits : Fayrouz, Yusuf, Farouk, Amani, Sid ahmed et
Retaj.*

*Mes études dans de bonnes conditions, tous simplement je
voudrais leurs dire je les aime de tout mon cœur.*

A mes neveux et nièces :

*Je vous souhaite beaucoup de chance. J'espère que vous allez
suivre les pas de votre tante, que Dieu vous protège.*

A tous mes amis.

*A tous les étudiants de la valorisation des substances naturelles
végétales.*

A tous mes enseignants de primaire jusqu'à l'université.

Souaad

Remerciements

Mes remerciements sont d'abord au Dieu de m'avoir donné la force et le courage nécessaire pour mener ce travail à bout.

Ce mémoire n'aurait pu voir le jour sans la participation de nombreuses personnes, je vais m'essayer à trouver les mots justes pour exprimer spécifiquement mes reconnaissances à tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à ce travail.

Je tiens à remercier sincèrement mon encadreur **Mr. DEBBA. Bachir** et mon Co-encadreur **M^{elle} BOUALEM. Malika**, Vous m'avez initié à la recherche. Votre orientation m'a été très bénéfique pour la réalisation de ce travail, Votre rigueur et façon de travailler, m'as permis d'être plus attentif et critique vis-à-vis de mon travail. Merci pour votre patience dans la correction de ce mémoire.

J 'espère avoir été à la hauteur de votre attente.

Mes remerciements vont aussi **Mme SAYEH. Farida** qui m'a fait l'honneur de présider le jury et de juger mon travail.

Aussi que tous les techniciens de laboratoires de biochimie et de protection des végétaux pour les orientations et les conseils.

Merci à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste mémoire.

Enfin, je voudrais remercier mes parentes, par qui tout a commencé et qui malgré la distance ont toujours été prête à m'aider et à me soutenir surtout pendant les moments les plus difficile

Résumé

Le pyrèthre naturel est un insecticide de plantes appartenant à la famille des Astéracées. *Chrysanthemum cinerariaefolium* est l'espèce la plus couramment utilisée pour la production d'insecticide. D'autres espèces de *Chrysanthemum* peuvent être utilisées comme source de pyrèthre.

Traditionnellement, le pyrèthre naturel vient de productions artisanales des plateaux du Kenya. Actuellement, les sources sont diversifiées et se font à plus grande échelle, en Australie par exemple. Des tentatives de culture de cette plante ont été réalisées en France, sans succès pour le moment.

L'objectif de ce travail consiste à étudier le pouvoir insecticide de l'extrait de l'extrait de *Anacyclus pyrethrum L* sur les pucerons noirs de la fève (**Aphis fabae**).

Les résultats obtenus montrent une efficacité remarquable de l'extrait d'*Anacyclus pyrethrum L* sur la mortalité des pucerons d'**Aphis fabae**, avec une différence de sensibilité selon les concentrations différentes (10%, 20%, 30%).

Mot clés : *Anacyclus pyrethrum L*, extraits, insecticides, *Aphis fabae*, la fève.

Abstract

Anacyclus pyrethrum L. naturally is insecticide from planet belongs to the family of Asteraceae. *Chrysanthemum cinerariaefolium* is kind which it's the most fluently used for the production insecticide. Another kinds of *Chrysanthemum* can use as source of pyrethrum. Traditionally, the pyrethrum natural comes from production crafts of tray in Kenya. Currently, the sources are diversified and made big ladder, for example in Australia. The attempts of culture of this plant are realized in France, at the moment without success.

The objective of this work is to study the insecticide power of extract *Anacyclus pyrethrum L* on the insect of the **Aphis fabae**.

The results show a remarkable efficiency of extract and mortality of black aphid (**Aphis fabae**) with a slight difference in the sensitivity according deferent concentration: 10%, 20%, and 30%.

Keyword: *Anacyclus pyrethrum L*, extract, bioinsecticide, *Aphis fabae*.

SOMMAIRE

Sommaire

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Etude bibliographique

Introduction générale1

Chapitre1. Généralités sur Vicia faba L.

1.1 Introduction.....2

1.2 Origine et évolution2

1.3 Position systématique3

1.4 Description4

1.4.1 Les racines4

1.4.2 La tige4

1.4.3 Les feuille5

1.4.4 Les fleurs.....5

1.4.5 Les fruits6

1.4.6. Les graine6

1.5. Cycle biologique7

1.6 Variétés botanique.....7

1.7 Facteurs pédoclimatiques.....8

1.7.1 Le sol et nutrition minérale.....	8
1.7.2 La température.....	8
1.7.3 La photopériode.....	9
1.7.4 L'eau.....	9
1.8 Les insectes ravageurs.....	9
1.8.1 Les pucerons	9
1.8.2 La sitone du pois (<i>Sitona lineatus</i>)	10
1.8.3 Le lixus des fèves (<i>Lixus algius</i>).....	10
1.8.4 La bruche de la fève (<i>Bruchus rufimanus</i>).....	10

Chapitre : 2 Généralité sur *Aphis fabae*

2.1 Introduction.....	12
2.2 Généralités.....	12
2.3 Historique.....	12
2.4 Classification systématique.....	13
2.5 Description morphologique.....	13
2.5.1 La tête.....	14
2.5.2 Le thorax.....	15
2.5.3 L'abdomen.....	15
2.6 Cycle biologique	16
2.7 Le mode de reproduction	17
2.8 Interactions plante puceron	18

2.9 Les symptômes et dégâts	19
2.10 : Lutte.....	20
2.10.1 : La lutte chimique.....	20
2.10.2 La lutte biologique	20
2.10.3 La lutte variétale	20
2.10.4 Lutte préventive.....	21
2.10.5 La lutte intégrée	21

Chapitre 3 : Généralité sur *Anacyclus pyrethrum* L

3.1 Introduction.....	22
3.2 Description botanique de la plante.....	22
3.3 Aspect Botanique	23
3.3.1 Famille Asteraceae.....	23
3.3.2 Genre <i>Anacyclus</i>	23
3.4 Espèce <i>Anacyclus pyrethrum</i>	24
3.5 Les noms communs et vernaculaires.....	24
3.6 Classification systématique	25
3.7 Description botanique	26
3.8 Effet insecticide- mode d'action.....	26
3.9 Toxicité.....	26

Partie expérimentales

Matériel et méthodes.....	27
1. Objectif du travail.....	27
2. Structure du travail	27
3. Matériel et méthodes.....	27
3.1 Matériel végétal	27
3.2 Matériel animal	28
4. Procédé d'extraction.....	28
4.1 Méthodes d'extraction soxhlet.....	28
4.2 Les avantages et les inconvénients de l'extracteur Soxhlet	30
4.3 Détermination du rendement à l'extraction	31
4.4 Conservation de l'extrait.....	31
4.5 Préparation des dilutions de l'extrait des racines d'Anacyclus Pyrethrum L et les boîtes de pétri.....	31
4.6 Préparation des tests par extrait des racines d'Anacyclus Pyrethrum L	32

Résultats et discussions

1. Résultats.....	33
1.1 Rendement d'extraction.....	33
1.2 vus à la binoculaire des pucerons noirs après l'activité insecticides.....	33

1.3 Résultats du test d'efficacité d'insecticides sur des insectes des pucerons noirs de la fève (Aphis fabae).....	34
1.3.1 Témoins.....	34
1.4 Résultats de l'activité insecticides.....	34
1.5 Traitement par l'extrait de pyrèthre.....	35
Discussion.....	38

Conclusion

Bibliographie

Annexes

Listes des figures

Figure 1 : Appareil végétatif de la fève. A : Le système racinaire ; B : la tige et les feuilles.....	5
Figure 2 : Les fleurs (A), les fruits (B) et les graines (C) de la fève.....	7
Figure 3 : Les insectes ravageurs de la fève. A : Les pucerons ; B : la sitone du pois ; C : le lixus des fèves.....	11
Figure 4 : Morphologie d'un puceron ailé (Godin et Boivin ,2000)	14
Figure 5 : Cycle de reproduction des pucerons (Evelyne et al., 2011).....	17
Figure 6 : Cycle de vie d'un puceron (Le Trionnaire et al., 2008).....	18
Figure 7 : Plantes hôtes et cycles de développement (Evelyne et al., 2011).....	19
Figure 8 : Le pyrèthre d'Afrique (<i>Anacyclus pyrethrum</i> L.).....	22
Figure 9 : pyrèthre (Les fleurs, système racinaire, la tige et les feuilles).....	23
Figure 10 : Planche botanique d' <i>Anacyclus pyrethrum</i> L.....	25
Figure 11 : les racines et le poudre de pyrèthres (<i>Anacyclus Pyrethrum</i> L.).....	27
Figure 12 : Colonie d' <i>Aphis fabae</i> sr les feuille de la fève	28
Figure 13 : Le montage de l'extraction soxhlet (originale, 2016).....	29
Figure 14 : Le retour du solvant contenant les principes actifs de l'extracteur vers le ballon (Origines, 2016).....	29
Figure 15 : Rotavapeur (Originale, 2016).....	30
Figure 16 : la gamme de différentes concentration d'extrait de pyrèthre (originale, 2016)....	32
Figure 17 : préparation des poites de pétri (Originale, 2016).....	33
Figure 18 : le test de la toxicité par contact (Originale, 2016).....	33
Figure 19 : Observations avec la binoculaire d' <i>Aphis fabae</i> après l'activité insecticides	34

Liste des tableaux

Tableau 1 : Position systématique de la fève.....	3
Tableau 2 : Classification systématique de puceron.....	13
Tableau 3 : Les caractéristiques morphologiques de pucerons.....	16
Tableau 4 : Taxonomie d'Anacyclus pyrethrum.....	24
Tableau 5 : Classification systématique de la d'Anacyclus pyrethrum L.....	25
Tableau 6 : Résultats de l'extrait de pyrèthre.....	34

Liste des abréviations

ml : millilitre.

C° : degré Celsius.

% : pourcentage

F.A.O : Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

g : gramme.

V : volume.

R : Rendement.

A. fabae : Aphis fabae.

V. fabae : Vicia fabae.

h : heures.

ED : Eau distillé.

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, l'homme qui vit côte à côte avec les plantes, est habitué à les consommer pour leurs propriétés médicinales et nutritives. Les produits naturels présentent un grand intérêt comme matière première destinée aux différents secteurs d'activité tels que : la cosmétique, la pharmacie, l'agroalimentaire, le phytosanitaire et l'industrie.

La fève, *vicia faba L.* est une légumineuse qui fait partie de nos systèmes agraires depuis fort longtemps, sa superficie mondiale est estimée à 3 millions d'hectares dont plus de 50% se situent en Chine, 20% en Afrique du nord et moins de 10% en Europe (Abu Amer et al., 2011).

La culture de la fève est pratiquée dans environ 58 pays (Singh et al., 2012), elle est la quatrième culture légumière la plus importante dans le monde derrière les petits pois, les pois chiches et les lentilles (Yahia et al., 2012).

Cependant, la culture de la fève est sujette à une série de contraintes d'ordre abiotique (sécheresse, gelée), biotique (les insectes ravageurs, les maladies et les plantes adventices ainsi que socio-économique (Hamadache et al., 1996).

Parmi les contraintes biotiques, les pucerons sont considérés comme des principaux ravageurs au plan mondial, ces insectes causent des dégâts directs en se nourrissant de la fève phloémienne et indirects en transmettant des virus, ils peuvent également développer des résistances vis-à-vis des insecticides (Bennemain et Chollet, 2003).

L'objectif de ce travail consiste à étudier le pouvoir insecticide de l'extrait d'une plante de la famille astéracées : ***Anacyclus pyrethrum L.***

La partie pratique de notre travail est subdivisée en deux chapitres, le premier présente les méthodes et les techniques utilisées pour la réalisation de ce travail à savoir :

- Extraction par soxhlet.
- Etude de l'activité insecticide de l'extrait d'***Anacyclus pyrethrum L.***
- L'analyse et la discussion des résultats de cette étude.

