

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département d'Agronomie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection des Plantes cultivées

Sujet

Etude de l'effet biocide de trois extraits végétaux : la coriandre (*Coriandrum sativum*), le persil (*Petroselinum crispum*) et le céleri (*Apium graveolens*) vis-à-vis du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera : Aphididae)

Présenté par :

M^{elle} BITOUCHE Anissa

Devant le jury :

Présidente :	M ^{me} MEDJDOUB-BENSAAD F.	Professeur	U.M.M.T.O.
Promotrice :	M ^{me} BENOUFELLA-KITOUS K.	Maître de conférences B	U.M.M.T.O.
Examinatrice :	M ^{me} GOUCEM-KHELFANE K.	Maître de conférences B	U.M.M.T.O.
Examinatrice :	M ^{me} CHOUGAR S.	Maître Assistante A	U.M.M.T.O.

Année universitaire : 2014-2015

Remerciements

Je remercie d'abord le bon dieu qui m'a donné le courage et la patience pour réaliser ce travail.

Mes remerciements les plus vifs s'adressent à ma promotrice M^{me} BENOUFELLA-KITOUS K. Maître de conférence B à l'Université de Tizi-Ouzou, je voudrai la remercier pour le temps et la patience qu'elle m'a accordé, pour sa disponibilité, ses conseils précieux et ses encouragements qu'elle m'a prodigué tout au long de ce mémoire.

Mes remerciements vont également à tous les membres de jury, pour avoir accepté d'en faire partie et pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce mémoire.

Je remercie M^{me} MEDJDOUB-BENSAAD F. Professeur à l'U.M.M.T.O., de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance, qu'elle trouve ici l'expression de mon profond respect.

Mes reconnaissances et remerciements à

M^{me} GOUCEM-KHELFANE K. Maître de conférence B à l'U.M.M.T.O. qui a bien voulu examiner ce mémoire et pour ses conseils.

M^{me} CHOUGAR S. Maître Assistante A à l'U.M.M.T.O qui a accepté d'examiner ce travail, pour sa disponibilité et ses encouragements.

Mes remerciements s'adressent également à M^r MEZANI S., Doctorant à l'U.M.M.T.O. pour les analyses statistiques et ses conseils.

Que tous les enseignants ayant contribué à notre formation, trouvent ici l'expression de mes respectueuses reconnaissances.

Dédicace

Dieu merci

Je dédie ce travail à mes très chers et précieux parents, qui ont fait preuve de beaucoup d'encouragement, de soutien et de patience tout au long de mes études.

Anissa

Liste des figures

Figure 1 : Variétés de la fève (<i>V. faba</i> major L.) et la féverole (<i>V. faba</i> Minor) présentes en Algérie (MEZANI, 2011).....	06
Figure 2 : <i>Vicia faba</i> (ORIGINALE, 2015)	07
Figure 3 : Principales maladies fongiques de la fève (BITOUCHE, 2013)	11
Figure 4 : Insectes ravageurs de la fève (FRAVAL, 2007).....	13
Figure 5 : Puceron noir de la fève (ORIGINALE, 2015).....	14
Figure 6 : <i>A. fabae</i> (forme aptère) (KRISTER, 2008).....	16
Figure 7 : <i>A. fabae</i> (forme ailée) (TURPEAU-AIT IGHIL <i>et al.</i> , 2011)	16
Figure 8 : Cycle de vie du puceron noir de la fève (SIMON <i>et al.</i> , 2010).....	17
Figure 9 : Colonies d' <i>Aphis fabae</i> sur la plante de fève (ORIGINALE, 2015).....	21
Figure 10 : Prédateurs du puceron (KRISTER, 2008)	23
Figure 11 : Guêpe parasitoïde (KRISTER, 2008)	24
Figure 12 : Répartition géographique mondiale des Apiacées (HEYWOOD, 1996)	25
Figure 13 a : Structure de la plante de la coriandre, Feuilles (CHARTIER, 2009)	27
Figure 13 b : Structure de la plante de la coriandre, Fleurs (GOUST, 2006)	27
Figure 14 a : Structure de la plante du persil, Racines et feuilles (GOUST, 2006).....	28
Figure 14 b : Structure de la plante du persil, Fleurs (GOUST, 2006).....	28
Figure 15 a : Structure de la plante de cèleri, feuilles (GOUST, 2006).....	29
Figure 15 b : Structure de la plante de cèleri, fleurs (GOUST, 2006)	29
Figure 16 : Matériel biologique utilisé (ORIGINALE, 2015)	32
Figure 17 : Méthode d'infestation des plants (ORIGINALE, 2015)	33
Figure 18 : Méthode d'obtention de l'extrait végétale (ORIGINALE, 2015)	33
Figure 19 : Préparation de la dose (ORIGINALE, 2015)	34
Figure 20 : Mode d'application du traitement (ORIGINALE, 2015)	34
Figure 21 : Dénombrement des pucerons (ORIGINALE, 2015)	35
Figure 22 : Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses à l'extrait de coriandre par voie de contact.....	36
Figure 23 : Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses à l'extrait de coriandre par voie systémique	37
Figure 24 : Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses de céleri par voie de contact	38
Figure 25 : Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses à l'extrait de céleri par voie systémique	38
Figure 26 : Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses à l'extrait de persil par voie de contact.....	39
Figure 27 : Nombre d'individus morts et vivants traité aux 5 doses à l'extrait de persil par voie systémique	39
Figure 28 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de coriandre par voie de contact, en fonction du temps après traitement	41
Figure 29 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de coriandre par voie systémique, en fonction du temps après traitement.....	41
Figure 30 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de céleri par voie de contact, en fonction du temps après traitement.....	42

Figure 31 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de céleri par voie systémique, en fonction du temps après traitement.....	42
Figure 32 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de persil par voie de contact, en fonction du temps après traitement.....	43
Figure 33 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de persil par voie systémique, en fonction du temps après traitement.....	44
Figure 34 : Variation du taux de mortalité selon les extraits (coriandre, céleri et persil) appliqués par voie de contact	45
Figure 35 : Variation du taux de mortalité selon les extraits (coriandre, céleri et persil) appliqués par voie systémique.....	46

Liste des tableaux

Tableau 1 : La production (qx) des différentes cultures des légumineuses pendant la Campagne agricole 2012/2013 dans la région de Tizi-Ouzou (ANONYME, 2013)	09
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Sommaire

SOMMAIRE

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale	01
Chapitre I: Aperçu bibliographique sur la plante hôte: <i>Vicia faba</i>	
Introduction	04
1. Origine et répartition géographique	04
2. Position systématique	04
3. Les variétés de <i>V. faba</i>	04
3.1. L'Aguadulce.....	05
3.2. La Séville.....	05
3.3. La Muchaniel.....	05
3.4. La Sidi Moussa.....	05
3.5. La Féverole.....	05
4. Morphologie	06
4.1. Racines	06
4.2. Tiges	06
4.3. Feuilles	07
4.4. Fleurs	07
4.5. Fruits.....	07
4.6. Graines	07
5. Biologie et phénologie	07
5.1. Phase de germination	08
5.2. Phase de développement végétatif	08
5.3. Phase de reproduction	08
6. Intérêts de la culture	08
6.1. Intérêt agronomique	08
6.2. Intérêt alimentaire	08
7. Aspects économique.....	09

8. Contraintes de la culture.....	09
8.1. Contraintes abiotiques	09
8.2. Contraintes culturelles et socio économiques	10
8.3. Contraintes biotiques.....	10

Chapitre II : Aperçu bibliographique sur le puceron noir de la fève : *Aphis fabae*

Introduction	15
1. Position systématique	15
2. Description	15
2.1. Forme aptère.....	16
2.2. Forme ailée	16
3. Cycle biologique	16
4. Facteurs de développement et de régression des populations de pucerons.....	18
4.1. Facteurs abiotiques	18
4.2. Facteurs biotiques.....	19
5. Dégâts causés par <i>Aphis fabae</i> sur la fève.....	20
6. Moyens de lutte	21
6.1. Lutte préventive.....	21
6.2. Lutte curative.....	21

Chapitre III : Aperçu bibliographique sur les extraits végétaux

Introduction	25
1. Répartition géographique	25
2. Position systématique de la famille des Apiacées	26
3. Coriandre <i>Coriandrum sativum</i> L	26
3.1. Description	26
3.2. Composition	27
3.3. Utilisation	27
4. Persil <i>Petroselinum crispum</i>	28
4.1. Description	28
4.2. Composition	28
4.3. Utilisation	28

5. Cèleri <i>Apium graveolens</i>	29
5.1. Description	29
5.2. Composition	29
5.3. Utilisation	30

Chapitre IV : Matériel et méthodes

Introduction	31
1. Matériel d'étude	31
1.1. Matériel de laboratoire	31
1.2. Matériel biologique	31
2. Méthodes expérimentales	32
2.1. Dispositif expérimental	32
2.2. Méthode d'infestation des plants de fève	32
2.3. Méthode d'obtentions des extraits végétaux	33
2.4. Préparation des doses	34
2.5. Application du traitement	34
2.6. Dénombrement de la population d' <i>A. fabae</i>	35
3. Exploitation statistique des résultats	35
3.1. Analyse de la variance	35
3.2. Comparaison des groupes	35

Chapitre V : Résultats et discussion

Introduction	36
1. Résultats	36
1.1. Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d' <i>A. fabae</i>	36
1.2. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d' <i>A. fabae</i>	40
1.3. Effet de la nature de l'extrait sur les populations d' <i>A. fabae</i>	45
2. Discussion	47
Conclusion	52
Références bibliographiques	53

Introduction générale

Les légumineuses alimentaires sont les cultures vivrières les plus cultivées par l'homme. Caractérisées par leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, elles présentent un double intérêt. D'un point de vue agro-environnemental, elles ne nécessitent aucune fertilisation et contribuent naturellement à enrichir le sol en azote. D'un autre point de vue, elles constituent des sources importantes de protéines à la fois pour les hommes et les animaux d'élevage (DURANTI, 2006).

Parmi les légumineuses, la fève est la quatrième culture légumière pratiquée dans le monde après les petits pois, les pois chiches et les lentilles. La fève est cultivée dans environ 58 pays (YAHIA *et al.*, 2012).

En 2005, les pays méditerranéens ont produit 1 093 000 tonnes de fèves, soit le quart de la production mondiale. La Chine, avec 1 800 000 tonnes est considérée comme le premier producteur mondial. L'Algérie, avec 27 000 tonnes occupe le 17^{ème} rang au niveau mondial et le 6^{ème} rang au niveau continental (GIOVE et ABIS, 2007).

En Algérie, la fève reste la plus importante culture vivrière, couvrant une surface de 58000 hectares avec un rendement total de 254 000 tonnes (LAAMARI *et al.*, 2008). Elle occupe la première place en raison de sa valeur nutritionnelle élevée et de ses divers usages. 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). La fève constitue un aliment nutritif très important surtout pour les populations à faibles revenus, qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéine d'origine animale (DAOUI, 2007). Elle est même utilisée en tant qu'engrais vert pour les sols pauvres des régions arides d'Algérie (CHAFI et BENSOLTANE, 2009).

Le froid, la gelée, la chaleur et la salinité, sont autant de contraintes abiotiques auxquelles est soumise la culture de la fève. Cette dernière est également exposée aux effets néfastes des adventices, des maladies fongiques et virales, des nématodes et des insectes ravageurs, qui font que les rendements soient faibles et irréguliers (MAATOUGUI, 1996).

DEDRYVER (2010) affirme que parmi les insectes inféodés à la fève, les pucerons occupent une place très particulière. En effet, FOUARGE (1990) note que les particularités biologiques et éthologiques des aphides, notamment leur potentiel biotique prodigieux et leur extraordinaire adaptation à l'exploitation maximale du milieu par leur polymorphisme, en font les déprédateurs majeurs des cultures.

Par ailleurs, TAGU *et al.*, (2004) rapportent que les pucerons figurent parmi les ravageurs des cultures qui ont une alimentation phloémienne. Ils absorbent la sève élaborée des plantes détournant à leur profit une partie des éléments nutritifs nécessaires à la croissance de ces derniers. De plus, au cours de leur prise alimentaire, ils injectent une salive souvent toxique pour la plante et peuvent lui transmettre des virus à l'origine de graves maladies. Ils concourent donc à affaiblir les plantes de diverses manières du fait de leur fort pouvoir multiplicateur et de leur capacité de dispersion, ils sont responsables de pertes importantes de rendement chez de nombreuses plantes cultivées.

Lors d'une pullulation de pucerons, des méthodes curatives sont utilisées comme première alternative de lutte. En agriculture, il existe des produits homologués, mais leur non-sélectivité rend leur utilisation délicate, du fait de leurs effets néfastes et non intentionnels sur les autres insectes. De plus une utilisation intensive des pesticides s'accompagne de désordres écologiques et d'apparition de résistances aux aphicides qui sont de plus en plus fréquentes. Depuis quelques années, la lutte biologique se développe et de nombreuses initiatives se sont déployées afin de diminuer l'utilisation des produits chimiques (MERADSI, 2009). Parmi ces initiatives, la lutte biologique par l'utilisation de bio-pesticides à base de substances naturelles semble être très prometteuse. En effet, la valorisation des plantes aromatiques à effet insecticide prend de plus en plus de l'ampleur au niveau des programmes de recherches dans le monde entier et particulièrement en Afrique. Pour limiter les pertes, ces plantes sont exploitées sous plusieurs formes soit entières, soit sous formes de poudres végétales, d'huiles essentielles, d'huiles végétales ou d'extraits végétaux (GOUCEM-KHELFANE, 2014).

Très peu de travaux visant la lutte contre le puceron par les bio-pesticides ont été menés. SAIDJ et RAHMOUN (2010), BEKHTI et BELKACEM (2013), SIHALI et FODIL (2014) et BENOUFELLA-KITOUS (2015) ont démontré dans les conditions de laboratoire la toxicité de quelques bio-pesticides d'origine végétale contre ce ravageur.

Dans ce contexte, à travers notre étude nous essayerons d'évaluer l'effet biocide de trois extraits végétaux, prélevés à partir des feuilles de plantes aromatiques sur les populations d'*Aphis fabae*. Les extraits des Apiacées choisis, à savoir la coriandre, le persil et le cèleri, sont testés sur les individus de pucerons, par contact et par voie systémique, à différentes concentrations.

Le présent travail est structuré comme suit : le premier et le second chapitre rappelleront des données bibliographiques sur la plante hôte *Vicia faba* et l'insecte ravageur

Aphis fabae Scopoli, 1763. Le troisième chapitre présentera les différentes plantes utilisées lors de notre expérimentation. Le quatrième chapitre sera consacré à la méthodologie de travail. Le cinquième chapitre annoncera les différents résultats qui seront étayés par une discussion. Une conclusion assortie de perspectives clôturera le présent travail.

Chapitre I

Aperçu bibliographique sur la plante hôte : *Vicia faba*

Introduction

La famille des légumineuses est très diverse avec trois sous familles : les Mimosoideae, les Caesalpinioideae et les Papilionoideae (DOYLE et LUCKOW, 2003) et compte environ 20 000 espèces (GEPTS *et al.*, 2005).

La sous famille des Papilionoideae regroupe les espèces cultivées les plus importantes économiquement comme le soja, le haricot, le pois, l'arachide, le pois chiche et la fève (LAZREK BEN-FRIHA, 2008).

1. Origine et répartition géographique

Selon CUBERO (1974), la fève *Vicia faba* est une plante potagère cultivée depuis la plus haute antiquité par les Egyptiens, les Grecs et les Romains. Originaire de Perse, elle tenait dans certaines contrées le rôle du haricot, avant que ce dernier ne soit importé d'Amérique du Sud. Son introduction fut assez récente en Chine, où elle a pris une extension considérable.

Selon PERON (2006), à partir de son centre d'origine, la fève s'est propagée vers l'Europe, le long du Nil jusqu'en Ethiopie et de la Mésopotamie vers l'Inde. L'Afghanistan et l'Ethiopie deviennent par la suite les centres secondaires de dispersion.

2. Position systématique

D'après DAJOZ (2006), la fève a été classée comme suit :

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

3. Variétés de *Vicia faba*

Les variétés de fève présentes en Algérie sont :

3.1. La Séville

La Séville est une variété précoce présentant une tige de 0,7m de haut. Elle se distingue des autres variétés par la couleur de son feuillage d'un vert assez franc. Ses gousses présentent une largeur d'environ 3cm et une longueur de 25cm, renfermant 5 à 6 grains volumineux(LAUMONIER, 1979) (fig.1a).

3.2. L'Aguadulce

L'Aguadulce est une variété demi-précoce, très répandue en culture. Elle est caractérisée par une végétation haute de 1,10 à 1,20m. Ses gousses sont volumineuses, très longues pouvant atteindre 20 à 25cm, renfermant 7 à 9 graines (fig.1b). C'est une variété très productive (CHAUX et FOURY, 1994).

3.3.La Muchaniel

La Muchaniel est une variété très précoce, elle a des gousses de couleur vert clair de 20cm de longueur en moyenne, renfermant 5 à 6 grains (fig.1c). Elle est très productive (CHAUX et FOURY, 1994).

3.4. La Féverole

Selon THOMAS (2008), la féverole possède un système racinaire très repoussant et structurant, et de surcroît l'une des plus performantes en matière de fixation de l'azote. La féverole (*V. faba* var. *minor*) est l'une des espèces les plus utilisées dans les régions montagneuses, particulièrement en Kabylie, pour l'alimentation humaine et animale (fig.1d).

3.5. La Sidi Moussa

La Sidi Moussa est la variété de fève qui convient à tous les types de sol et peut résister aux maladies cryptogamiques (*Botrytis*), aux insectes (*Aphis fabae*), aux plantes parasites (*Orobanche* sp.) et aux nématodes. Cette variété a été sélectionnée à El-Harrach en 1965(ZAGHOUANE, 1991).



Figure 1-Variétés de la fève (*V. faba* major L.) et la féverole (*V. faba* Minor) présente en Algérie (MEZANI, 2011)

4. Morphologie

La fève est une plante, à appareil végétatif et reproducteur dont les parties sont :

4.1. Racines

Le système racinaire de *V. faba* est formé d'une racine principale pivotante et des racines secondaires. Ce système racinaire qui peut s'enfoncer jusqu'à 80 cm de profondeur, porte d'une manière plus abondante dans les 30 premiers centimètres des nodosités contenant des bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium leguminsarum*) (DUC *etal.*, 2010).

4.2. Tige

La tige est simple, dressée, creuse, de section quadrangulaire et de hauteur généralement comprise entre 0,80 à 1,20 m. Elle est pourvue d'un ou plusieurs rameaux à la base et présentant un type de croissance indéterminé (DUC *etal.*, 2010).

4.3. Feuilles

Les feuilles sont alternes, composées-pennées, constituées par 2 à 4 paires de folioles ovales, amples, de couleur vert glauque ou grisâtre. Les stipules sont bien visibles en forme dentées. Le rachis se termine par une arête étroite, droite en courbe, mais non enroulée, qui représente la foliole terminale (CHAUX et FOURY, 1994).

4.4. Fleurs

Selon DUC *etal.*(2010), les fleurs sont de type papilionacé, de 2 à 3 cm de long, de couleur blanche, marron ou violette et portent sur chaque aile une macule noir ou marron (Fig. 2).



Figure 2 - *Vicia faba* (ORIGINALE, 2015)

4.5. Fruits

Les fruits sont des gousses qui peuvent atteindre selon la variété les 20 cm de long et contenir un nombre variable de graines (4 à 9). A l'état jeune, les gousses sont de couleur verte puis noircissent à maturité (BRINK et MELESE-BELAY, 2006).

4.6. Graines

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

5. Biologie et phénologie

Selon LAUMONIER (1979), la fève est une plante annuelle et parfois bisannuelle accomplissant son cycle phénologique en 24 à 28 semaines. Ce dernier est représenté par trois phases distinctes :

5.1. Phase de germination

Selon PATRICK(2008), la germination est hypogée pour la fève car les cotylédons restent dans le sol et la radicule apparait en premier, suivie par la tigelle. La phase de germination dure de 6 à 12 jours.

5.2. Phase de développement végétatif

La fève est une plante à croissance indéterminée, cette phase dure de 40 à 60 jours durant lesquels il y'a apparition de la racine, des tiges et enfin des feuilles. La fertilité d'un nœud dépend de l'activité photosynthétique des feuilles, de la formation et du développement des nodosités (PATRICK, 2008).

5.3. Phase de reproduction

La phase reproductrice est caractérisée par l'apparition des nœuds au début et par la floraison qui s'étale sur une longue période cumulée. La pollinisation est intermédiaire entre autogamies et allogamies. Il existe un chevauchement de la phase de formation du nombre de grains avec celle du remplissage. Ainsi, des gousses à des stades très variables de bas en haut de la plante et des gousses au cours de remplissage peuvent se retrouver en même temps. La formation des feuilles cesse dès la maturité des fruits. Le taux de fécondité varie selon les conditions pédoclimatiques (PATRICK, 2008).

6. Intérêts de la culture

6.1.Intérêt agronomique

Comme toutes les légumineuses alimentaires, *V. faba* contribue à l'enrichissement du sol en éléments fertilisants dont l'incidence est positive sur les performances des cultures qui les suivent, notamment le blé (KHALDI *et al.*, 2002).

La fève améliore la teneur du sol en azote, avec un apport annuel de 20 à 40 Kg/ha. Elle améliore aussi sa structure par son système racinaire puissant et dense. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique (HAMADACHE, 2003).

6.2.Intérêt alimentaire

Pour les populations à faibles revenus, qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéines d'origine animale, la fève constitue un aliment très important (DAOUI, 2007).

Les graines de la fève (*V. faba* : variété major) sont incorporées dans la composition d'aliments du bétail lorsqu'elles sont disponibles en grandes quantités, quant aux graines de *V. faba* : variété minor, elles sont utilisées pour l'engraissement des animaux (MAATOUGUI, 1996).

7. Aspect économique

La superficie occupée par la fève est très importante, ce qui traduit une production plus importante par rapport à la production des autres légumineuses (ANONYME, 2013), le bilan de récolte (en quintaux) des légumineuses durant la campagne agricole 2011-2013 est donné dans le tableau suivant :

Tableau 1 - La production (qx) des différentes cultures des légumineuses pendant la Campagne agricole 2012/2013 dans la région de Tizi-Ouzou (ANONYME, 2013).

Espèces	Fèves	Pois chiches	Pois secs	Haricots secs	Lentilles	Total
Production (qx)	11644	725	191	325,5	34	12920

D'après le tableau ci-dessus, il apparaît que la production de la fève est plus importante (11644qx), celle des autres légumes secs.

8. Contraintes de la culture

La production de la fève en Algérie est marginalisée, les rendements sont très médiocres même si la superficie est importante. Cette situation est induite par la conjugaison de plusieurs contraintes, certaines peuvent affecter la totalité de l'aire de production. Ces contraintes sont:

8.1. Contraintes abiotiques

8.1.1. Froid hivernal et gelées printanières

Le froid hivernal et les gelées printanières sont les principales contraintes dans la zone des Hauts Plateaux et dans les plaines intérieures. Ils causent la coulure des fleurs et la mort des plantes (MAATOUGUI, 1996).

8.1.2. Sècheresse terminale

Selon ZAGHOUANE *etal.* (2000), le faible rendement de la culture de la fève en Algérie est dû à l'insuffisance des précipitations printanières et leur irrégularité. Et selon GREEN *etal.*, 1986, les rendements de la fève deviennent plus importants en milieux irrigués.