1. Introduction :

D'après Gepts et al. (2005), la famille des légumineuses en trois sous famille : caesalpinieae, Mimosoideae et Papilionoideae ou Faboideae, cette dernière inclue les légumineuses à graines dont *Vicia faba* L.

La fève est une culture vivrière très appréciée par les agricultures car elle constitue une source important de protéines aussi bien pour l'alimentation humaine qu'animale et permet une économie de la fertilisation azotée (Dridi et al., 2011).

1. Origine et évolution :

La fève aurait été cultivée dès la fin du néolithique, elle a constitué durant toute l'antiquité et le moyen âge, une base alimentaire important jusqu'au développement du haricot et de la pomme de terre (Hullé et al., 1999).

D'après Saxena(1991), la fève domestiquée très tôt dans le monde. Bien que son origine ne soit pas encore claire, il a été longtemps pensé qu'elle était originaire de la méditerranée ou de l'Asie de l'Ouest. D'autres auteurs comme Nuessly et al. (2004) ; Mikic (2011), la considèrent d'Asie centrale.

Cependant, de récentes découvertes archéologique à Tell el kerkh dans le Nord-Ouest de la Syrie ont montré que la fève daterait de la fin du 10^{ème} millénaire avant Jésus-Christ, ce qui indique que la sud-Ouest de l'Asie est le principale centre d'origine et de diversité de *V.faba* L (Duc et al., 2010).

Selon Cubero (2011), le centre d'origine de *V. faba* L. serait le Proche-Orient, cette plant aurait été disséminée d'abord vers l'Europe centrale et la Russie puis vers l'Est de la méditerranée et à partir de l'Egypte et les cotes Arabes vers l'Abyssinie puis de la Mésopotamie vers l'Inde et la Chine. Au cours du 16^{ème} siècle, la culture de la fève a été introduite an Amérique par les Espagnoles et vers la fin du 20^{ème} siècle, elle a réussi à atteindre l'Australie.

La forme ancestrale de *V. faba* L. est inconnue, mais le plus proche parent sauvage de la fève est supposé être l'espèce *vicia pliniana* d'Algérie (Duc et al., 2010).

Les principales légumineuses alimentaires cultivées en Algérie sont la fève et le pois

Chapitre 1. Généralités sur *Vicia faba* L.

chiche. Ces deux espèces couvrent plus de 81% des superficies destinées aux légumineuses alimentaires.

Les données montrent également que les superficies varient d'une année à une autre et que la plus grande superficie consacrée à la culture de la fève est enregistrée en 2011 avec 37090 ha.

En Algérie, la fève est cultivée sur les plaines côtières, les plaines sub-littorales et les zones sub-sahariennes, plus spécialement dans les wilayas de l'Ouest (Sidi bel-Abbés, Tlemcen et Mostaganem), du centre (El Khemis et Boumèrdès) de l'Est et du Sud Est (Béjaia, Batna et Biskra) (Ouffroukh et Aggad, 1996).

3. Position systématique :

Selon Reta Sanchez et al. (2008), la fève est classée botaniquement comme suit (tableau 1) :

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Sous famille	Faboideae
Tribu	Vicieae
Genre	<i>Vicia</i>
Espèce	<i>Vicia faba</i> L.

D'après Nuessly et al. (2004), la fève est subdivisée selon la taille des graines en 3 sous espèces qui sont :

- *Vicia faba* var. *minor* Beck et *Vicia faba* var. *equina* Pers, ou féveroles dont les graines sont respectivement de petite taille et de taille moyenne. Elles sont principalement cultivées pour l'alimentation animale ou comme engrais vert.

- *Vicia faba* var. *major* Harz, ou fève proprement dite se distingue par la taille importante de ses graines. Elle est destinée à l'alimentation humaines.

Duc (1997) regroupe *V. faba minor*, *V. faba equina* et *V. faba major* dans le sous groupe des *Vicia faba*.

4. Description :

La fève est une plante diploïde ($2n = 12$ chromosomes) et partiellement allogame (Wang et al., 2012). Elle est formée d'un appareil végétatif et d'un appareil reproducteur.

L'appareil végétatif comprend : les racines, la tige et les feuilles quant à son appareil reproducteur, il est formé par les fleurs qui sont l'origine des fruits et des graines.

4.1. Les racines :

Selon Duc (1997), le système racinaire de *V. faba* L. est formé par une racine principale pivotante et des racines secondaires portant des nodosités contenant des bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium leguminosarum*).

D'après Chaux et Foury (1994), le système racinaire de la fève peut s'enfoncer jusqu'à 80 cm de profondeur, les nodosités sont abondantes dans les 30 premiers centimètres.

4.2. La tige :

La tige est simple, dressée, creuse, de section quadrangulaire, sa hauteur est généralement comprise entre 0.80 à 1.20 m (Chaux et Foury, 1994). La tige est pourvue d'un ou plusieurs rameaux à la base et présente un type de croissance indéterminé (Duc, 1997 ; Brink et Belay, 2006).

4.3. Les feuilles :

Les feuilles sont alternes, composée-pennées, constituées par 2 à 4 paires de folioles ovales, mucronées, sans vrille, de couleur vert glauque ou grisâtre. Les stipules bien visibles en forme dentées (Chaux et Foury, 1994).

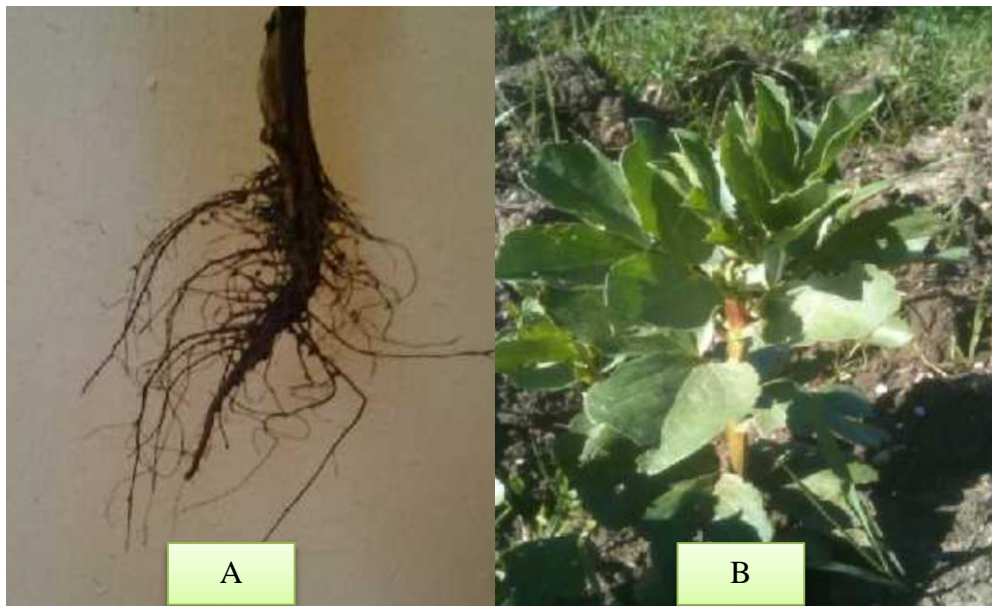


Figure 1 : Appareil végétatif de la fève. A : Le système racinaire ; B : la tige et les feuilles

4.4. Les fleurs :

Les fleurs sont de type papilionacé, de 2 à 3 cm de couleur blanche, marron ou violette et portent sur chaque aile une macule noire ou marron (Duc, 1997).

L'inflorescence est en grappe axillaire de 1 à 6 fleurs sont constituées d'un calice à 5 sépales, d'une corolle blanche à 5 pétales (la carène, les ailes et l'étendard), de 10 étamines dont 9 sont soudées et 1 libre. L'ovaire est supère et sessile avec 2 à 4 ovules allant parfois jusqu'à 9. La floraison débute en moyenne au niveau du 7^{ème} nœud et continue jusqu'aux 20 nœuds suivants (Brink et Belay, 2006).

Girard (1990) rapporte qu'il n'y a pas d'inflorescence terminale ce qui fait que la floraison est en principe indéfinie.

La reproduction chez la fève peut être selon les lignées autogame ou allogame, mais l'activité de butinage des abeilles sur la fève assure une pollinisation croisée et

améliore significativement la production de la plante par rapport à l'autofécondation (Benachour et al., 2007).

Selon Chaux et Foury (1994), la fève est allogame pour 40 à 60 % de sa floraison, la pollinisation essentiellement assurée par les bourdons, ce qui engagera à prendre des précautions dans le choix des produits de traitements effectués durant la floraison.

4.5. Les fruits :

Les fruits sont des gousses charnues qui peuvent avoir de 10 à 20 cm de long selon les variétés et contenir un nombre variable de graines (4 à 9). À l'état jeune, les gousses sont de couleur verte puis noircissent à maturité (Chaux et Foury, 1994). Les gousses sont pourvues d'un bec et elles sont renflées au niveau des graines (Brink et Belay, 2006).

4.6. Les graines :

Les graines sont charnues, de couleur vert tendre à l'état immature, elles se développent, à complète maturité, un tégument épais et coriace de couleur brun rouge à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à contour presque circulaire ou réniforme (Chaux et Foury, 1994).

Les graines possèdent un hile clair ou de couleur noire parfois entouré de taches de couleur marron (Duc, 1997).

Chaux et Foury (1994) rapportent que la faculté germinative de la graine peut se maintenir 6 à 10 ans et même au-delà et que la graine est à germination hypogée c'est-à-dire que les cotylédons restent en terre et c'est l'épicotyle qui émerge du sol.



Figure 2 : Les fleurs (A), les fruits (B) et les graines (C) de la fève

5. Cycle biologique :

La fève est une plante annuelle, son cycle complet, de la graine à la graine est d'environ 5 mois (Chaux et Foury, 1994).

D'après Brink et Belay (2006), le développement de la fève est caractérisé par cinq stades principaux : germination et levée, développement végétatif, développement reproductif, sénescence de la gousse et sénescence de la tige.

6. Variétés botanique :

D'après Pépon (2006), les différents cultivars de la fève se distinguent par la hauteur des tiges, la précocité et la grosseur des graines, on peut distinguer :

- La fève précoce d'aquitaine : c'est une variété hâtive, à gousses allongées
- La Muchamiel : c'est une variété très précoce, cultivé en Espagne.
- Fève de Séville : c'est une variété précoce à longues contenant 6 grosses graines.
- Fève d'Aguadulce : c'est une variété semi précoce à tige très hauts, à très gousses contenant 8 à 9 graines d'un gros volume.

- Fève trois fois blanche : c'est une variété, de taille réduite (0.8m), à nombreuses gousses contenant de petites graines restant blanches après la cuisson.

7. Facteurs pédoclimatiques

La fève est une culture des climats frais, elle peut être cultivée au niveau de la mer jusqu'à une altitude de 3700 m (Lim, 2012). Les facteurs pédoclimatiques influençant son développement sont :

7.1. Le sol et nutrition minérale :

D'après Brink et Belay (2006), la fève préfère les sols bien drainés au pH neutre (6.5-7.5) et à fertilité moyenne. Selon Péron (2006), la fève est peu exigeante sur le plan édaphique, elle est cultivée avec succès dans les sols sablo-argileux humifère.

Pour Jensen et al. (2010), la fève s'adapte à de nombreux sols, mais craint les sols légers (risque de sécheresse) et les excès de bore, elle croit mieux sur des sols à texture plus lourde.