8.1.3. Chaleur

La chaleur est la plus néfaste dans les zones sahariennes, ainsi que dans les Hauts Plateaux et les plaines intérieures à cause du siroco, qui affecte la production des gousses et limite aussi la grosseur des graines (MAATOUGUI, 1996).

8.1.4. Salinité

La salinité concerne surtout les zones sahariennes, où la fève est arrosée avec des eaux chargées en Sodium. Le sel influe sur les plantes et sur les propriétés physiques et chimiques du sol, d'où la réduction de la productivité (MAATOUGUI, 1996).

8.2. Contraintes culturelles et socio économiques

8.2.1. Contraintes culturelles

D'après ZAGHOUANE(1991), les contraintes sur la conduite culturale des fèves en Algérie se caractérisent par :

- L'insuffisance de contrôle des mauvaises herbes.
- L'absence de mécanisation.
- Les semences cultivées sont souvent vectrices de plusieurs maladies.
- L'indisponibilité de semences certifiées.

8.2.2. Contraintes socio-économiques

Les contraintes socio-économiques constituent un handicap pour le développement intensif, car le niveau de technicité des agriculteurs est insuffisant. Le manque de main d'œuvre, ainsi que son coût très élevé freinent les agriculteurs (ZAGHOUANE,1991).

8.3. Contraintes biotiques

La fève est exposée à un très grand nombre de plantes parasites, de maladies fongiques, virales et de ravageurs.

8.3.1. Plante parasite

8.3.1.1. Orobanche

L'orobanche est une plante sans chlorophylle, à fleurs gamopétales qui vit en parasite sur les racines d'autres plantes, dont elle dépend entièrement (RAMADE, 2003). L'espèce la plus connue en Algérie est l'orobanche spécieuse (*Orobanche crenata* Forsk) (HAMADACHE, 2003).

8.3.2. Maladies fongiques

8.3.2.1. Rouille

Qui est causée par *Uromyces fabae*, cette maladie provoque de nombreuses petites pustules punctiformes, de couleur brun roux sur les deux faces de la feuille (Fig. 3a). D'apparition généralement tardive, elle entraîne le dessèchement prématuré du feuillage et provoque la baisse du rendement (AVERSENQ *et al.*, 2008).

8.3.2.2. Botrytis (tâches de chocolat)

Cette maladie est causée par le champignon *Botrytis fabae*, qui prospère en climat humide. Elle se manifeste par la présence de ponctuations de couleur brun chocolat (AVERSENQ *et al.*, 2008)(Fig. 3b).

8.3.2.3. Anthracnose

Selon PLANQUAERT et GIRARD (1987), cette maladie est causée par *Ascochyta fabae*. Elle provoque de petites tâches claires, qui évoluent en grosses tâches sur les feuilles (Fig. 3c). Cette maladie entraîne des dégâts dès la levée de la végétation, elle provoque l'éclatement des tiges et des gousses (Fig. 3d). Elle contamine la plante en période de floraison.

8.3.2.4. Mildiou

Les agents responsables de cette maladie sont *Peronospora fabae* et *Peronospora viciae*. Cette maladie provoque une décoloration jaunâtre à la face supérieure des feuilles, liée à la présence d'un feutrage blanc-gris à la face inférieure. Les attaques précoces de mildiou entraînent le nanisme des plantes, ainsi qu'une déformation des tiges et des pétioles (CHAUX et FOURY, 1994).



a- Rouille (*Uromyces fabae*)

b- Botrytis (*Botrytis fabae*)



c- Anthracnose (*Ascochyta fabae*) d- Gousses infectées par l'Anthracnose

Figure 3 - Principales maladies fongiques de la fève (BITOUCHE, 2013)

8.3.3. Maladies virales

La fève est attaquée par plusieurs virus qui peuvent affecter sérieusement son rendement et sa qualité, dont la plupart sont transmis par des insectes, notamment par les pucerons. Certains lui sont spécialement dommageables et peuvent être responsables de maladies importantes. Selon MAHMOUDI (1991), les virus les plus importants pouvant attaquer les fèves cultivées sont :

- **BYMV** (Broad Yellow Mosaic Virus): Le BYMV est un virus non-persistant, transmis par plusieurs espèces de pucerons. Sa transmission est possible par la semence.
- **BBMV** (Broad Bean Mottle Virus): Le BBMV est un virus transmis par certaines espèces de Coléoptères. La transmission de ce virus par la semence est possible, mais à un faible pourcentage.
- **BLRV** (Broad Leaf Roll Virus): Le BLRV est un virus transmis par les pucerons. Ce virus n'est pas transmis par la semence.

8.3.4. Ravageurs

8.3.4.1. Nématodes

Selon ABBAD-ANDALOUSSI (2001), *Ditylonchus dispaci* (Julius Gotthelf Kühn, 1857) est un nématode qui constitue un sérieux problème sur les tiges de fève en Algérie. Ce nématode limite le développement de la culture. Il provoque la décoloration des tiges, des nécroses localisées sur les entrenœuds, la déformation des feuilles ainsi que l'éclatement des gousses et le rabougrissement de la plante.

8.3.4.2. Insectes

La fève est soumise à plusieurs attaques par différents insectes qui limitent sa production, les plus importants sont :

- **Sitone du pois *Sitona lineatus* (Linnaeus, 1758)**

La sitone du pois (Coleoptera, Curculionidae) est un charançon brun grisâtre (Fig. 4a), dont les larves s'attaquent aux nodosités des racines et leurs adultes provoquent des encoches semi-circulaires au niveau des feuilles (AVERSENQ *et al.*, 2008).

- **Lixe poudreux des fèves *Lixus algerus***

Le lixe poudreux (Coleoptera, Curculionidae) est un charançon avec un corps cylindrique noirâtre et plus ou moins recouvert d'une poussière jaune qui fait penser à du pollen (Fig. 4b). Le lixe poudreux provoque l'affaiblissement de la plante, la réduction du poids moyen des graines, ainsi que le dessèchement précoce de ces dernières et la diminution du rendement (MAOUI *et al.*, 1990).

- **Bruche de la fève *Bruchusrufimanus* (Boheman, 1833)**

La bruche de la fève (Coleoptera, Chrysomelidae) est un insecte au corps trapu et aux couleurs ternes (Fig. 4c). Selon SADOU (1998), cet insecte effectue ses pontes sur les jeunes gousses de la plante *V. faba*, causant la perte du pouvoir germinatif.

- **Puceron vert du pois *Acyrtosiphon pisum* (Harris, 1776)**

Selon BOUHACHEM (2002), le puceron vert du pois (Homoptera, Aphididae) est un petit insecte de 2,5 à 4,4 mm de long, de couleur vert pomme ou rose pour certaines souches. Ce puceron peut compromettre toute la récolte, lorsque l'infestation survient avant la floraison. Il pompe la sève et cause des pertes de rendement non négligeables et peut même transmettre des virus, qui tuent complètement la plante (Fig. 4d).



a-Sitone du pois *Sitona lineatus* - Lixe poudreux des fèves *Lixus algerus*



c-Bruche de la fève *Bruchus rufimanus* - Puceron vert du pois *Acyrtosiphon pisum*

Figure 4 - Insectes ravageurs de la fève (FRAVAL, 2007)

- **Puceron noir de la fève *Aphis fabae* (Scopoli, 1763)**

Le puceron noir de la fève (Homoptera, Aphididae) est à la fois déprédateur et vecteur de virus. Il vit en colonies compactes à l'extrémité des plantes de fève (Fig. 5). Il provoque l'enroulement, le dessèchement et la chute des feuilles (HAMADACHE, 2003). Il cause également la diminution du nombre de grains par gousse et du poids des grains (MAOUI *etal.*, 1990). Ce puceron fera l'objet d'une étude bibliographique dans le chapitre suivant.



Figure 5 - Puceron noir de la fève *Aphis fabae*(ORIGINALE, 2015)

Chapitre II

Aperçu bibliographique sur le puceron noir de la fève

Aphis fabae (scop.)

Introduction

Aphis fabae est l'une des espèces les plus polyphages qui soient, elle peut évoluer sur plus de 200 espèces de plantes, parmi lesquelles la betterave, la fève, la féverole, le haricot, la pomme de terre, la carotte, l'artichaut, le tabac, ainsi que certaines cultures florales et ornementales (FRAVAL, 2006).

1. Position systématique

REMAUDIERE et REMAUDIERE (1997), ont classé *A. fabae* comme suit :

Règne :	Animal
Embranchement :	Arthropodes
Sous embranchement :	Mandibulates
Classe :	Insectes
Sous-classe :	Ptérygotes
Section :	Neoptères
Super ordre :	Hémiptéroïdes
Ordre :	Homoptères
Superfamille :	Aphidoidea
Famille :	Aphididae
Sous-famille :	Aphidinae
Genre :	<i>Aphis</i>
Espèces :	<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763

Nom commun : le puceron noir de la fève.

2. Description

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous, petits (2 à 4mm), avec le corps ovale et un peu aplati ou globuleux. Leurs pièces buccales sont de type piqueur suceur (TANYA, 2002). Les antennes de 3 à 6 articles, sont insérées directement sur le front ou sur des tubercules frontaux plus au moins proéminents. Elles portent des organes sensoriels particuliers appelés rhinaries, leur partie distale amincie est nommée fouet ou processus terminal (HULLE *etal.*, 1999). Les ailes sont à nervation réduite plus ou moins complète selon les familles, avec typiquement une nervure longitudinale marquée (LECLANT, 1996).

Selon HULLE *etal.* (1998), chez beaucoup de pucerons l'abdomen porte dorsalement, au niveau du cinquième segment, une paire de cornicules, tubes creux dressés, de forme et d'ornementation très variées, qui excrètent des hormones d'alarme et des phéromones sexuelles. L'abdomen se termine par un prolongement impair du dernier segment, appelé cauda (queue) et qui sert à l'épandage du miellat (GRASSE, 1951).

2.1. Forme aptère

La forme aptère d'*A.fabae* mesure entre 2 et 2,4 mm (BENOUFELLA-KITOUS, 2005). Elle est de couleur vert olive foncé à noir mat et recouverte d'une forte sécrétion cireuse blanche (HEIN *et al.*, 2005).

Les cornicules sont coniques nettement plus longues que la cauda. Cette dernière est digitiforme et trapue (LECLANT, 1999).

2.2. Forme ailée

Sous sa forme ailée, *A.fabae* est plus allongé que la forme aptère, il est de couleur sombre, avec des antennes courtes représentant environ les deux tiers de la longueur du corps (HULLE *et al.*, 1999).

L'abdomen de l'ailé est souvent orné de bandes transversales irrégulières et de sclérites marginaux de couleur sombre. Les cornicules sont noires. La cauda est noire et arrondie à son extrémité (BENOUFELLA-KITOUS, 2005).



Figure 6 - *A.fabae* (forme aptère)
(KRISTER, 2008)

Figure 7 - *A.fabae* (forme ailée)
(TURPEAU-AIT IGHIL, 2011)

3. Cycle biologique

Une des plus remarquables caractéristiques des pucerons est leur polymorphisme, lié à leur cycle de vie souvent très compliqué, où peuvent se succéder sur des plantes fort différentes des formes aptères et ailées, des individus sexués (mâles et femelles) et parthénogénétiques (femelles) (BALACHOWSKY et MESNIL, 1934). Les pucerons sont dotés d'une capacité de multiplication très élevée : 40 à 100 descendants par femelle, ce qui équivaut à 3 à 10 pucerons par jour pendant plusieurs semaines (KOS *et al.*, 2008).