La fève a un enracinement puissant lui permettant d'exploiter les réserves minérales sur un important volume de terre, ce qui réduit ses exigences quant à la richesse minérale du sol. Cependant, des apports phospho-potassiques modérés se répercutent favorablement sur les rendements, les quantités généralement préconisées sont de l'ordre de 50 à 100 unités de P_2O_5 et 75 à 150 unités K_2O (Chaux et Foury, 1994).

7.2 La température :

Brink et Belay, (2006) rapportent qu'une température moyenne aux alentours de 13°C est optimale pour la croissance de la fève.

D'après Gade (1994), des températures supérieures à 23°C sont néfastes pour la fève, elles provoquent la chute prématurée des fleurs, stimulent le développement de maladies virale et fongique et rend la plante susceptible à l'attaque des insectes ravageurs. Par contre, cette culture peut résister à des températures de -4°C.

Alors que Jensen et al. (2010) signalent que certains cultivars sont plus rustiques au froid. Dans les régions méditerranéennes, ils peuvent tolérer des températures hivernales de -10°C alors qu'en Europe, ils peuvent supporter jusqu'à -15°C .

7.3 La photopériode :

La fève est une plante de jours longs, elle forme son bourgeon à fleur à partir du moment où la photopériode dépasse les 12 heures consécutives. Certains cultivars de fève de jours longs placée en jours courts, elles nécessitent une photopériode minimum de 9.5 heures pour fleurir (Patrick et Stoddard, 2010).

7.4. L'eau :

Selon Brink et Belay (2006), la fève nécessite une pluviométrie annuelle de 700 à 1000 mm, dont plus de 60% doit tomber pendant la période de croissance.

Les besoins en eau sont importants et particulièrement au stade de croissance des gousses, ainsi des irrigations doivent être pratiquées pendant le stade de floraison et de formation des gousses dans les régions à faibles précipitations (Loss et Siddique, 1997 ; Jensen et al., 2010).

8. Les insectes ravageurs :

Les principaux insectes ravageurs de la culture de la fève sont :

8.1. Les pucerons :

Les pucerons sont un sérieux problème qui influence directement la productivité des fèves lorsque les infestations sont très sévères et demeurent l'une des causes indirectes de forts dégâts occasionnés par les virus dont ils sont vecteurs (Maatougui, 1996). Ces insectes ravageurs font l'objet de cette présente étude.

8.2. La sitone du pois (*Sitona lineatus*) :

Selon Rachef et al. (2005), les sitones constituent le groupe des Curculionides, ce sont des petits insectes très allongés de couleur grise, leurs dimensions varient entre 2 et 8 mm.

Les adultes de ce coléoptère se nourrissent du feuillage des plantules en provoquant des encoches en forme de U. Les larves infestent les nodosités des racines réduisant la fixation d'azote atmosphérique (Weigand et Bishara, 1991).

8.3. Le lixus des fèves (*Lixus algirus*) :

C'est un insecte de la famille des curculionidae de 13 à 18 mm souvent revêtu d'une pruinosité dense, jaune, brun rouge ou blanchâtre. Les larves évoluent à l'intérieur de la tige ou elles creusent des galeries descendantes, les adultes quant à eux se nourrissent du feuillage, des jeunes pousses et même des inflorescences (Rachef et al., 2005).

8.4. La bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*) :

Rachef et al. (2005) rapportent qu'en Algérie, toutes les superficies cultivées en fève sont attaquées par la bruche, ce coléoptère de la famille des Bruchidae occasionnent d'importants dégâts ou plus de 64% de graines peuvent être infestées.

Les adultes pondent des œufs sur les gousses, la larve creuse un petit trou à travers la gousse et entre dans la graine en développement où se déroule son cycle de vie (Weigand et Bishara, 1991).

Stoddard et al. (2010) préconisent l'application d'une lutte intégrée pour faire face aux contraintes biotiques. Cette stratégie de lutte chimique par l'utilisation rationnelle de produits chimiques et les méthodes culturales adéquates, comme l'utilisation de semences saines.

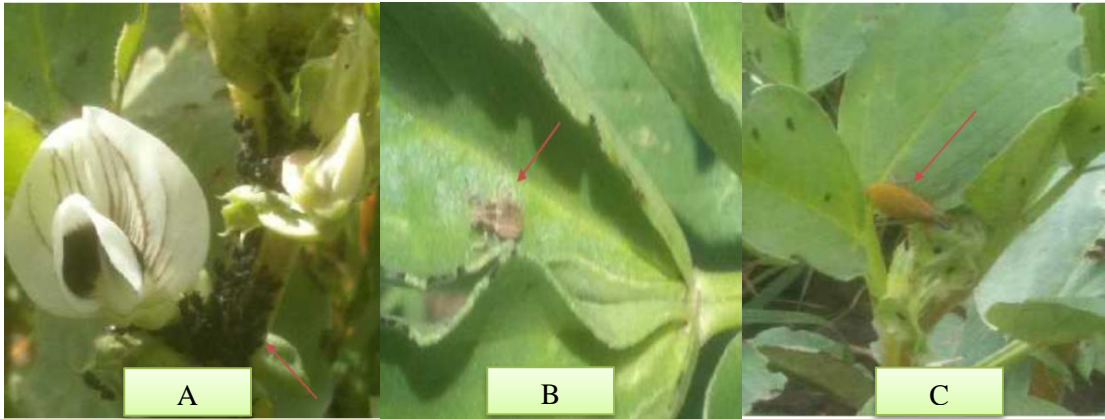


Figure 3 : les insectes ravageurs de la fève. A : Les pucerons ; B : la sitone du pois ; C : le lixus des fèves.

1. Introduction :

Les pucerons ou aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu le monde (Hullé et al., 1998). C'est dans les zones tempérées que l'aphidophorie est plus tropicales et subtropicales (Dedryver et al., 2010 ; Peccoud et al., 2010)

Les pucerons sont apparus il y'a environ 280 millions d'année et leur diversification est concomitante avec la radiation des angiospermes (Bonnemain, 2010). Ils ont colonisé la plupart des plantes à fleurs mais aussi les résineux, quelques fougères et mousses (Turpeau-Ait Ighil et al., 2011). La plupart sont inféodés à une seule espèce végétale mais certains font preuve d'une polyphagie étendue (Fraval ,2006).

Les pucerons sont un sérieux problème en agriculture malgré qu'ils forment un petit groupe d'insecte d'environ 4000 espèces dans le monde (Dedryver et al., 2010). Près de 250 espèces sont de sérieux ravageurs des cultures et des forets (Iluz.2011).

Les pucerons ont longtemps fait l'objet de recherches intenses pour plusieurs raisons : ils causent d'importantes pertes économiques, ils ont développé un cycle de vie complexe alternant reproduction asexuée et sexuée, il ont montré une remarquable plasticité phénotypique et enfin ils transmettent des centaines de virus aux plantes (Uzest et al., 2010).

2. Généralités :

Les pucerons est une espèce anholocyclique en France comme dans toute l'Europe ou elle est limitée aux régions méridionales. Ailleurs dans le monde, ces ravageurs sont parmi les organismes provoquant des pertes importantes au niveau de la production agricole, surtout au sein des zones tempérées de la planète (Evelyne et al., 1999 ; dedryver et al., Holman, 2009) .

3. Historique :

Le puceron, originaire d'Extrême-Orient, il a été introduit en Amérique du Nord en 2007, en Australie en 1926, en nouvelle Zélande en 1931, dans la région méditerranéenne vers 1939 et finalement en Afrique en 1961 (Blackman et Eastop, 1984).

4. Classification systématique :

La position systématique de puceron est représentée dans le tableau suivant.

Tableau 2 : Classification systématique d’Aphis fabae :

D’après Iluz (2011), les aphides sont classée comme suit :

Régné	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Sous embranchement	Hexapoda
Classe	Insecta
Ordre	Hemiptera
Famille	Aphididae
Sous-famille	Aphidinae
Genre	Aphis

5. Description morphologique :

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous, petits (2a 4mm en général) avec le corps ovale et peau aplati (Fraval, 2006).

La surface des pucerons peut être brillante, mate, ou recouverte d’extraction cireuse, leur cuticule peut être dépourvue de pigmentation ou pigmentée (imprégnée de mélanine) selon les stades, les formes ou les espèces (Leclant, 1999).

Le puceron de forme ailé ou aptère comprend trois parties : la tête, le thorax et l’abdomen.

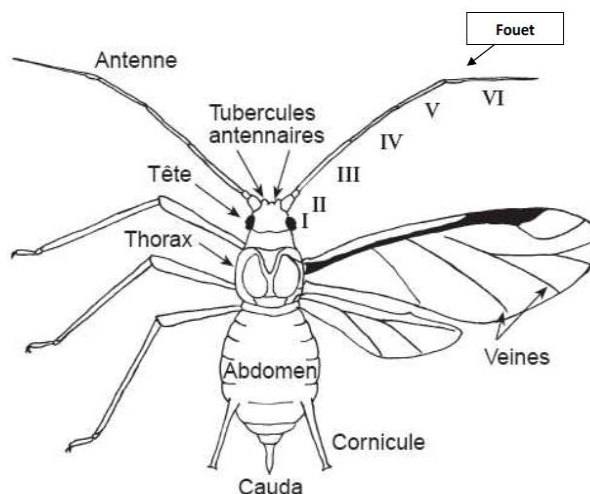


Figure 4 : Morphologie d'un puceron ailé (Godin et Boivin ,2000)

5.1 La tête :

La tête porte des antennes formées généralement de 6 articles sur lesquels apparaissent des organes olfactifs appelés rhinaires ou sensoria qui sont le sensoria primaires et les sensoria secondaires (Hullé et al., 1999).

Hardie et al. (1995) ; Leclant (1999) ont noté que les sensoria primaires portés par les deux derniers articles antennaires se retrouvent chez toutes les formes à tous les stades, en revanche, les sensoria secondaires sont situés généralement sur le troisième article, ils sont nombreux chez les formes ailées et chez les males aptères, ils sont plus rares chez les virginipares (femelles parthénogénétiques) aptères.

Les sensoria primaires sont de deux types : les sensoria primaires proximales et les sensoria primaires distales situés respectivement sur le cinquième et sixième segment antennaire et ont pour fonction la détection de l'odeur de la plante hôte. De plus, les sensoria primaires distales jouent un rôle dans la détection des phéromones d'alarmes. Par contre, les sensoria secondaires détectent les phéromones sexuelles (Park et Hardie, 2004).

Le dernier article antennaire comprend une partie basale plus renflée et une partie plus fine souvent plus longue appelée le fouet. Les antennes peuvent être insérées directement sur le front ou sur des protubérances appelées tubercules frontaux (Turpeau-Ait Ighil et al., 2011).

D'après Iluz (2011), les pucerons possèdent deux yeux composés et derrière chaque œil se trouve un tubercule oculaire porteur de 3 ommatidies (triommatidia).

Les pucerons sont des insectes phytophages caractérisés par un système buccal de type piqueur-suceur composé de stylets perforants, longs et souples, coulissant dans un rostre segmenté à 4 articles. Le rostre est situé à la face inférieure de la tête (Hullé et al., 1998).

5.2 Le thorax :

Le thorax comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Le thorax porte les trois paires de pattes et les deux paires d'ailes pour les formes ailées (Turpeau-Ait Ighil et al., 2011).

Les trois paires de pattes se terminent par des tarsi articles, le dernier est pourvu d'une paire de griffes (Hullé et al., 1998).

Chez la forme ailée, les ailes sont membraneuses repliées verticalement au repos et chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique (Hullé et al., 1999). De plus, les ailés ont un mésothorax sclérifié (Turpeau-Ait Ighil et al., 2011).

5.3 L'abdomen :

L'abdomen comporte 9 segments difficiles à différencier. Le cinquième porte les cornicules et le dernier segment porte la cauda (Hullé et al., 1998).