Selon HULLE *et al.* (1999), le puceron noir de la fève est dioecique ou hétéroecique, il alterne entre deux types de plantes au cours de son cycle biologique. Selon les mêmes auteurs, ce cycle se déroule en deux temps : d'abord en automne et hiver sur des plantes hôtes primaires arbustes tels que le fusain d'Europe et le seringat, puis à partir d'avril-mai sur des

plantes hôtes secondaire très diverses : fève, haricot, pomme de terre, betterave..., sur lesquelles ils forment des colonies compactes de plusieurs milliers d'individus.

Dès le mois de mars, après l'éclosion des œufs d'hiver, plusieurs générations parthénogénétiques se développent sur l'hôte primaire, la proportion d'ailés augmente alors au sein des colonies.

Selon BENOIT (2006), les premiers ailés s'observent au cours du mois d'avril, et seront à l'origine de colonies en manchons parfois très denses sur les plantes hôtes secondaires sauvages et cultivées. Les ailés impliqués dans la reproduction sexuée apparaissent à l'automne et regagnent l'hôte primaire. La fécondation et la ponte interviennent au courant du mois d'octobre. La reproduction sexuée n'est pas toujours obligatoire chez ce puceron. Dans les régions à climat doux, des populations peuvent se maintenir tout l'hiver sous forme de femelles parthénogénétiques se multipliant uniquement par voie asexuée (parthénogénèse) (VANLERBERG-BE-MASUTTI, 1996 ; HULL *et al.*, 1999).

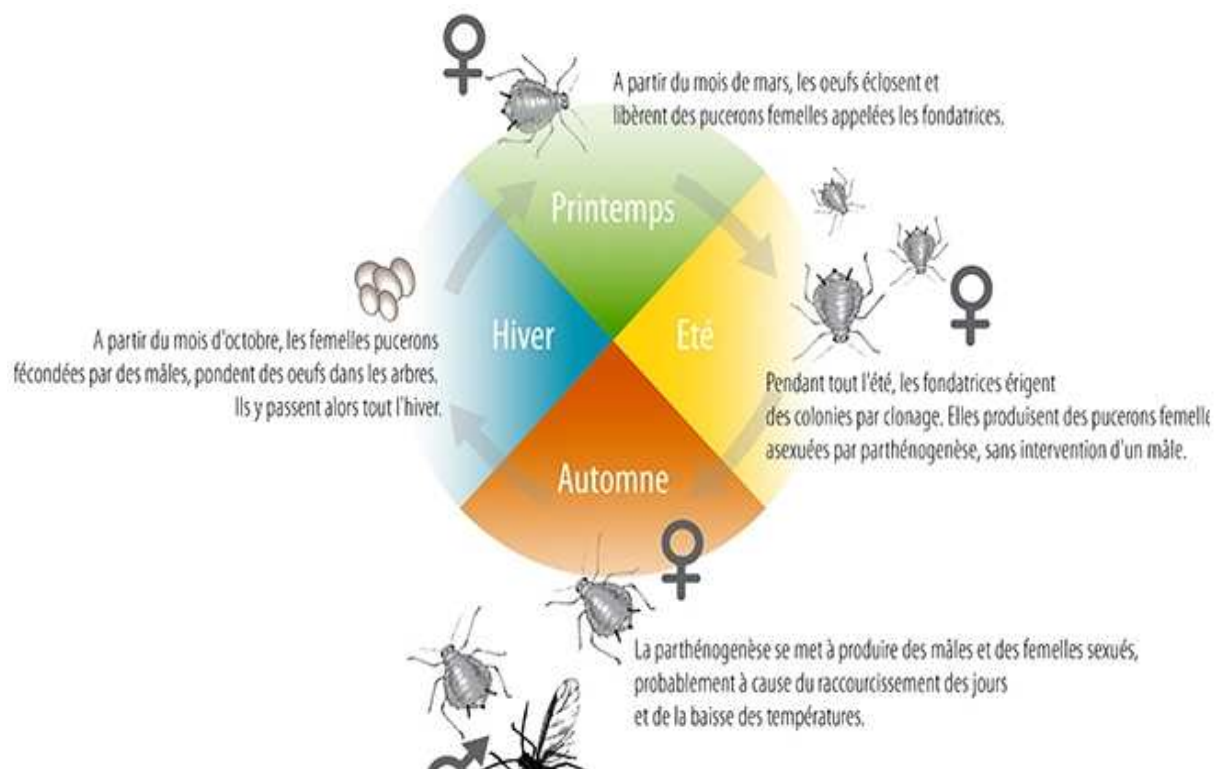


Figure 8 -Cycle de vie du puceron noir de la fève (SIMON *et al.*, 2010)

4. Facteurs de développement et de régression des populations de pucerons

4.1. Facteurs abiotiques

Les facteurs abiotiques sont représentés par les différentes conditions climatiques intervenant dans la dynamique des populations des aphides.

4.1.1. Températures

D'après LAMY (1997), les insectes étant des poikilothermes, la température est pour eux le facteur écologique le plus important.

La température est un facteur agissant directement sur le développement des aphides. Ces derniers sont en effet particulièrement adaptés aux régions à hiver froid, durant lesquels ils survivent sous forme d'œufs capable de résister à des températures de l'ordre de -10 °C à -15°C (ASHFAQ *et al.*, 2007).

La température minimale de développement de ces insectes est de 4°C en moyenne. En dessous de ce seuil, ils ne se multiplient plus. Entre 4°C et 22°C, ils se multiplient d'autant plus vite que la température s'élève. Au-delà de 22°C, qui est leur optimum thermique, leur développement ralentit à nouveau. La vitesse de développement des pucerons et leur fécondité dépendent de la température. Une femelle de puceron a besoin en moyenne de 120°C pour pondre (soit dix jours à 12°C par exemple ou bien six jours à 20°C) (HULL *et al.*, 1999).

La température peut influencer aussi sur le nombre des ailés produits et leur capacité à s'envoler et favorise leur mobilité. PIERRE (2007) note que les vols des pucerons sont très fréquents aux températures comprises entre 20°C et 30°C.

4.1.2. Précipitations

Selon OULD EL HADJ (2004), en milieu aride, les effets des températures sont toujours difficiles à isoler de ceux des précipitations, car ce sont deux facteurs limitant l'activité générale des insectes. DEDRYVER (1982) signale que les fortes précipitations peuvent empêcher le vol des pucerons, diminuent leur fécondité et augmentent leur mortalité.

4.1.3. Durée d'insolation

D'après ROBERT (1982), l'intensité lumineuse agit sur les possibilités d'envol des pucerons et favorise donc la contamination des cultures.

4.1.4. Vent

D'après LABRIE (2010), le vent est un élément qui influence l'envol et la dispersion des insectes, notamment les pucerons et leurs ennemis naturels. Par sa vitesse et sa direction, il détermine la distribution et l'aptitude de déplacement des pucerons, ils peuvent être transportés à de longues distances qui atteignent jusqu'à 150 à 300 km.

4.1.5. Humidité de l'air

Le vol des pucerons est rare lorsque l'humidité relative de l'air est supérieure à 75% combinée avec une température inférieure à 13°C, et il est favorisé à une humidité relative de l'air inférieure à 75% avec une température comprise entre 20 et 30°C (PIERRE, 2007).

4.2. Facteurs biotiques

Les facteurs biotiques sont constitués essentiellement par des facteurs liés au potentiel biotique des espèces aphidiennes, le rôle de la plante hôte et l'action des ennemis naturels.

4.2.1. Facteurs liés au potentiel biotique des espèces aphidiennes

4.2.1.1. Caractéristiques propres aux individus

La taille et le nombre d'individus qui composent une colonie de pucerons ne sont pas fixes. Le nombre varie d'une dizaine à plus d'une centaine d'individus (ROBERT, 1982). Selon le même auteur, le nombre de larves émises par un adulte est proportionnel au poids de celui-ci avant qu'il ne commence à déposer ses larves.

4.2.1.2. Facteurs intra spécifiques

D'après DEDRYVER (1982), les pucerons peuvent réguler eux-mêmes leurs populations par des mécanismes intraspécifiques de deux ordres :

- La formation d'ailés, sous l'action de l'effet de groupe et/ou une diminution de la qualité nutritionnelle de la sève. Le départ de ces ailés entraîne une régression naturelle des populations du fait d'une production globale plus réduite de nouvelles larves.
- La modulation du poids, donc de la fécondité des adultes, sous l'effet direct de comportements agrégatifs intraspécifiques et l'effet direct de modification de la composition de la nourriture par les prélèvements de sève.

4.2.2. Rôle de la plante hôte

Les pucerons sont strictement phytophages, ils se nourrissent de la sève des plantes (HARMELE *et al.*, 2008). Ils s'attaquent presque à la plupart des jeunes plantes qui sont les plus sensibles à la contamination par les ailés et les aptères, cette sensibilité diminue quand la plante acquiert une certaine maturité (CHRISTELLE, 2007).

4.2.3. Rôle des ennemis naturels

Les pucerons sont attaqués par un large éventail d'ennemis naturels (OULD EL HADJ, 2004). Il est à distinguer des prédateurs, des parasitoïdes et des champignons entomopathogènes.

5.2.3.1. Prédateurs

Les prédateurs sont des organismes vivants, libres à l'état adulte et larvaire, s'attaquant à d'autres êtres vivants pour les tuer et se nourrir de leurs substances. Ils dévorent successivement plusieurs proies au cours de leur vie (LYON, 1983). Ils appartiennent

à des groupes taxonomiques divers. Les plus connus sont les Coléoptères Coccinellidae, les Diptères Syrphidae et Cecidomyidae ainsi que les Névroptères Chrysopidae (FRAZER, 1988).

4.2.3.2. Parasitoïdes

Les parasitoïdes sont des insectes qui insèrent leurs œufs dans le corps de leur proie où la larve se développe à l'intérieur, ce qui entraîne sa mort. La nymphose a lieu dans la momie du puceron, puis l'adulte s'en échappe en y forant un trou (ROBERT, 1982).

4.2.3.3. Pathogènes

D'après LECLANT (1999), ce sont essentiellement des champignons phycomycètes appartenant au groupe des entomophthorales, qui sont susceptibles de déclencher des épizooties spectaculaires.

5. Dégâts causés par *Aphis fabae* sur la fève

Le puceron noir de la fève est un ravageur particulièrement préoccupant, il est présent là où la fève est cultivée et vit habituellement sur la face inférieure des feuilles, à l'extrémité des tiges et des nouvelles pousses (Fig. 9). La présence de milliers d'individus sur les plants de fève peut causer des dommages irréversibles (HARMEL *et al.*, 2008), ce sont :

- Les pucerons se nourrissent de la sève élaborée et provoquent des dégâts directs. En prélevant la sève, ils affaiblissent la plante, ce qui réduit l'alimentation de la plante en sève et cause l'apparition de carences (LECLANT, 1996).
- Ils provoquent un avortement des fleurs, une déformation des gousses déjà développées, un enroulement et une chute prématurée des feuilles, ainsi qu'un dessèchement des pousses (LECLANT, 1982)
- L'action irritative et toxique de la salive se traduit par des déformations de type varié sur les feuilles ou les tiges de la fève, cela va de la simple crispation du feuillage à la formation de chancre ou de galles (CHRISTELLE, 2007)
- Les pucerons peuvent transmettre et disséminer des virus pathogènes, le plus connu de ces derniers est le BLRV (Broad Leaf Roll Virus). Par cet aspect, ils se montrent beaucoup plus nuisibles que par leur prélèvement de sève (LECOQ, 1996).
- Le miellat excrété par les pucerons constitue un milieu très favorable au développement de la fumagine, ce qui réduit la capacité photosynthétique de la fève (HULLE *et al.*, 1998).



Figure 9 - Colonies d'*Aphis fabae* sur la plante de fève (ORIGINALE, 2015)

6. Moyens de lutte

A.fabae compte parmi les ravageurs les plus importants des cultures de la fève, ainsi une lutte efficace passant par la lutte préventive à la lutte curative contre ce ravageur reste un souci majeur.