La cauda est une prolongation du dernier segment et sert à l'épandage du miellat (Fraval, 2006) quant aux cornicules, ce sont des tubes creux dressés, de forme et de longueur très variées (Mondor et Roiberg, 2002).

D'après Vandermoten et al. (2011), les cornicules secrètent une substance de défense renfermant principalement des triglycérides qui sont gluants pouvant immobiliser l'ennemi ainsi qu'une phéromone d'alarme qui incite les pucerons voisins à se détacher de la plante et à se laisser tomber.

Leclant (2000) distingue au niveau ventral : une plaque anale, souvent pigmentée et une plaque génitale. L'orifice génital apparaît comme une simple ouverture transversale chez les virginipares et les femelles sexuées du fait qu'il n'y a pas d'ovipositeur. Chez les mâles, les organes copulateurs comprennent le pénis et une paire de valves génitales.

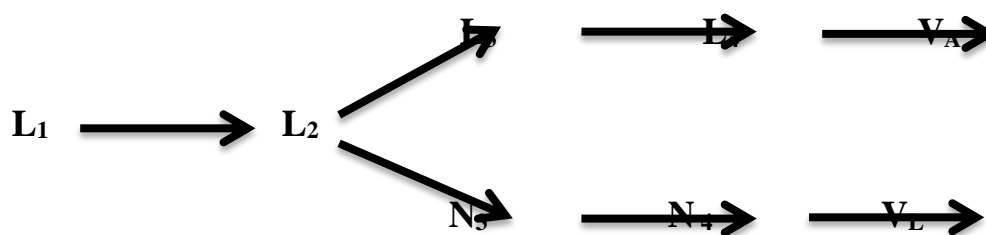
Les principales caractéristiques morphologiques des formes aptères et ailés sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Les caractéristiques morphologiques de pucerons (Evelyne et al., 1999)

Aptère	Corps	De couleur jaune à vert pomme
	Cauda	Noire
	Cornicules	Noires, de longueur moyenne.
Ailé	Corps	Vert à vert jaunâtre
	Antennes	Courtes (de la dimension du corps)
	Abdomen	Avec des sclérites marginaux
	Cornicules	Noires, plus courtes que chez les aptères
	Cauda	Aussi noires que les cornicules, longue et constrictée.

6. Cycle biologique :

Les pucerons sont hémimétaboles ; leur stades larvaires mènent le même mode de vie que les adultes (Sauvion, 1995). Leur développement passe par quatre stades de croissance successifs, entre les quelle, ils se débarrassent de leur exosquelette ; c'est la mue (Rabasse, 1979). Selon Sauvion(1995), le développement larvaire d'un puceron peut être schématisé comme suit :



- L₁, L₂, L₃, L₄ : Larves du 1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} ;
- N₃, N₄ : Larves a ptérothèque du 3^{ème} et 4^{ème} stade larvaire de la forme ailée ;
- V_L : adulte viriginipare ailée.

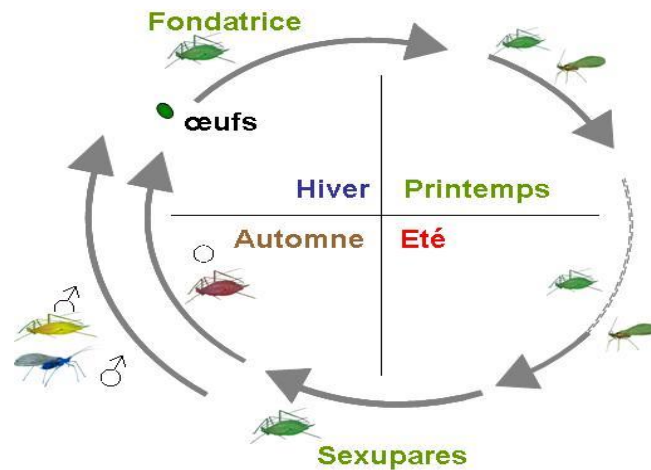


Figure 5 : Cycle de reproduction des pucerons (Evelyne et al., 2011)

7. Le mode de reproduction :

Les pucerons peuvent présenter une alternance de phases de reproduction asexuée et sexuée (holocyclie), ou un cycle de vie strictement asexuée (anholocyclie). Dans le premier cas, la reproduction sexuée se réalise en période automnale et des œufs diapausants sont produits ; cette stratégie est favorisée en cas de température hivernale extrêmes car les œufs sont très résistants au froid (Dedryver et al., 1998). Dans le cas de l'anholocyclie, les femelles parthénogénétique se reproduisent d'une manière continue, sans phase de diapause, ce qui est favorable si les températures hivernales sont suffisamment douces pour permettre la survie des larves et des adultes anholocyclique, en raison du «coût double du sexe» («Twofold cost of sex») (Gilbert et al., 2009). Les population de puceron peuvent présenter un mélange des deux stratégies; cette coexistence est probablement contrôlée par les conditions de température hivernales (Rispe et al., 1998 ;Voburger, 2004).Le puceron développe plusieurs générations au cours de l'année. Les femelles aptères sont présentes au début de la saison et pendant l'hiver. Elles sont appelées les fondatrices des plusieurs colonies larvaires au printemps. Par contre, les femelles ailées sont observées pendant les saisons chaudes de l'année (Biche, 2012).

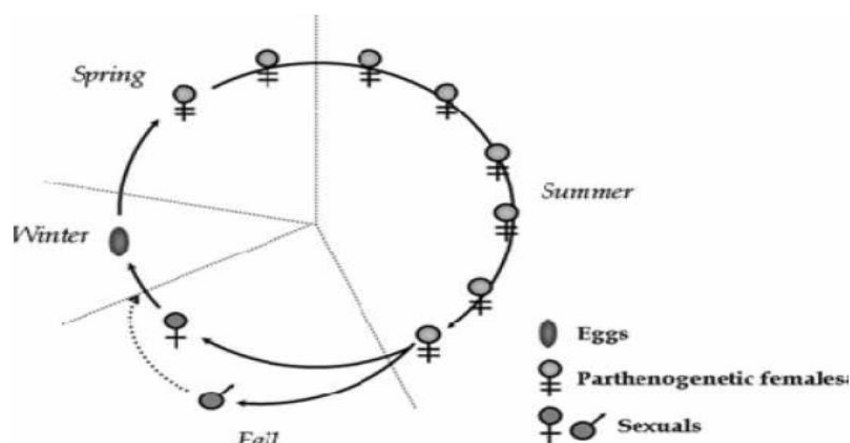


Figure 6 : Cycle de vie d'un puceron (Le Trionnaire et al., 2008).

8. Interactions plante puceron :

Les pucerons ailés sont capables de localiser leurs plantes hôtes à distance en mettant en jeu des stimuli visuels, olfactifs et gustatifs (Webster et al., 2008).

Les stimuli visuels correspondent à des couleurs, les pucerons sont très sensibles pour la

Couleur verte et reconnaissent la couleur des feuilles de leur plantes hôte (Doring et chittka, 2007 ; Wiwart et sadej, 2008).

Les composés chimiques volatils émis par la plante hôte induisent chez les pucerons des mouvements orientés vers la source de l'odeur, ainsi les virginipares ailés d'*Aphis fabae* utilise l'olfaction pour localiser leurs plantes hôtes dont *V. fabae* (Webster et al., 2008 ; Webster et al., 2010).

Une fois au contact de la plante, les pucerons font appel à la gustation en introduisant leurs stylets dans la plante hôte jusqu'à ce que la composition de la sève soit reconnue. La gustation joue un rôle dans l'acceptation ou la non acceptation de la plante par le puceron (Will t van Bel, 2006 ; Guerrieri et Digilio, 2008).

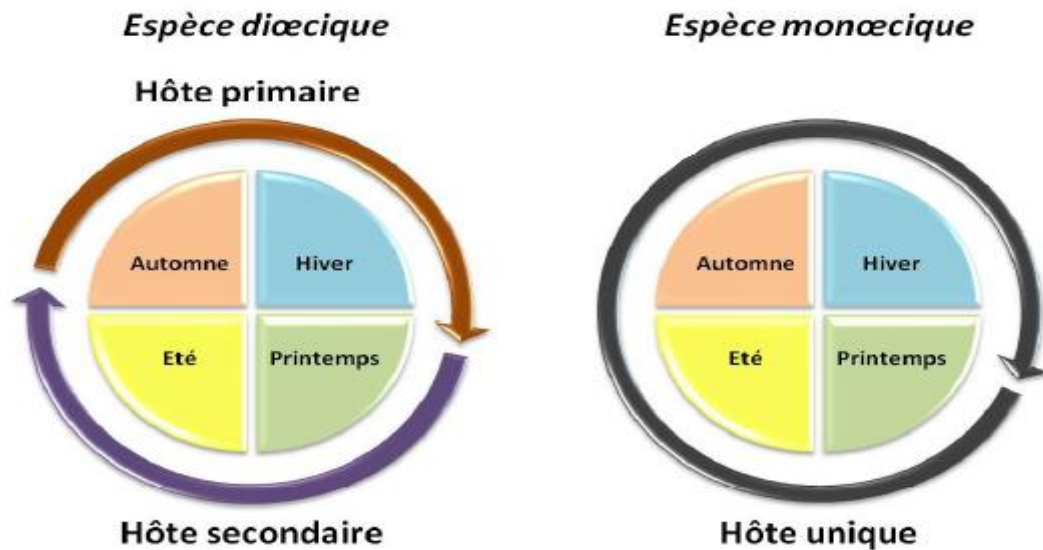


Figure 7 : Plantes hôtes et cycles de développement (Evelyne et al., 2011)

9. Les symptômes et dégâts :

La présence de milliers d'individus sur une même plante peut causer des dégâts importants. La croissance de la plante s'en trouve altérée et les fleurs avortent sous l'effet de la salive. La production du miellat provoque aussi des brûlures sur le feuillage et favorisent le développement de la fumagine (Hullé *et al.*, 1999). De plus, le puceron noir de la fève peut transmettre plus de 30 virus pathogènes (Blackman et Eastop, 2007).

Redoutable ravageur, le puceron s'attaque à toutes les cultures, sans distinction.

Dans les vergers, les pucerons cendrés et les pucerons lanigères peuvent entraîner de graves dégâts sur les pousses et les fuites.

Ces insectes piqueurs et suceurs prélèvent d'importantes quantités de sèves sur les plantes, dont toutes les parties peuvent être colonisées (feuilles, fleurs, tiges, racines).

- Les dégâts occasionnés varient selon la plante et l'espèce du puceron.
- Lors d'attaques graves, on peut se trouver face à :
- Une décoloration du feuillage.
- Une déformation des feuilles et des jeunes pousses qui vont se gaufrer ou s'enrouler.
- Une formation de galle.

Le puceron lanifère est de couleur brune et mesure environ 2mm, recouvert d'un duvet blanc.

Il vit, lui aussi, en colonies sur les rameaux et les branches. Il suce la sève, provoquant l'affaiblissement des organes atteints et la formation de boursoufflures et de tumeurs à l'aspect chancreux pouvant entraîner la morte des branches. Il hiberne ensuite sous forme de larves sur les collets et les racines. (Chamont .INRA).

10. Lutte

La lutte contre les pucerons a été et reste le souci majeur des agriculteurs. Pour cela différentes méthodes de lutte ont été préconisées dont :

10.1 La lutte chimique :

Le seuil indicatif d'intervention aphide sur fève est de 20 % de plantes portant au moins une colonie (Hullé et al., 1999).

Les insecticides utilisés sont les organophosphorés, les carbamates et les pyréthrinoides de synthèse et il est apparu une nouvelle famille de produits, les chloronicotiniles qui présentent la particularité d'être très fortement systémique (Dedryver, 2007). Cependant, les insecticides présentent des inconvénients : ils coutent chers, nuisent à l'écosystème et à l'environnement et tuent les insectes auxiliaires, de plus, les pucerons peuvent développer des résistances aux différentes molécules chimique utilisées (Dogimont et al., 2010).