6.1. Lutte préventive

La prévention demeure le meilleur moyen de lutter contre les ravageurs. Elle se base sur les différentes pratiques culturales et l'entretien de la culture tels que la détermination d'une date de semis et récolte adéquate, l'enfouissement pendant l'hiver des plantes ayant reçu des œufs d'hiver, la destruction par désherbage ou binage des plantes sauvages susceptibles d'héberger des espèces nuisibles aux plantes cultivées au début du printemps, la rotation des cultures avec une plante qui serait attrayante pour les pucerons et les associations culturales (LAMBERT, 2005).

Selon OULD EL HADJ (2004), 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. L'association des fèves avec les céréales réduit la contamination par *Aphis fabae*.

6.2. Lutte curative

6.2.1. Lutte chimique

L'utilisation des pesticides reste le moyen le plus largement utilisé et le plus efficace aujourd'hui. Les insecticides chimiques doivent être avant tout sélectifs afin de préserver la faune utile, aussi être dotés d'un effet de choc élevé et d'une bonne rémanence. En plus, ils doivent appartenir à des familles chimiques différentes, afin d'éviter ou de retarder le

phénomène de résistance. Le choix doit porter sur des produits systémiques qui touchent même les pucerons protégés par l'enroulement des feuilles (DEDRYVER *et al.*, 2010).

Les insecticides chimiques peuvent nuire à la santé et à l'environnement, c'est pour cela que la science agricole a orienté ses recherches vers une lutte plus écologique et durable : c'est la lutte par des insecticides naturels ou la lutte biologique (DOGIMONT *et al.*, 2010).

6.2.2. Lutte biotechnique

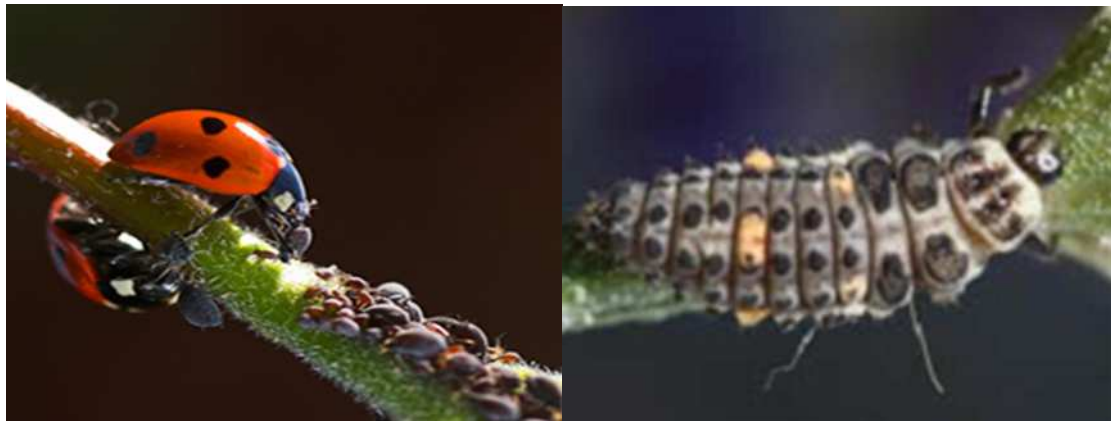
La lutte biotechnique est basée sur le comportement de certains insectes qui sont attirés par différents attractifs visuels (couleur) ou olfactifs (aliments, phéromones). Ces couleurs et ces substances peuvent être utilisées pour le piégeage de masse, le piégeage d'avertissement ou les traitements par tâches (DEDRYVER, 2010).

6.2.3. Lutte biologique

6.2.3.1. Par les insectes auxiliaires

Le puceron noir de la fève compte plusieurs ennemis naturels. Deux catégories sont à distinguer :

- Les prédateurs, qui sont selon GEORCRET et SCHEROMM (1995) :
 - Les coccinelles (Coleoptera, Coccinellidae) qui sont à la fois très polyphages et très voraces. Les femelles pondent jusqu'à 20 œufs par jour, près des colonies de pucerons. Les larves et les adultes sont de grands prédateurs (Fig. 10a, Fig. 10b). Les stades larvaires âgés peuvent consommer jusqu'à 100 pucerons par jour.
 - Les chrysopes (Neuroptera, Chrysopidae) ont des larves qui peuvent chacune manger jusqu'à 500 puceron par jour (Fig. 10c, Fig. 10d).
 - Les syrphes (Diptera, Syrphidae) qui se caractérisent par des couleurs bigarrées jaune et noir qui les font ressembler aux guêpes (Fig. 10e, Fig. 10f). L'adulte butineur est pollinisateur mais la larve dévore chaque jour 40 à 50 pucerons.



a-Coccinelle adulte

b-Larve de coccinelle



c-Chrysope adulte

d-Larve de Chrysope



e-Syrphe adulte

f-Larve de syrphe

Figure 10 - Prédateurs du puceron (KRISTER, 2008)

- Les parasitoïdes dont les larves se développent dans les pucerons et vivent au détriment de ces derniers, tels que les Hyménoptères Chrysididae (guêpe fousseuse) ou les Pompilidae (guêpes solitaires noires). Le parasitoïde le plus utilisé dans la lutte biologique est la guêpe parasitoïde *Aphidius* sp. (Fig. 11) dont les femelles pondent leurs œufs dans tous les stades de pucerons. La morphologie des pucerons parasités

change et ils sont alors appelés « momies ». un individu de ces auxiliaires parasite jusqu'à 250 pucerons (LECLANT, 1999).



Figure 11 - Guêpe parasitoïde (KRISTER, 2008)

6.2.3.2. Par les bio-insecticide

La lutte biologique peut être effectuée aussi avec des insecticides naturels, à base de pyréthrine, molécule issue de la plante de chrysanthème *Chrysanthemum cinerariifolium*, qui agit par contact en paralysant les pucerons. Le traitement se fait par pulvérisation de l'ensemble du feuillage et l'opération est répétée jusqu'à mort totale des pucerons (LAMBERT, 2005).

Un autre traitement écologique peut être utilisé, il consiste à pulvériser du savon noir dilué à 5%. En effet, le savon noir étant alcalin, agit comme un excellent répulsif sans pour autant endommager la plante. Il faut bien choisir du savon noir sans colorant, sans parfum et sans ingrédient synthétique ajouté (SALIN, 2011).

D'autres produits à base d'huile minérale sont utilisés contre les pucerons, ils ne contiennent aucune substance active, et agissent simplement en étouffant les insectes recouverts d'une pellicule huileuse. Ces produits sont utilisables en culture biologique, ainsi que des extraits de plantestels que la coriandre, le persil et le cèleri qui font le sujet de notre prochain chapitre.

Chapitre III

Aperçu bibliographique sur les extraits végétaux

Introduction

La famille des Apiacées, anciennement nommées «Ombellifères» est une famille très homogène, facile à reconnaître grâce à son inflorescence en forme d'ombelles composées. Cette famille compte principalement des espèces herbacées, huileuses ou aromatiques, quelques-unes sont toxiques (KALOUSTIAN, 2008).

La famille des Apiacées est généralement divisée en deux catégories, celle des plantes cultivées pour leur racines et celle cultivées pour leur feuillages (DEYSSON, 1979). Cette dernière catégorie regroupe les trois plantes, dont l'extrait aqueux est utilisé lors de notre étude.

1. Répartition géographique

La famille des Apiacées rassemble 446 genres pour environ 3500 espèces cosmopolites, mais elle est particulièrement représentée dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord et des montagnes tropicales (Fig. 12). Les genres se répartissent entre les continents, avec une prédominance pour le continent asiatique (DELMOND, 2011).

La famille des Apiacées occupe une place importante dans la flore algérienne où elle est représentée par 56 genres, 130 espèces (dont 24 endémiques) et 26 sous espèces (QUEZEL et SANTA, 1963).



Figure 12-Répartition géographique mondiale des Apiacées (HEYWOOD, 1996)

2. Position systématique de la famille des Apiacées

Selon la classification la plus récente, qui est la classification phylogénétique dite «APG» (Angiosperm Phylogeny Group), régulièrement actualisée (dernière version APG III, 2009), la famille des Apiacées est classée comme suit :

Règne :	Plantae
Sous règne :	Trachéobiota
Super division :	Spermatophyta
Division :	Magnoliopsida
Sub-classe :	Rosidae
Ordre :	Apiales
Famille :	Apiaceae

Parmi les espèces d'Apiacées les plus communément cultivées dans les jardins et les fermes maraîchères, celles utilisées dans le présent travail, à savoir la coriandre *Coriandrum sativum*, le persil *Petroselinum crispum* et le celeri *Apium graveolens*.

3. Coriandre *Coriandrum sativum* L.

3.1. Description

Selon DUPONT (2007), la coriandre est une plante annuelle élancée, ramifiée, mesurant généralement en floraison de 30 à 60 cm, mais pouvant atteindre 80 cm. La racine est pivotante et fuselée. La tige est ronde, grêle, finement striée et ramifiée dans la partie supérieure. Les feuilles sont d'un vert clair, glabre (notamment les faces inférieures des feuilles) et luisant (Fig. 13a). Les feuilles basales sont pétiolées, pennatiséquées, incisées et dentées et les feuilles supérieures sont sessiles, finement découpées en lanières et pourvues d'une longue et large gaine.

Selon le même auteur, l'inflorescence typique des Apiacées blanche ou rose-mauve très pâle est formée d'ombelles plates, constituées de 3 ou 5 rayons, avec un involucre réduit voire absent et des involucelles à 3 bractées (Fig. 13b).

Le fruit est un diakène dont les deux méricarpes ne se détachent pas à maturité, donnant ainsi une forme globuleuse au fruit (TEUSCHER *et al.*, 2005).



a- Feuilles (CHARTIER, 2009)

b- Fleurs(GOUST, 2006)

Figure 13–Morphologie de la plante de la coriandre

3.2. Composition

Comme beaucoup de végétaux verts et frais, la feuille de coriandre contient des pigments caroténoïdes (provitamine A), des flavonoïdes anti-oxydants, des vitamines hydrosolubles et des acides-phénols anti-oxydants (LORENZ, 2001).

Selon PRIOR *et al.* (2007), les racines exhalent une odeur encore plus forte que les feuilles. Les tiges contiennent une huile essentielle différente des feuilles et des fruits, dominée par le phytol (environ 60%).

Les fruits (ou graines), par leur contenu en huile essentielle sont la partie véritablement médicinale. L'huile essentielle des fruits de la coriandre contient de 60 à 70 % de linalol, ainsi que des pourcentages variables d'alpha-pinène, de gamma-terpinène, de limonène et parfois du camphre. Les fruits contiennent également des substances de réserve : 20 % de lipides et 15 % de protéides (NAZARI, 2011).

3.3. Utilisation

L'huile essentielle du fruit de la coriandre est une huile bien utile pour soulager certains troubles digestifs mineurs. Elle est également utilisée en cas d'infection digestive : gastrite infectieuse, diarrhée, intoxication alimentaire du genre *Turista* (GREGER, 1987).

Selon PRIOR *et al.* (2007), l'huile essentielle des fruits est aussi utilisée pour les douleurs articulaires ou musculaires, elle est également utilisée dans des préparations dermatologiques, crèmes ou lotions pour soigner la peau. Par sa faible toxicité et son pouvoir antibactérien, l'huile essentielle de coriandre est utilisée dans l'industrie alimentaire pour aider à la conservation des aliments.

L'huile essentielle de fruits mûrs de la coriandre est antifongique, antivirale et possède des propriétés antibiotiques contre les colibacilles, salmonelles, staphylocoques et streptocoques y compris ceux résistants à certains antibiotiques (GREGER, 1987).

Le fruit sec ou graine de coriandre est une épice très utilisée dans la cuisine orientale, notamment dans la poudre de curry qui en contient 30 à 40 % (MIGHRI, 2010).

Les feuilles fraîches sont consommées dans le monde entier, elles aromatisent les crudités et peuvent être ajoutées aux plats chauds en fin de cuisson (LOUAAR *et al.*, 2008).

4. Persil *Petroselinum crispum*

4.1. Description

Le persil est une plante ombellifère bisannuelle de 25 à 80 cm de haut, à racines coniques assez fortes ramifiées et blanchâtres, avec une tige cylindrique striée rameuse au sommet (Fig. 14a). Les feuilles de couleur vert soutenu sont divisées en segments amples ou enroulés, selon la variété (persil arabe, persil chinois). L'inflorescence du persil est typique des Apiacées, ce sont de petites fleurs jaunâtres, visibles en septembre et les fruits sont petits et globuleux (Fig. 14b) (BRUNETON, 2009).



a- Racines et feuilles

b- Fleurs

Figure 14-Structure de la plante de persil (GOUST, 2006)

4.2. Composition

Le persil est riche en huiles essentielles, contenant majoritairement de l'apiol (également appelé camphre de persil, présent dans les graines), accompagné de myristicine et un glucoside flavonique, l'apiine ou apioside ainsi que des phtalides, des coumarines, du Fer, aussi de la vitamine K. Les feuilles de persil sont très riches en vitamines A et C, elles renferment une grande quantité de lutéine et de bêta-carotène, ainsi que de puissants antioxydants. Le persil est le troisième aliment le plus riche en caroténoïdes, après le cresson et la carotte (MAGGI *et al.*, 2009).

4.3. Utilisation

Le persil, est reconnu pour ses effets antioxydants, antimutagènes et anticancéreux. Son utilisation est très vaste et standardisée. Sur le plan médicinal, il est utilisé sous forme de poudre, d'extraits et d'huiles essentielles (BRUNETON, 2009).

KATZER et FANSA(2007) recommandent l'utilisation des feuilles de persil pour atténuer la mauvaise haleine, tonifier et redonner de l'éclat aux cheveux. Selon les mêmes auteurs, une infusion de persil et de romarin favorise l'éclaircissement et la purification du teint, après application sur le visage.

5. Celeri *Apium graveolens*

5.1. Description

Le celeri est une plante herbacée bisannuelle, mesurant de 30 à 80 cm, glabre, luisante, aromatique, à souche courte munie de fibres un peu charnues. La tige est creuse, sillonnée-anguleuse et très rameuse. Les feuilles inférieures sont pennatiséquées, à segments ovales en coin, incisés-lobés. Les feuilles supérieures sont à 3 segments plus petits et plus étroits (Fig. 15a). Les fleurs apparaissent de juillet à septembre, elles sont blanchâtres, en ombelles courtement pédonculées et possèdent 6 à 12 rayons inégaux (DUPONT et GUINARD, 2012) (Fig. 15b).



a- Feuilles

b- Fleurs

Figure 15-Structure de la plante de celeri (GOUST, 2006)

5.2. Composition

Autant au niveau des feuilles que des graines, le celeri contient certains types de polyacétylènes en quantités importantes. La concentration de ces composés dans le celeri est toutefois mineure comparativement à celle du persil. Il contient des fibres, de manière très abondante et essentiellement constituées de celluloses et d'hémicelluloses, ce qui confère à ses branches leur texture ferme et croquante. Le celeri contient en grande quantité du bêta-carotène et de la lutéine, des vitamines B, C et E (MAGGI *et al.*, 2009).

Le celeri est composé à 95 % d'eau riche en de nombreux minéraux et oligo-éléments, dont le Potassium et le Sodium, mais aussi en Phosphore, Magnésium, Fer, Zinc, Manganèse et Sélénium (SCHULZOVA *et al.*, 2012).

5.3.Utilisation

Le celeri est utilisé en cuisine à la fois comme condiment et comme légume, il est très peu calorique (entre 10 et 20 kilocalories pour 100 grammes). Ses feuilles tendres, finement ciselées, peuvent servir à relever diverses préparations, notamment soupes et sauces et leur goût plus fort que celui du persil rappelle la livèche. Les tiges du celeri-branche se consomment cuites ou crues. La racine du celeri à saveur un peu piquante, se consomme aussi crue ou cuite (ANONYME, 2010).

Les propriétés alimentaires du celeri sont bien connues, mais il existe aussi des vertus médicinales. Des études ont démontré que certains polyacétylènes contenus dans le celeri auraient des effets anti-inflammatoires et antibactériens, en plus d'empêcher la multiplication des cellules cancéreuses in vitro. Les feuilles et les racines sont dépuratives, diurétiques, carminatives, stomachiques, toniques et fortement stimulantes (BRUNETON, 2009).

Le celeri est riche en nitrates qui se transforment en nitrites grâce à des bactéries de la bouche. D'après une étude en 2010, ces nitrites sont impliqués dans la vasodilatation et la fluidification du sang, ce qui améliore l'afflux de sang dans certaines zones du cerveau qui, avec le temps sont moins perfusées. Une dose quotidienne de celeri peut potentiellement prévenir la démence et la baisse cognitive, en améliorant cet afflux sanguin cérébral (SCHULZOVA *et al.*, 2012).

Chapitre IV

Matériel et Méthodes

Introduction

Le but de cette étude est de mettre en évidence l'effet biocide de trois extraits végétaux à savoir celui du persil, du cèleri et de la coriandre à l'égard du puceron noir de la fève *A. fabae*. Pour y parvenir un travail expérimental a été mené au niveau du laboratoire d'Entomologie de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi-ouzou.

1. Matériel d'étude

1.1. Matériel de laboratoire

Pour les besoins de notre expérimentation, le matériel utilisé au laboratoire est constitué de :

- 93 pots de 10 cm de diamètre et de 12 cm de hauteur pour le semis des graines, remplie à 1/4 avec du gravier et 3/4 avec de la tourbe.
- Un tissu perforé (moustiquaire) à 0,5 mm de diamètre pour couvrir la plante et empêcher les pucerons de se déplacer.
- Des tuteurs pour maintenir le plant de fève et le couvrir.
- Des élastiques pour attacher le couvert aux pots.
- Des étiquettes collées sur les pots qui portent le mode d'application du traitement (contact ou systémique), le nom de l'extrait de la plante utilisée et la dose de traitement.
- Des pinceaux pour déposer les pucerons sur les plants de fève.
- Une loupe binoculaire pour l'identification des pucerons.
- Une loupe manuelle pour le dénombrement des pucerons.
- Un papier blanc au pied du plant de fève pour faciliter le comptage des individus morts.

Pour la préparation du traitement nous avons utilisé :

- De l'eau distillée.
- Une fiole jaugée de 10 ml.
- Des pulvérisateurs.
- Des pipettes de 1 et 5 ml.

1.2. Matériel biologique

- Puceron noir de la fève *A. fabae* (Fig. 16a). Les individus de pucerons utilisés ont été prélevés sur des plants de fève dans une parcelle au niveau de la commune de Makouda située à une altitude de 300m, à environ 19Km de la Wilaya de Tizi-Ouzou.
- Extraits végétaux obtenus à partir des feuilles de coriandre *Coriandrum sativum* L. (Fig. 16b), de cèleri *Apium graveolens*

L.(Fig. 16c)et de persil *Petroselinum crispum*(Fig. 16d). Ces plantes sont récoltées dans un jardin privé situé dans la région de Makouda.

- Plante hôte, la fève *Vicia faba*. Il s'agit de jeunes plants de fève de la variété séville, de 20 cm de hauteur, issus de semis dans des pots au laboratoire.



a- Puceron

b- Coriandre

c- Cèleri

d- Persil

Figure 16-Matériel biologique utilisé (ORIGINALE, 2015)

2. Méthodes expérimentales

Le travail expérimental a commencé le 09/04/2015 par le semis des graines de fève, dans des pots au niveau du laboratoire.

2.1. Dispositif expérimental

En plus des 3 pots témoins (non traités), le dispositif est formé de 90 pots divisés en deux parties, 45 pots ont subi une application du traitement par voie systémique et 45 pots par voie de contact. Chacune des parties est traitée par les trois extraits (persil, coriandre et cèleri) à raison de 15 pots pour chaque extrait. Ces derniers sont divisés en blocs aléatoires, dont chacun correspond à une dose, avec 3 répétitions pour chaque dose. A savoir des doses de 10%, 20 %, 30 %, 40 % et 50%.

2.2. Méthode d'infestation des plants de fève

L'infestation a été effectuée le 23/04/2015 dans le laboratoire, par des individus d'*A. fabae* pris à partir des plants de fève déjà infestés. A l'aide d'un pinceau, les pucerons sont déposés avec soin sur les jeunes plants de fève, à raison de 40 pucerons par pied (Fig. 17a). Chaque pot est recouvert avec du tissu moustiquaire afin d'éviter le déplacement des individus (Fig. 17b).



a- Infestation des plants

b- Couverture des pots

Figure 17-Méthode d'infestation des plants (ORIGINALE, 2015)

2.3. Méthode d'obtentions des extraits végétaux

Chaque extrait végétal utilisé est obtenu par pression des feuilles des trois plantes. Ces dernières sont lavées, séchées, écrasées et broyées, nous avons récupéré dans un tissu perméable la pâte obtenue, qui fut pressée par la suite pour obtenir les extraits bruts que nous avons filtré dans une passoire. Les filtrats obtenus sont versés dans des flacons étiquetés (Fig. 18).



a- Feuilles

b- Broyage des feuilles



e- Mise en flacon

d- Pressage des feuilles

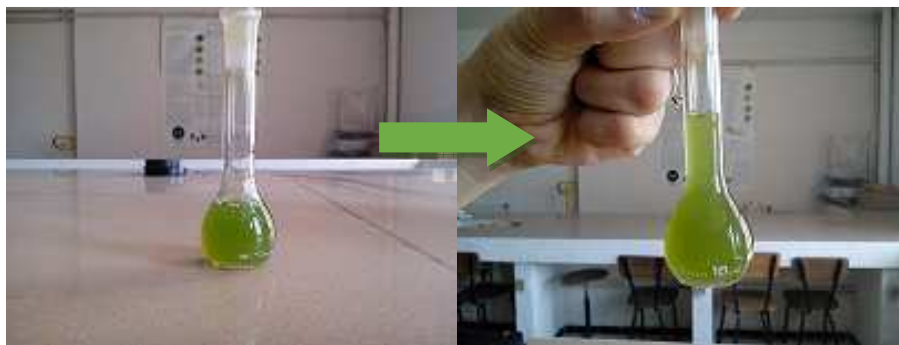
c- Feuilles broyées

Figure 18-Méthode d'obtention des extraits végétaux (ORIGINALE, 2015)

2.4. Préparation des doses

5 doses dont la concentration varie en fonction de la dilution de la solution mère dans l'eau distillée sont employées (Fig. 19a, Fig. 19b). Ainsi,

- La dose $D_1 = 10\%$ correspond à 1 ml d'extrait de plante et 9 ml d'eau distillée.
- La dose $D_2 = 20\%$ correspond à 2 ml d'extrait de plante et 8 ml d'eau distillée.
- La dose $D_3 = 30\%$ correspond à 3 ml d'extrait de plante et 7 ml d'eau distillée.
- La dose $D_4 = 40\%$ correspond à 4 ml d'extrait de plante et 6 ml d'eau distillée.
- La dose $D_5 = 50\%$ correspond à 5 ml d'extrait de plante et 5 ml d'eau distillée.



a- Dose de l'extrait

b- Dose de l'extrait dilué dans l'eau distillée

Figure 19-Préparation des doses (ORIGINALE, 2015)

2.5. Application du traitement

Le traitement a été appliqué le 25/04/2015, soit deux jours après l'infestation des plantes par les individus de puceron. Le traitement est appliqué par pulvérisation sur les colonies d'*A. fabae* (Fig. 20a) ou par arrosage des plants de fève (Fig. 20b).



a- par contact

b- par voie systémique

Figure 20-Mode d'application du traitement (ORIGINALE, 2015)

2.6. Dénombrement de la population d'*A.fabae*

Le dénombrement s'est effectué après traitement à l'aide d'une loupe manuelle (Fig. 21). Plusieurs observations à un intervalle de trois jours entre elles sont effectuées. Ces observations ont permis de comptabiliser les individus morts et vivants.