10.2 La lutte biologique :

Ce mode de lutte s'articule dans la majeure partie des cas sur l'utilisation des ennemies naturels ou auxiliaires des cultures pour réduire les niveaux des populations aphidiennes à des seuils économiquement tolérables (Sullivan, 2005)

10.3 La lutte variétale :

La lutte variétale consiste à employer des cultivars résistants aux pucerons et aux virus transmis par ces derniers (Dedryver et al., 2010).

D'après Dedryver (2010), les mécanismes de résistance des plantes aux pucerons sont de trois types : l'antixénose ou la plante est refusée par l'insecte qui l'évite, l'antibiose ou la plante réduit le potentiel de multiplication de l'insecte et la tolérance ou la plante ne souffre pas ou peu de la présence des insectes qui d'y alimentent et s'y multiplient.

Selon le même auteur, la sélection de cultivars résistants aux pucerons essentiellement par antibiose est une méthode de lutte particulièrement judicieuse dans le contexte d'une agriculture durable.

10.4 Lutte préventive :

La lutte préventive se base sur les différentes pratiques culturales pouvant réduire les dégâts tels que la détermination d'une date de semis et de récolte adéquate, la rotation des cultures avec une plante qui serait attrayante pour les pucerons, les associations culturales et la suppression des mauvaises herbes ou résidus de cultures qui pourraient héberger des pucerons (Sullivan, 2007).

Jaloux (2010) rapporte que l'association d'une plante hôte avec une plante compagne émettant des composés volatils différents va permettre de masquer ou d'altérer l'odeur de la plante hôte, ce qui va perturber sa localisation par les pucerons. Hensen et al. (2010) ont trouvé que l'association des fèves avec les céréales réduit la contamination des plantes par *A.fabae*.

10.5 La lutte intégrée :

La lutte intégrée peut se définir l'emploi combiné et raisonné de tous les moyens de lutte dont dispose l'agriculteur pour maintenir la population de ravageurs à un niveau suffisamment bas pour que les dégâts occasionnés à la culture soient économiquement tolérables (Faurie et al., 2003).

1. Introduction

Depuis plusieurs années, l'homme qui vit côte à côte avec les plantes, est habitué à les consommer pour leurs propriétés médicinales et nutritives. Les produits naturels présentent un grand intérêt comme matière première destinée aux différents secteurs d'activité tels que : le cosmétique, la pharmacie, l'agroalimentaire, le phytosanitaire et l'industrie.

2. Description botanique de la plante

Le pyrèthre d'Afrique est une plante vivace de 30 à 50 cm de haut, en habit et l'apparence comme la camomille. Les racines sont presque cylindriques, longues, épaisses, fibreuses, rudes, brunes à l'extérieur, blanches à l'intérieur. Le goût est acre et l'odeur légère. Les tiges, dont simples ou peu rameuses, se couchent sur le sol avant de remonter en érection. Les feuilles, finement découpées, délicates et alternes sont pubescentes. Les grandes fleurs sont blanches au cœur jaune, teintées de mauve-dessous et ordinairement solitaires. Les fruits sont des akènes glabres. Semis en avril-mai en plein terre, le pyrèthre d'Afrique préfère les sols maigres, se ressemé très aisément et fleurit de juin à septembre.



Figure 8 : Le pyrèthre d'Afrique (*Anacyclus pyrethrum* L.)

3. Botanique :

3.1 Famille Asteraceae :

La famille des Astéracées représente l'une des taxons les plus importants du règne végétale. Elle est principalement représentée par des espèces vivaces. Les feuilles sont le plus souvent alternes, mais aussi opposées ou radiales, bractées, simples ou parfois composées (Gaussen, H *et al.*, 1982). Les fleurs ont la caractéristique commune d'être réunies en capitules, c'est-à-dire serrées les unes aux autres (Gaussen, H *et al.*, 1982; Osborn, R.W *et al.*, 1995). La famille des Astéracées (Compositae) compte approximativement 900 genres avec plus de 13000 espèces (Trease, G.E *et al.*, 1983).



Figure 9 : pyrèthre (Les fleurs, système racinaire, la tige et les feuilles)

3.2 Genre *Anacyclus* :

Le genre *Anacyclus* regroupe des espèces à capitules composés en principe de fleurs extérieures ligulées et de fleurs intérieures tubulées (Lloyd, C.G *et al.*, 1911). La principale particularité du genre est la présence d'ailes aplaties entourant les fruits et faisant penser à des paires d'oreilles, Ce sont des plantes annuelles, à feuilles alternes embarrassantes, profondément divisées. La tige portant le capitule s'épaissit en dessous de celui-ci. L'involucre est formé de bractées inégales, se recouvrant en partie, ne portant pas d'appendice terminal. Le taxon *Anacyclus*, tel que défini à l'origine par Linné (voir classification), En Algérie le genre *Anacyclus* est représenté par deux espèces, a savoir *Anacyclus pyrethrum* (L.) Link et *Anacyclus clavatus* (Pers) (Julien, A., 1894).

4. Espèce de l'*Anacyclus pyrethrum* :

L'espèce *Anacyclus pyrethrum* (synonyme : *Anthémis pyrethrum*) a été définie par Linné et révisée par Link. Sa taxonomie est décrite dans le tableau I – 3. plante très commune des hauts plateaux et montagnes du Tell, Il s'agit d'une plante de 30 cm de haut maximum, vivace par ses racines longues, épaisses, fibreuses, rudes, brunes à l'extérieur, blanches à l'intérieur (Lloyd, C.G *et al.*, 1911; Paris, R.R *et al.*,1971). Les tiges sont nombreuses couchées sur le sol, simples ou peu rameuses. Les feuilles sont finement découpées, délicates et alternes sont pubescentes. Les fleurs sont blanches au cœur jaune ordinairement solitaires (Paris, R.R *et al.*, 1971).

Tableau 4 : Taxonomie d'*Anacyclus pyrethrum*.

DIVISION	ANGIOSPERMAE
Classe	Dicotyledoneae
s/Classe	Asteridae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
s/Famille	Asteroideae
Tribe	Anthemideae
Genre	<i>Anacyclus</i>
Espèce	<i>Anacyclus pyrethrum</i> (L.) Link.

5. Les noms communs et vernaculaires :

Nom arabe : oued el athas, agargarha, tigenhas, ignens et Guenthus قنطس

Nom français : pyrèthre d'Afrique

Nom anglais : Pellitory

6. Classification systématique (tableau 6) :

Régne :	Plantae
Division :	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre :	Asterales
Famille :	Astéraceae
Genre :	<i>Anacyclus</i>
Nom binominal :	<i>Anacyclus pyrethrum</i> (L.) Link, 1822

Les pyréthrine sont extraits d'une plante herbacée vivace de la famille des Astéracées, le pyrèthre. Les pyréthrine attaquent le système nerveux de tous les insectes. A une dose inférieure, elles ont un effet répulsif. Elles sont nocives pour les organismes aquatiques, mais restent inoffensives pour les mammifères et les oiseaux. Ces molécules ne sont pas persistantes, elles se décomposent facilement par exposition à la lumière et sont donc biodégradables. Les pyréthrine sont considérées comme les insecticides parmi les plus sûrs d'un point de vue sanitaire et environnemental.



Figure 10 : Planche botanique d'*Anacyclus pyrethrum* L.

7. Description botanique

Anacyclus pyrethrum est une plante vivace pluriannuelle caractérisée par des :

- Racines longues, épaisses, fibreuses, brunes à l'extérieur, blanches à l'intérieur
- Tiges nombreuses couchées sur le sol, simples ou peu rameuses ;
- Feuilles finement découpées, délicates et pubescentes ;
- Fleurs avec un cœur jaune, des pétales blanches à l'intérieur et mauves à l'extérieur.

8. Effet insecticide- mode d'action :

L'effet insecticide des produits issus de ces plantes est dû à 6 molécules : pyréthrine I et II, cinérine I et II, jasmoline I et II. Le potentiel insecticide de ces molécules est différent. Leur proportion varie en fonction de l'origine de la plante et du mode d'extraction.

Le produit agit sur la conduction nerveuse des insectes (effet « neurotoxique »). Avant de mourir, l'insecte présente une phase d'hyperactivité. L'effet du produit se constate quelques minutes après l'application du produit. Il a une véritable action de choc.

9. Toxicité

Chez les mammifères, le pyrèthre est rapidement hydrolysé dans l'appareil digestif. Il est plus toxique par inhalation. Cependant, la toxicité des pyrèthres est 3000 fois plus faible pour les mammifères que pour les insectes. La toxicité pour les poissons est intermédiaire

1. Objectif du travail

Le but de ce travail consiste à évaluer le pouvoir bio-insecticides d'extrait du pyrèthre sur les pucerons de la fève dans le cadre de la valorisation des substances naturelles végétales. Les expérimentations sont réalisées en fonction des objectifs suivants :

- Extraction par la méthode de soxhlet.
- Tester l'activité bio-insecticide du pyrèthre.

2. Structure du travail

La préparation des extraits a été réalisé au laboratoire pédagogique (Biochimie N°02) du site universitaire « ITA ». Les tests de l'activité bioinsecticide ont été effectués au niveau du laboratoire de recherche « Protection des végétaux », du site 2 « INES », Université de Mostaganem.

3. Matériel et méthodes :

3.1 Matériel végétale :

Les racines du pyrèthre *Anacyclus Pyrethrum L.* ont été identifiés en présence du Mr. Debba récoltés l'année (2016) dans la région de Mostaganem.



Figure 11 : les racines et le poudre de pyrèthre (*Anacyclus Pyrethrum L.*)

3.2 Matériel animale :

- **Aphis fabae (puceron noir de la fève) :**

La forme aptère du puceron noir de la fève *A. fabae* mesure environ 2mm (Hullé *et al.*, 1999). Elle est de couleur verte olive foncé à noir mat et recouverte d'une forte sécrétion cireuse blanche (Leclant, 1999). Les cornicules sont coniques nettement plus longues que la cauda. Ce dernier est digitiforme et trapu (Leclant, 1999). Sous sa forme ailé, *A. fabae* est plus allongée que l'aptère (Hullé *et al.*, 1999). Elle est de couleur sombre, avec des antennes courtes et qui représentent environ les deux tiers de la longueur du corps (Hullé *et al.*, 1999).



Figure 12 : Colonie d'Aphis fabae sur les feuilles de la fève

4. Procédé d'extraction :

4.1 Méthodes d'extraction soxhlet :

L'extraction de soxhlet est une pièce de verrerie permettant d'effectuer une extraction solide-liquide avec une grande efficacité. L'appareil porte le nom de son inventeur : Franz Von soxhlet (nous allons l'appeler simplement soxhlet) ; c'est une méthode simple et convenable qui nous permettra de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à épuisement complet du soluté dans la matière première, d'où vient son efficacité élevée (Penchev, 2010).