Figure 21-Dénombrement des pucerons (ORIGINALE, 2015)

3. Exploitation statistique des résultats

3.1. Analyse de la variance

L'analyse de la variance consiste à étudier la comparaison des moyennes des populations à partir de la variabilité des échantillons (MOTHES et DAGNIELIE (1968 *in* ABDERAHIM, 2004). Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance à l'aide du logiciel STAT BOX, version 6.3 pour déterminer l'action biocide des différents extraits aqueux utilisés sur le puceron noir de la fève.

Si la probabilité (P) est :

$P > 0,05$, il n'y a pas de différence significative.

$0,01 < P \leq 0,05$, il y a une différence significative.

$0,001 \leq P \leq 0,01$, il y a une différence hautement significative.

$P \leq 0,001$, il y a une différence très hautement significative.

3.2. Comparaison des groupes

Lorsque l'analyse de la variance montre des différences significatives, elle est complétée par le test de NEWMAN-KEULS au seuil 5% afin de déterminer l'efficacité des extraits végétaux utilisés, en comparant les groupes homogènes des différentes doses dans le temps.

Chapitre V

Résultats et discussion

Introduction

Lors de notre travail nous avons cherché à vérifier l'effet biocide de trois extraits végétaux à partir de feuilles de plantes différentes à savoir le persil, la coriandre et le cèleri. Cette étude est réalisée à travers l'évaluation de la mortalité des individus de pucerons exposés aux différentes doses, par deux modes d'application. Leur efficacité est testée selon plusieurs paramètres, à savoir la concentration, le temps, la nature de l'extrait et le mode d'application.

1. Résultats

1.1. Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*A. fabae*

1.1.1 Extrait de coriandre

Les résultats obtenus après traitement de la population d'*A.fabae* avec l'extrait de coriandre par voie de contact et par voie systémiquesont illustrés respectivement dans les figures 22 et 23.

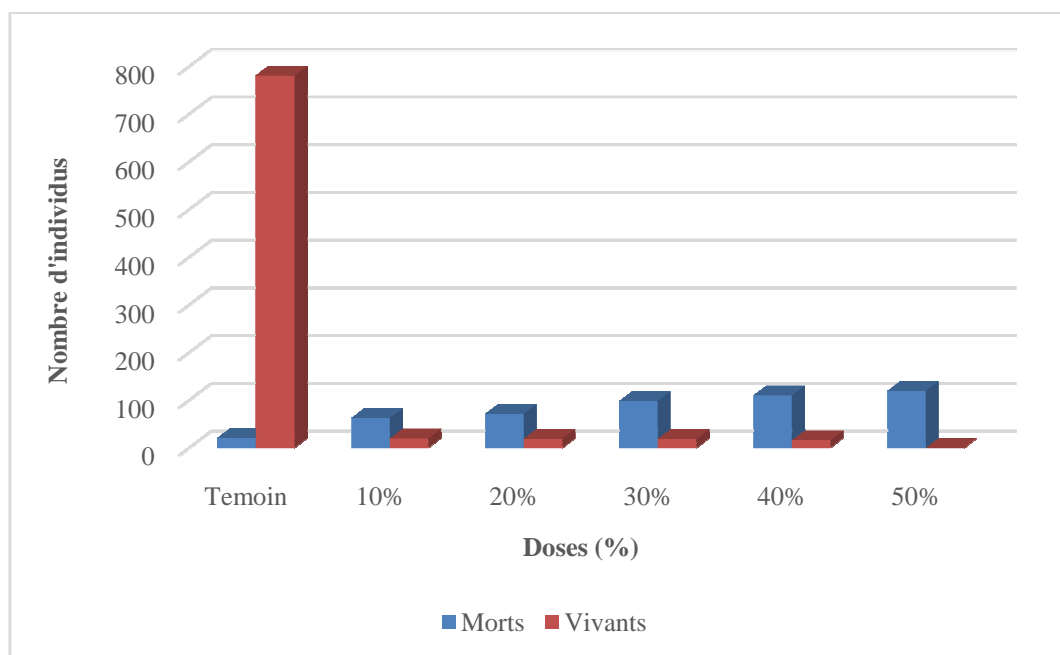


Figure 22- Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses à l'extrait de coriandre par voie de contact

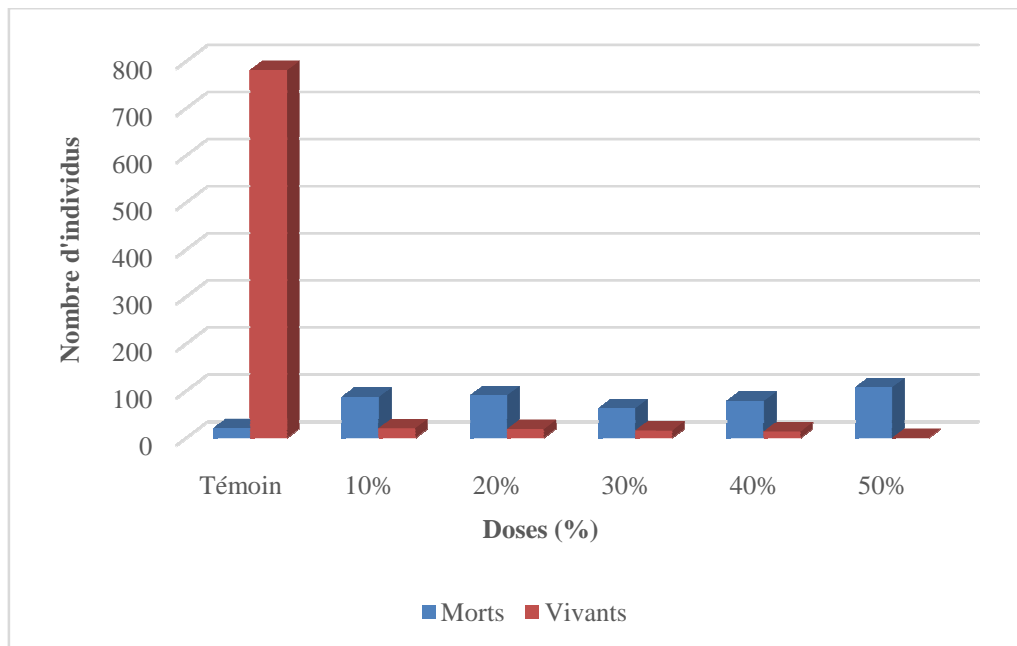


Figure 23 - Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses à l'extrait de coriandre par voie systémique

Le taux de mortalité des individus du puceron noir est nettement plus élevé chez les populations traitées, que celle du témoin (non traitée) où nous avons noté un taux de mortalité de 2,62 %. Chez les populations traitées à l'extrait de coriandre par pulvérisation, ce taux augmente proportionnellement avec la dose, jusqu'à atteindre à la plus forte dose à savoir 50% une mortalité de 100 % (Fig.22). Les populations traitées avec l'extrait de coriandre par voie systémique, ne réagissent pas de la même manière par rapport à l'augmentation des doses. En effet, nous remarquons que la dose de 10 % conduit à un taux de mortalité de 81,1%, alors que la dose de 30 % ne provoque que 79,8 % de mortalité. Toutefois, la dose de 50 % reste la plus efficace avec un taux de mortalité de 100 % (Fig. 23).

1.1.2. Extrait de celeri

Les résultats obtenus après traitement de la population d'*A.fabae* avec l'extrait de celeri par voie de contact et par voie systémiques sont illustrés dans les figures 24 et 25.

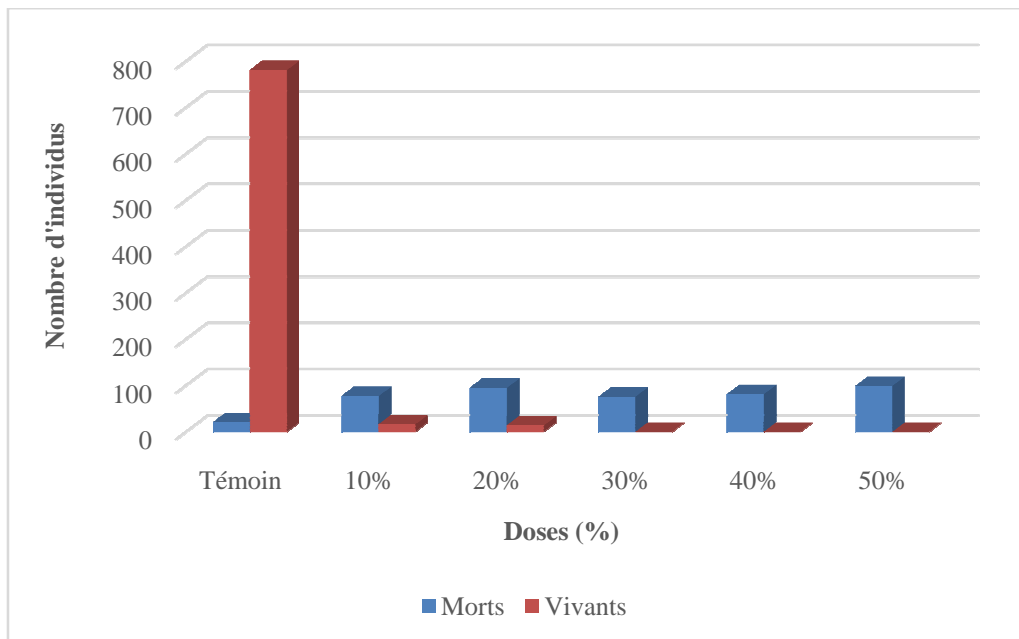


Figure 24 - Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses de celeri par voie de contact

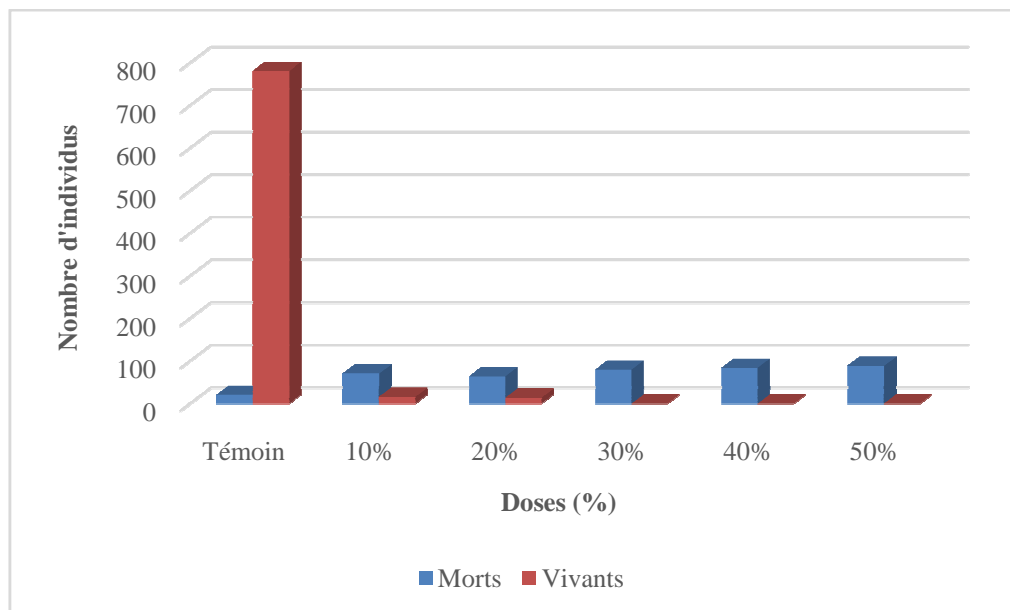


Figure 25 - Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses à l'extrait de cèleri par voie systémique

L'extrait de cèleri s'est révélé très toxique à l'égard d'*A. fabae* aussi bien par voie de contact (Fig. 24) que par voie systémique (Fig. 25). En effet, cet extrait a conduit à des taux de mortalité considérables dès les plus faibles doses (83 % à la dose de 10 % et 87,2 % à la dose de 20 % par voie de contact. 81,6 % à la dose de 10 % et 82 % à la dose de 20 % par voie systémique) et à une mortalité totale à partir de la dose de 30 %.