Figure 13 : Le montage de l'extraction soxhlet (originale, 2016)

L'extraction soxhlet est utilisée dans différents domaines, parmi ces derniers ; l'extraction d'un composé soluble sans le solvant utilisé, le lavage d'un composé solide par solvant (à condition que ce composé soit totalement insoluble dans ce solvant). Il est utilisé aussi dans l'extraction des huiles végétales. Cette méthode d'extraction exige un traitement pour le mélange obtenu par soxhlet, en pratique on utilise un évaporateur rotatif pour séparer l'extrait et le solvant d'extraction (Penchev, 2010)

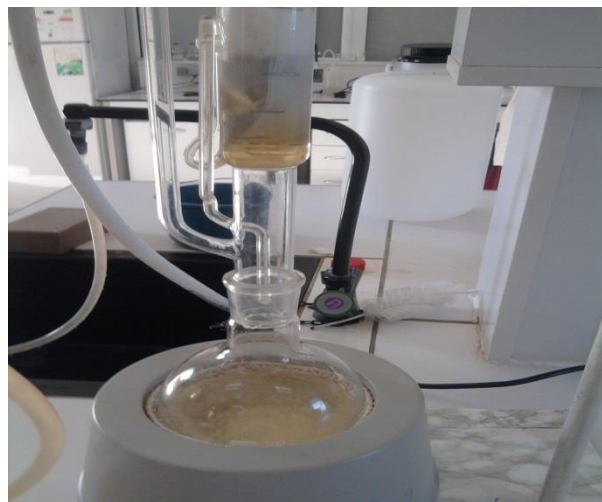


Figure 14 : Le retour du solvant contenant les principes actifs de l'extracteur vers le ballon (Origines, 2016).

4.2 Les avantages et les inconvénients de l'extracteur Soxhlet :

Le soxhlet est une méthode classique pour l'extraction solide-liquide. Les avantages du soxhlet sont les suivants : l'échantillon entre rapidement en contact avec une portion fraîche de solvant, ce qui aide à déplacer l'équilibre de transfert vers le solvant et l'épuisement complet du soluté. Cette méthode est une macération continue à chaud et ne nécessite pas de filtration après extraction. Le soxhlet est indépendant de la matrice végétale (Grigonis et al., 2005).

20g de l'échantillon (poudre des racines) il est introduit dans une cartouche placée dans Soxhlet. L'extrait brut en première étape est extrait à chaud sous reflux par 500 ml de Méthanol pendant 3 heures. A l'issue de cette opération, le méthanol est évaporé à l'aide du Rotavapeur. (Akpan et al. 2006).



Figure 15 : Rotavapeur (Originale, 2016).

4.3 Détermination du rendement à l'extraction :

Le rendement de l'extraction a été calculé par l'équation suivante :

$$\text{Rendement \%} = (W_1 \cdot 100) / W_2 \quad (\text{Maisuthisakul et al. ; 2007})$$

W_1 : le poids de l'extrait sec après évaporation du solvant, il est déterminé par la différence entre le poids du ballon plein et le poids du ballon vide.

W_2 : le poids de poudre de pyrèthre

4.4 Conservation de l'extrait

L'extrait méthanoïque d'*Anacyclus Pyrethrum L*, ont été préservés dans des flacons, protégées avec du papier aluminium pour éviter toute dégradation des molécules par la lumière. Il est ensuite conservé dans le réfrigérateur pour une utilisation ultérieure.

4.5 Préparation des dilutions de l'extrait des racines d'*Anacyclus Pyrethrum L* et les boîtes de pétri :

Les dilutions de l'extrait ont été préparées comme suit :

- On introduit 1 ml d'extrait dans un tube à essai contenant 9 ml ED (concentration de 10%).
- On introduit 2 ml d'extrait dans un tube à essai contenant 8 ml ED (concentration de 20%).
- On introduit 3 ml d'extrait dans un tube à essai contenant 7 ml ED (concentration de 30%).
- Témoin = eau distillé.

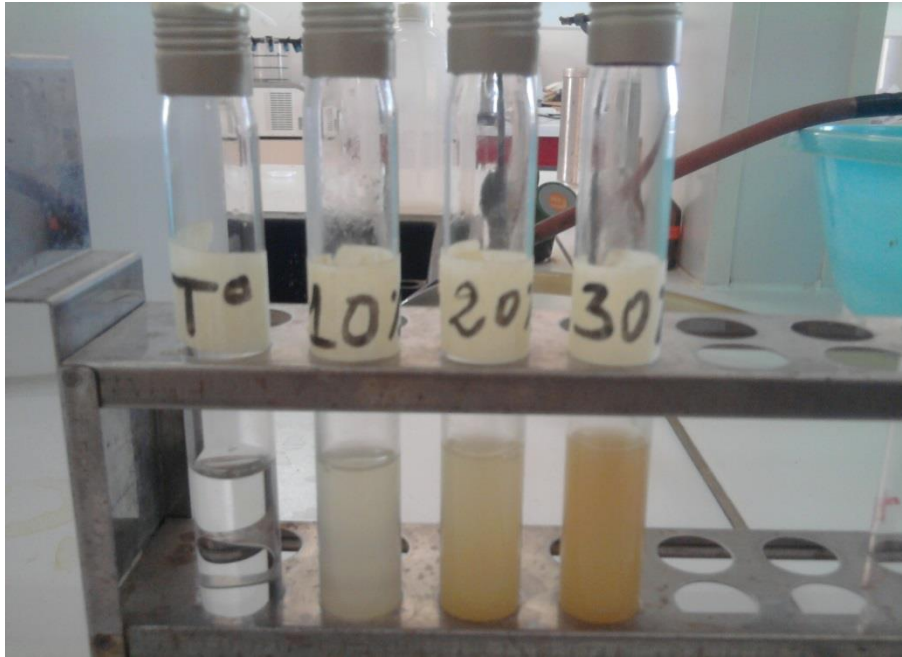


Figure 16 : la gamme de différentes concentrations d'extrait de pyrèthre (originale, 2016).

4.6 Préparation des tests par extrait des racines d'*Anacyclus Pyrethrum L* :

On a utilisé des pucerons (*Aphis fabae*) pour l'évaluation de la toxicité d'extrait des racines des d'*Anacyclus Pyrethrum L*. Après la préparation des poites de Pétri, 4 pucerons de *Aphis fabae* portés sur des feuilles de la fève sont introduits dans des boites de pétri et sont traités par différentes dilution (10%, 20%, 30%). La fermeture de boites pétri par un parafilm.

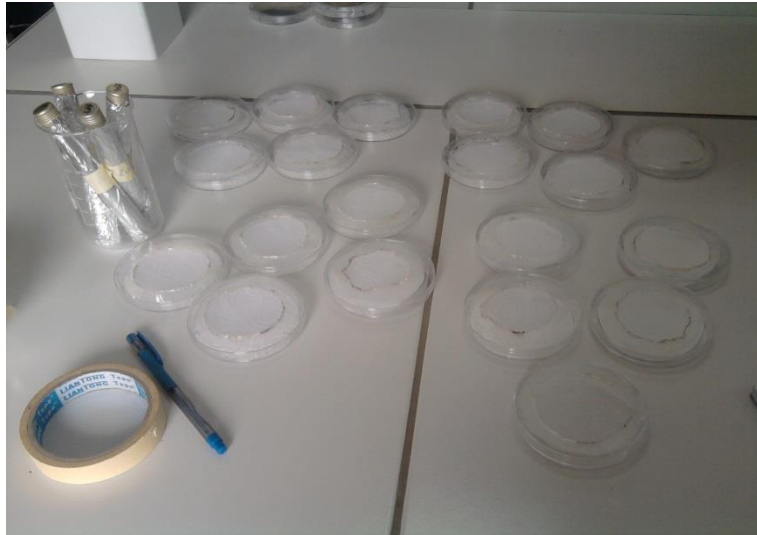


Figure 17 : préparation des boîtes de pétri

Des témoins sont également préparés afin de vérifier la croissance des insectes et de comparer les résultats. Les pucerons morts sont comptés après 24 heures, puis 48 heures et 72 heures, ... 7 jours sous une loupe binoculaire. Les boîtes sont déposées sur la pillasse dans les conditions de laboratoire.



Figure 18 : le test de la toxicité par contact (Originale, 2016).

1. Résultats

1.1 Rendement d'extraction :

Dans le cas de l'extraction par solvant organique à l'aide d'un extracteur de type soxhlet, plusieurs interviennent tels que : le temps d'extraction ou le nombre de cycles nécessaires, le débit de condensation, le rapporte solvant/matière végétale et le taux de remplissage de la cartouche, aussi la nature du solvant (Luque et all., 1998).

1.2 vus à la binoculaire des pucerons noirs après l'activité insecticides



Figure 19 : Observations avec la binoculaire d'Aphis fabae après l'activité insecticide

1.3 Résultats du test d'efficacité d'insecticides sur des insectes des pucerons noirs de la fève (*Aphis fabae*).

Tableau 6 : Résultats de l'extrait de pyrèthre.

Concentrations (%)	Les boîtes	24 h	48h	72 h	96 h	120 h	144 h	168 h
10%	1	+	++	+	-	-	-	-
	2	+	++	+	+	+	-	-
	3	+	+	-	+	-	-	-
	4	+	+	-	++	+	-	-
	5	-	+	-	+	-	-	-
20%	1	++	+++	-	-	-	-	-
	2	+	++	+	-	-	-	-
	3	+	++	++	-	-	-	-
	4	+	+	+	-	-	-	-
	5	-	+	+	+	-	-	-
30%	1	+++ +	-	+	-	-	-	-
	2	++	+	-	+	-	-	-
	3	+++	+	+	-	-	-	-
	4	+++	+	-	+	-	-	-
	5	+++ +	+	+	-	-	-	-
Témoins	1	+	-	-	+	-	-	-
	2	+	+	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-

(+) : 1 puceron mort ; (++) : 2 pucerons morts ; (+++) : 3 pucerons morts ; (---) pucerons vivants

1.3.1 Témoins

Il faut préciser que les insectes d'*Aphis fabae* du lot témoins, ont reçu comme traitement de l'eau distillée.

1.4 Résultats de l'activité insecticide :

1.5 Traitement par l'extrait de pyrèthre :

Les résultats du test de traitement des insectes d'*Aphis fabae* par l'extrait de pyrèthre sont représentés dans la (figure n° 19).

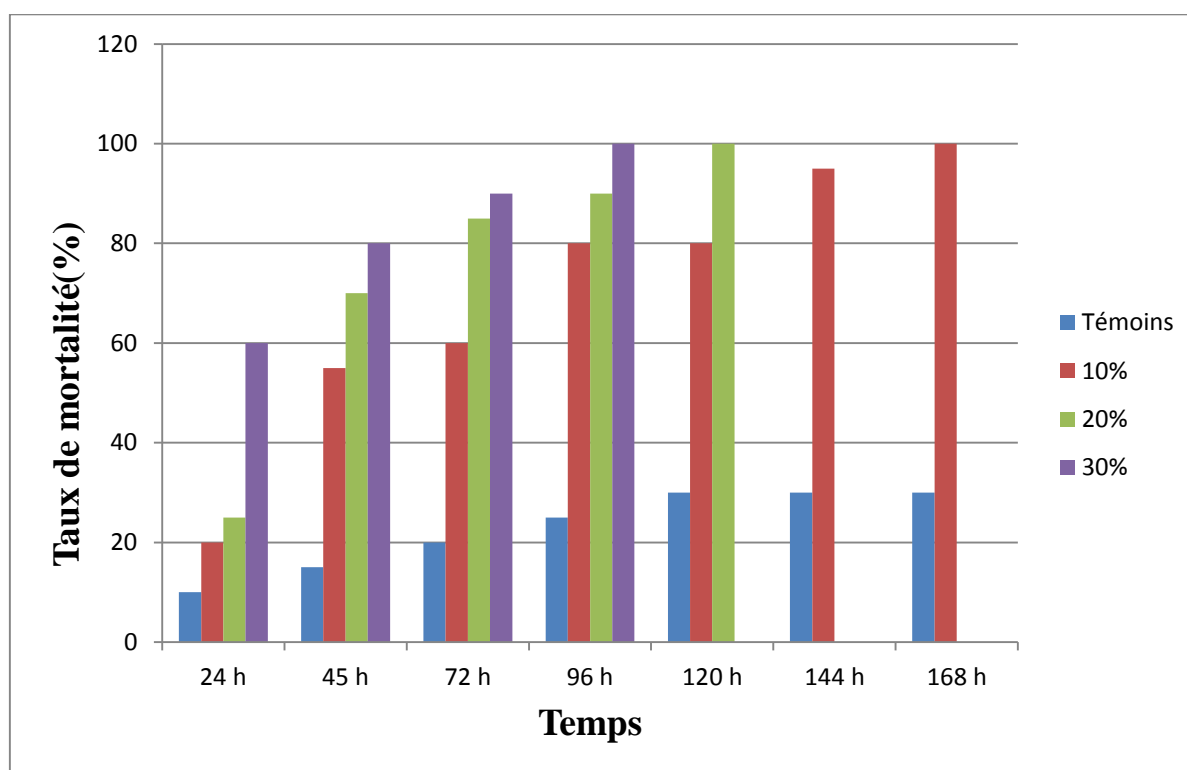


Figure 19 : Taux de mortalité des insectes d'*Aphis fabae* traités par l'extrait de pyrèthre.

Nous avons remarqué, que le pourcentage de mortalité de l'extrait de pyrèthre est significativement supérieur chez les pucerons traités par rapport aux Témoins. Nous constatons que la concentration de (10%), provoque un taux de mortalité de (20%) pendant 24 de son

pulvérisation ; ce qui traduit par la réduction du quart de la population des pucerons par rapport aux taux de mortalité observé chez les témoins est de (10%).

En effet, nous avons remarqué un taux de mortalité des insectes qui augmente proportionnellement avec le temps vis-à-vis de l'extrait. Le taux de mortalité observé est de (55%) pendant 48 heures ce qui traduit par la réduction de la moitié de la population des pucerons par rapport aux témoins (15%), et on a enregistré un taux de mortalité de (60%) le troisième jour chez les pucerons traités et (20%) pour les pucerons non traité, et de (80%) pendant le quatrième et cinquième jour, l'élimination de 100% des insectes *Aphis fabae* a été observés après 7 jours chez les pucerons traités et de (30%) pour les pucerons non traité.

Pour la deuxième concentration (20%), on remarque pendant 24 heures un taux de mortalité de (25%), mais pour le deuxième jour on remarque une sensibilité accrue des insectes est de (70%). L'élimination de plus de (80%) a été observé dès le troisième jour, ce qui a permis d'éradiquer complètement la population initiale des insectes pendant le cinquième jour.

Pour la troisième concentration (30%), soit la plus élevée pendant le premier jour avec un pourcentage de (60%) car il a une grande action de mortalité sur les pucerons noirs ; ce traduit par une élévation rapide dans la mortalité les deux jours (48h, 72h) on enregistre un taux de mortalité de (90%) ; ou on enregistre un taux de mortalité final de (100%).

Discussion :

L'ensemble des résultats obtenus dans nos conditions expérimentales montre que les insecticides testés ont une action insecticide sur les pucerons noirs d'*Aphis fabae*. Ils permettent de causer des taux de mortalité final de 100%.

L'extraction d'extrait à partir des racines d'*Anacyclus pyrethrum L.* a permis d'obtenir un extrait de couleur jaune pâle plus au moins épais ces résultats sont en concordance avec ceux trouvés par **Akpan et al.**, (2006).

L'activité insecticide de l'extrait brut d'*Anacyclus pyrethrum* vis-à-vis des pucerons noirs (**A. fabae**) correspond à une concentration 30% a permis l'élimination totale des insectes par dessèchement de celle-ci avec un taux de mortalité de 100% après 96 heures de son pulvérisation.

En effet le taux de mortalité corrigés 24h après le traitement affichée une dose létale de l'ordre de 20% avec l'extrait de pyrèthre.

Au regard de ces résultats, la mortalité des pucerons ingérant des substances toxique présentes dans les pucerons traitées avec l'extrait ; nous pouvons dire que la mortalité est souvent due à une intoxication par contact et ingestion par les pucerons noirs.

L'extrait de pyrèthre est de neurotoxique qui agissent par inhalation et par contact (**Waston, 2001, Charmillot et Pasquier ; 2006**).

Chez les mammifères, le pyrèthre est rapidement hydrolysé dans l'appareil digestif. Il est plus toxique par inhalation. Cependant, la toxicité des pyrèthres est 3000 fois plus faible pour les mammifères que pour les insectes. La toxicité pour les poissons est intermédiaire.

D'un autre cote, si les ingrédients actifs présents dans les extraits de la plantes ont été tolérés par les pucerons noirs de la fève.

L'hypothèse raisonnable de penser que l'effet de extrait est en fonction de l'organe végétal dont ils ont été obtenus, nous autorise à supposer : l'extrait actifs est moins riche particulièrement en métabolites secondaires malgré ces substances sont notamment connues pour leur haute toxicité.

En général, l'extrait affecte la mortalité des insectes, ce qui suggère que les principes actifs présent chez d'*Anacyclus pyrethrum* est répartis dans ses différentes structures, même dans les conditions différentes.

Conclusion générale

Au terme de ce travail, nous pouvons conclure que le bio-insecticide que nous avons testés, se sont révélés être un bon agent de contrôle des pucerons noir d'**Aphis fabae**.

En effet ; nous avons remarqué une sensibilité des pucerons vis-à-vis de bio-insecticide avec un pourcentage de mortalité qui augmente proportionnellement avec le temps.

L'application de traitement par l'extrait a permis l'élimination final de la population initiale des pucerons troisième jour jusqu'au sixième jour pour les concentrations suivants (10%, 20% et 30%).

D'après les résultats obtenus, on constate que l'extrait présente une forte activité bio-insecticide.

Annexe

Annexe 1 valeurs des dilutions de l'extrait des racines d'*Anacyclus pyrethrum* L.

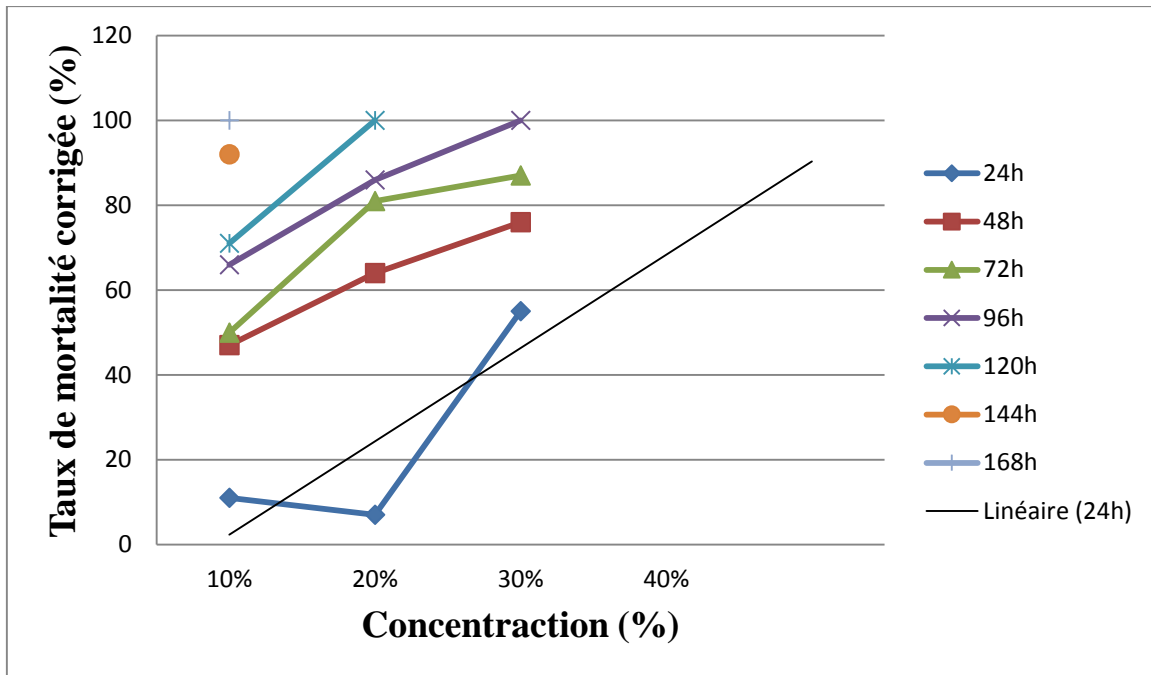
Concentration (%)	10%	20%	30%
Extraits brut (ml)	1 ml	2 ml	3 ml
Eau distillée (ml)	9 ml	8 ml	7 ml

Annexe 2 Taux de mortalité des pucerons noirs *Aphis fabae* traité par l'extrait d'*Anacyclus pyrethrum* L.

Temps	24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
Concentration							
Témoins	10%	15%	20%	25%	30%	100%	100%
10%	20%	55%	60%	80%	80%	95%	100%
20%	25%	70%	85%	90%	100%	100%	100%
30%	60%	80%	90%	100%	100%	100%	100%

Annexe 3 : Taux de mortalité corrigée d'*Aphis fabae* en fonction du temps et des concentrations de l'extrait d'*Anacyclus pyrethrum* L.

Temps	24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h
Concentrations							
10%	11%	47%	50%	66%	71%	92%	100%
20%	7%	64%	81%	86%	100%		
30%	55%	76%	87%	100%			



Taux de mortalité corrigé d'Aphis fabae en fonction de temps et des concentrations de l'extrait de pyrèthre.

Annexe 05 : Analyse statistique

Analyse de variance de l'extrait d'Anacyclus pyrethrum

	S.C.E	DDL	C.M	TEST F	PROBA	E.T	C.V
VAR. TOTALE	860.938	15	57.396				
VAR.FACTEUR	742,188	3	247,396	25	0.00003		
VAR.RESIDUELLE	118,75	12	9,896			3,146	16,50%

Références Bibliographiques

- **Akpan, U. G., Jimoh, A., Mohammed, A. D (2000).** Extraction, Characterization and Modification of Castor Seed Oil. Leonardo J.Sci. 8: 43-52.
- **Alford, D.V (2011)**-Plant pests. Harper Collins, Londres, Royaume-Uni. Harper Collons Publishers Limited, 2011 ISBN : 00073384881, 9780007338481. 500p.
- **Berchiche S (2003).** Entomofaune du Triticum aestivum et de vicia faba. Etude des fluctuations d'Aphis fabae (Scopoli, 1763) dans la station expérimentale d'Oued-Samar. Mémoire de magister, ENSA El-Harrach, Alger, pp.187.
- **Blackman RL, Eastop VF (2007).** Taxonomic issues. In: Van Emden H.F, Harrington R (eds.). Aphids as crop pests, CAB international, USA, pp.1.
- **Bond D.A, Jellis G.J, Rowland G.C, Le Guen J, Robertson L.D, Khalil S.A, Li-Juan L (1994).** Present status and future strategy in breeding faba beans (*Vicia faba L.*) for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica. 73: 151-166.
- **Bonnemain JL, Chollet J-F (2003).** The arsenal of agrochemical products versus the plant enemies. General considerations. C. R. Biologies. 326: 1-7.
- **Bonnemain JL (2010).** Aphids as biological models and agricultural pests. C.R Biologies. 333:461-463.
- **Bouchery Y (1977).** Les pucerons *Aphis fabae scop.* Et *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptère Aphididae) déprédateur de la fêverole de printemps (*Vicia faba L.*) dans le nord-Estde la France : influence sur le rendement des cultures. Mécanisme de la déprédation. Ann. Zool. Ecol. Anim. 9(1):-109.
- **Biche M. 2012**-Food and agriculture organization of the United Nations Guide. Concu grace au financement de la Fao – Algeria Regional Intergrated Pest Management Programme in the Near East / GTFS/REM/070/ITA. Janvier 2012.
- **Brunton J 1993**- Pharmacognosie – phytochimie : plantes médicinales. Ed. Tec Et Doc. Lavoisier, 1993.
- **Chafi M.H, Bensoltane A (2009).** *Vicia faba* (L), a source of organic and biological manure for the Algerian arid region. World Journal of Agricultural Sciences. 5(6): 698-706.
- **Chaux C, Foury C (1994).** Production légumière: légumineuses potagères, légumes fruits, Lavoisier, Paris, pp.4-8.
- **Colignon P, Hastir P, Gaspar C, Francic F (2000).** Effets de l'environnement proche sur la biodiversité entomologique en culture maraichères de plein champ. Parasitica. 56 (2-3) : 59-70.

Références Bibliographiques

- **Dedryver CA(1982).** Quest ce qu'un puceron?. In : les pucerons des cultures, ACTA, Paris, pp. 9-19.
- **Dedryver CA (2007).** Les pucerons : des dégates et des hommes. Biofutur. 279 :22-25p.
- **Dedryver CA(2010).** Pucerons : biologie, nuisibilité, résistance des plantes. Journées Technique Fruitset Légumes Biologique. 23-26.
- **De Vos M, Jander G (2010).** Volatile communication in plant-aphid interactions. Current Opinion in plant Biology. 13 :366-371.
- **Didier B (2012).** Les hémérobes. Insectes. N° . 166 : 1.
- **Dixon, A.F.G., Hemptinne, J.L., Kindlmann P. 1995-** The ladybird fantasy – prospects and limits to their use in the biological control of aphids. Zuchtungsforchung 1: 395-397p.
- **Dinant S, Bonnemain J-L, Girousse C, Kehr J (2010).** Phloem sap intricacy and interplay with aphid feeding. C R. Biologies. 333: 504-515.
- **Dongimont C, Bendahmane A, Chovelon V, Boissot N (2010).** Host plant resistance to aphids in cultivated crops: Genetic and molecular bases, and interactions with aphid populations. C. R. Biologies. 333: 566-573.
- **Douglas, A.E. 2003-**The nutritional physiology of aphids. Advances on Insect Physiology, 31: 73-140p.
- **Dragsted, A., Lang, B., 1957-** Etude de la toxicité par administration unique d'un nouveau médicament. Journal annale pharmaceutique française, p.11.
- **Dridi B-A-M, Lomerem M, Houimli S-I-M, Jabbes N, Tlahing S (2011).** Caractirisation Phéno-morphologique de quelque lignées de fève (Vicia faba L.)Sélectionnées et adaptées aux conditions de cultures dans les régions arides en Tunisie. Africa focus, 24(1) :71-94.
- **Duc G (1997).** Faba bean (Vicia faba L.). Field crops Research. 53: 99-109.
- **Duc G, Bao S Baum M, Redden B, Sadiki M, Jose suso M, Vishniakova M, Zong X (2010).** Diversity maintenance and use of Vicia faba l. genetic resources. Field crops research. 115: 270-278.
- **Ebadah I.M.A., Mahmoud Y.A., Moawad S.S (2006).** Susceptibility of some faba bean cultivars to field infestation with some insect pests. Research journal of Agriculture and Biological Sciences. 2(6): 537-540.

Références Bibliographiques

- **El Heneidy A, Resk G, Hekal A.M, Abdel Samad S (1998).** Impact of planting date on aphid population and associated naturel enemies on faba plants in egypt. Arab J. Plant prot. 16(2): 55-59.
- **Evelyne, T.A., Maurice, H., Charles, A.D., Bernard, C.** 2001- les pucerons des grandes cultures: cycle biologique et activités de vol. Edition quae. ISBN : 978-2-7592-1026-8.
- **Evelyne, T.A., Maurice, H., Yvon, R., Yves, M.** 1999- Les pucerons des plantes maraichères: cycle biologique et activités de vol. ISBN : 2-7380-0857-7.
- **Francis F, Colignon P , Haubruge E (2003).** Evaluation de la présence de Syrphidae (Diptera) en cultures maraichères et relation avec les populations phidiennes. Parasitica. 59(3-4) : 129-139.
- **Francis F , Vandermoten S, Verheggen F, Lognay G, Haubruge E (2005).** Is the (E)—farnesene only volatile terpenoid in aphid?.JNE. 129(1):6-11.
- **Fraval A (2006).** Les pucerons. Insectes.N° .141: 3-8.
- **Faurie C, Ferra C, Médori P, Dévaux J, Hemptinne J-L (2003).** Ecologie: approche scientifique et pratique, 5^{ème} édition Lavoisie, Paris, pp.69.
- **Gade DW (1994).** Environment, Culture, and Diffusion : The Brozd Bean Bean in Québec. Cahiers de Géographie du Québec. 38(104) : 137-150.
- **Gepts P , Beavis WD, Brummer EC, Shoemaker RC, Stalker HT, Weeden NF, Young ND (2005).** Legumes as a model plant family. Genomics for food and feed report of the cross legume advances through genomics conference. Plant Physiology. 137:1228-1235.
- **Giordanengo P, Febvay G, Rahbé Y (2007).**Comment les pucerons manipulent les plantes. Biofutur. 279 : 35-38.
- **Giordanengo P, Brunissen L, Rusterucci C, VincentC, Van Bel A, Dinant S, Girousse C,Faucher M, Bonnemain J-L (2010).**Compatible plant-aphid interactions : how aphids manipulate plant responses. C. R. Biologies. 333 : 516-523.
- **Girard C (1990).**Féverole. Technique agrucoles. 2213 :1-16.
- **Godin C, Biovin G (2000).** Guide d'indentifications des pucerons dans les cultures maraichères au québec, Agriculture et agroalimentaire, Canada,pp. 4-30.
- **Goggin FL (2007).** Plant-aphid interactions: molecular and ecological perspectives. Current Opinion in Plant Biology. 10: 399-408.

Références Bibliographiques

- **Gurrieri E, Digilio MC (2008)**. Aphid-plant interactions: a review. *Journal of Plant Interactions*. 3(4): 223-232.
- **Haciseferogullari H, Gezer I, Bahtiyarca, Menges H.O (2003)**. Determination of some chemical and physical properties of Sakiz faba bean bean (*Vicia faba L. var. major*). *Journal of food Engineering*. 60: 475:479.
- **Hales DF, Tomiuk J, Woehrmann K, Sunnucks P(1997)**. Evolutionary and genetic aspects of aphid biology: A review. *Eur. J. Entomol*. 94: 1-55.
- **Hamadache A, Ait-Abdallah F, belloula (1996)**. Effet de lenvironnement, de la date de semis et du désherbage sur le rendement en grain et ses composantes chez lz fève (*Vicia faba L.*). *Céréaliculture*. N°. 29: 15-18.
- **Hanounik S.B, Bisri M (1991)**. Status of diseases of faba bean in the Mediterranean region and their control. *Options Mediterranean's*. N°. 10: 59-66.
- **Hansen LM, Lorentser L, Boelt B (2008)**. How to reduce the incidence of black bean aphids (*Aphis fabae Scop.*) attacking organic growing field beans (*Vicia faba L.*) by frowing patially resistant bean varieties and by intercropping field beans with cereals. *Soil and Plant Science*. 58: 359-364.
- **Hanski I, cambefort Y (1991)**. *Dung beetle ecology*, Princeton University Press New Jersey, pp.481.
- **Hardie J, Visser J.H, Piron P.G.M (1995)**. Peripheral odour perception by adult aphid forms with same genotype but different host-plant preference. *J. Insect Physiol*. 41 (1): 91-97.
- **Hullé M, Turpeau E, Leclant F, Rahn M-J (1998)**. *Les pucerons des arbres fruitiers: cycles biologique et activités de vol*, INRA, Paris, pp. 22-26.
- **Hullé M, Turpeau- Ait Ighil E, Robert Y, Monnet Y (1999)**. *Les pucerons des plantes maraichères : cycles biologique et activités de vol*, INRA, Paris,pp. 28-85.
- **Hullé M, Cœur d'acier A, Benkhead-Dronnet, Harrington R (2010)**. Aphids in the face of global chages. *C.R. Biologies*. 333:497-503.
- **Iluz D (2011)**. The plant-aphid universe. *Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*. 16:91-118.
- **Jensen ES, Peoples MB, Hauggaard-Nielsen H (2010)**. Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research*. 115: 203-216.
- **Leclant F (1999)**. *Les pucerons des plantes cultivées: clefs d'indentification. II cultures maraichères*, INRA, Paris, pp. 9-14.

Références Bibliographiques

- **Leclant F (2000).** Les pucerons des plantes cultivées: clefs d'identification. *III-cultures fruitières*, INRA, Paris, pp. 7-12.
- **Lim T.K (2012).** *Vicia faba*. *Fruits*. 2: 925-936.
- **Loss S.P, Siddique K.H.M (1997).** Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-Type environments. I. seed yield and yield components. *Field Crops Research*. 52: 17-28.
- **Luque, M.D., Garco, Aa-Ayuso, L.E. 1998-** Soxhlet extraction of solid material: an outdated technique with a promising innovative future. *Analytica Acta* 369. P1-10p.
- **Mondor EB, Roitberg BD (2002).** Pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*, cornicle ontogeny as an adaptation to differential predation risk. *Can. J. Zool.* 80: 2131-2136.
- **Nuessly GS, Hentz MG, Beiriger R, Scully BT (2004).** Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (Fabales: Fabaceae), in southern Florida. *Florida entomologist*. 87 (2):204-211.
- **Park KC, Hardie J (2004).** Electrophysiological characterization of olfactory sensilla in the black bean aphid, *Aphid fabae*. *Journal of Insect Physiology*. 50:647-655.
- **Peccoud J, Simon JC, Von Dohlen C, Coeur d'acier A, Plantegenest M, Vanlerberghe-Masutti F, Jouselin E (2010).** Evolutionary history of aphid-plant associations and their role in aphid diversification. *C.R. Biologies*. 333: 474-487.
- **Péron J-Y (2006).** *Références productions légumières*, Lavoisier 2^{ème} édition, Paris, pp.366-367.
- **Rachaf S.A, Ouamer F, Ouffroukh A (2005).** Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (identifications et caractérisation). *Recherches agronomique*. 16 :36-41.
- **Remaudière G (1985).** Reconnaissance des principaux pucerons de la région Ethiopienne. In : Remaudière (eds). *Contribution à l'écologie des aphides africains*, FAO, Rome, pp. 141-206.
- **Saxena MC (1991).** Status and scope for production of faba bean in the mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*. N° .10: 15-20.
- **Turpeau-Ait Ighil E, Dedryver CA, Chaubet B, Hullé M (2011).** Les pucerons des grandes cultures : cycles biologique et activités de vol, Quae, Paris, pp.33.
- **Vander moten S, Mescher MC, Francies F, Haubruge E, Verheggen FJ (2012).** Aphid alarm pheromone: an overview of current knowledge on biosynthesis and functions. *Insect biochemistry and Molecular Biology*. 42: 155-163.

Références Bibliographiques

- **Wang H-F, Zong X-X, Guan J-P, Yang T, Sun X-L, Ma Y, Redden R (2012).** Genetic diversity and relationship of global faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm revealed by ISSR markers. *Theor Appl Genet.* 124: 789-797.
- **Webster B, Bruce T, Dufour S (2008).** Identification of volatile compounds used in host location by black bean aphid, *Aphis fabae*. *J Chem Ecol.* 34: 1153-1161.
- **Webster B, Bruce T, Pickett J, Hardie J (2010).** Volatiles functioning as host cues in a blend become noohost cues when presented alone to the black bean aphid. *Animal Behaviour.* 79: 451-457.
- **Wiwart M, Sadej W (2008).** The effect of leaf colour of selected field bean cultivares which differ in attracting black bean aphid (*Aphis fabae* Scop.). *Journal of plant protection research.* 48(2). 195-200.
- **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): 11924.