1.1.3. Extrait de persil

Les résultats obtenus après traitement de la population d'*A.fabae* avec l'extrait de coriandre par voie de contact et par voie systémiquesont illustrés dans les figures 26 et 27.

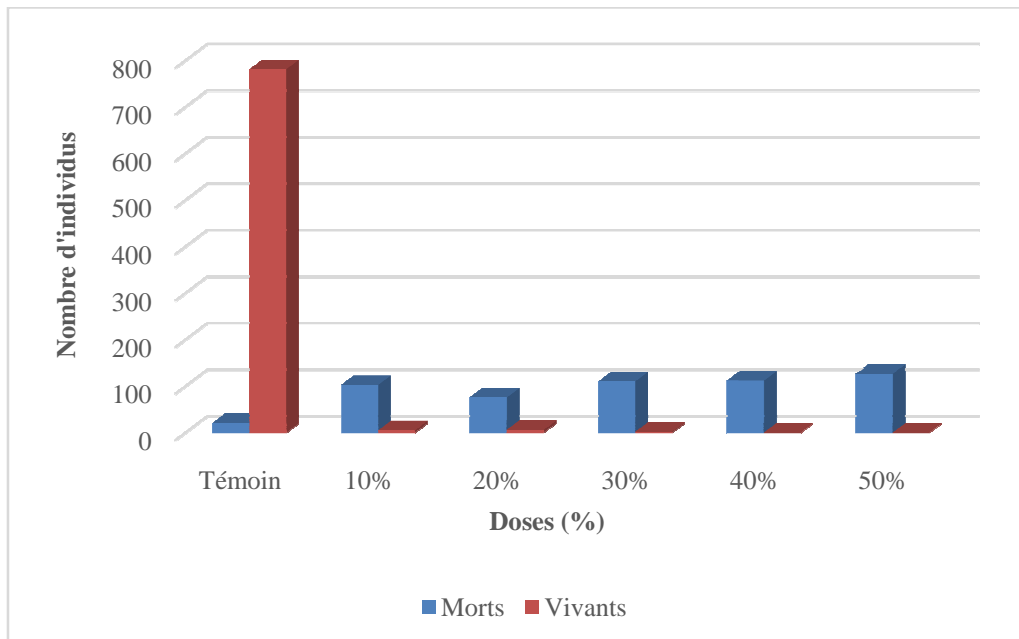


Figure 26 - Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses à l'extrait de persil par voie de contact

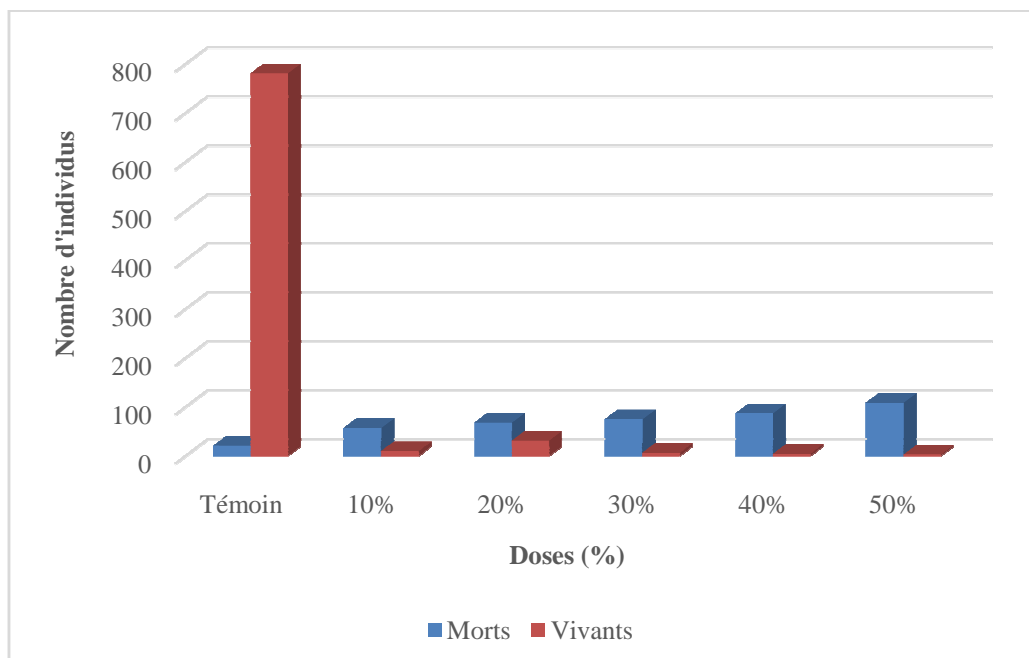


Figure 27 - Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses à l'extrait de persil par voie systémique

Les résultats montrent que les taux de mortalité chez la population aphidienne traitée par le biocide à base de persil est bien plus élevé que chez la population non traitée. Par voie de contact, les taux de mortalité augmentent avec l'augmentation des doses. La dose de 50 % représente la dose la plus toxique avec un taux de mortalité de 100 % (Fig. 26). Cette dose représente également la dose la plus toxique pour le traitement par voie systémique avec un taux de mortalité de 97,3%. Cependant, la dose de 10 % conduit à un taux de mortalité plus élevé que la dose de 20 % avec respectivement 85,2 % et 68,4 % (Fig. 27).

L'analyse de la variance révèle que les différences des taux de mortalité des pucerons traités par les trois extraits (F1) appliqués par contact en fonction de la dose (F2) sont très hautement significatives avec une probabilité de $P=0$, pour les deux facteurs (extrait, dose), ainsi que leurs interactions (F1, F2) qui est très hautement significative ($P=0$, $P<0,001$) (Ann. II, Tab. 1).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, classe les doses appliquées par contact dans trois classes différentes A, B et C. La dose de 50% s'est révélée la plus efficace avec une moyenne de 89,978, elle est classée de ce fait dans la catégorie A (Ann. II, Tab. 3).

De plus le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, classe l'interaction des facteurs (extrait, dose) dans six groupes homogènes (A, B, C, D, E et F) (Ann. II, Tab. 4).

A l'application des extraits par voie systémique, l'analyse de la variance montre que la variabilité des taux de mortalité en fonction des doses n'est pas significative avec une probabilité de $P=0,5$ ($P>0,05$) pour le facteur dose, et ainsi que l'interaction extrait, dose (F1, F2) qui n'est pas significative (Ann. II, Tab. 2).

1.2. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*A.fabae*

1.2.1. Extrait de coriandre

L'efficacité de l'extrait de coriandre appliqué par voie de contact et par voie systémique au fil du temps sur la population de pucerons est représentée dans les figures 28 et 29.

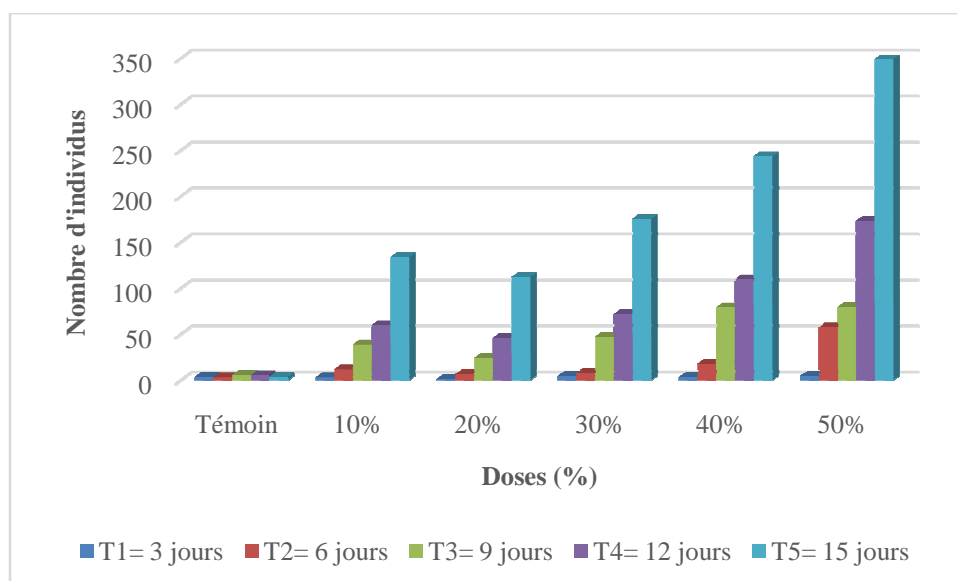


Figure 28 - Mortalité des individus d’*A. fabae* traités à l’extrait de coriandre par voie de contact, en fonction du temps après traitement

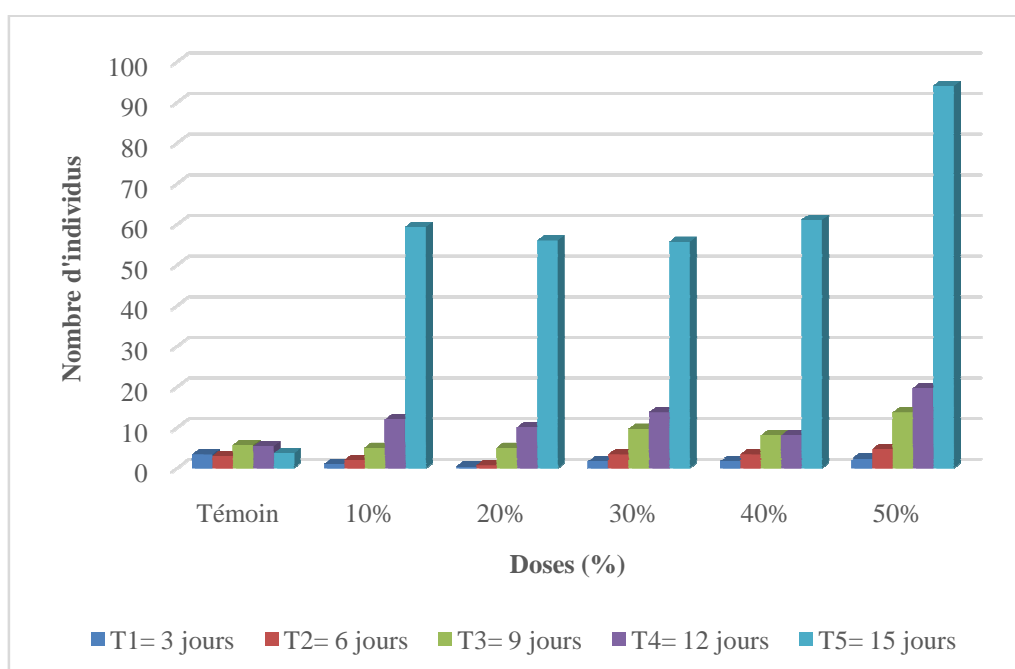


Figure 29 - Mortalité des individus d’*A. fabae* traités à l’extrait de coriandre par voie systémique, en fonction du temps après traitement

L'évolution temporelle de la mortalité des populations d’*A. fabae* après l’application du traitement à base d’extrait de coriandre montre que le traitement est nettement plus efficace à la cinquième observation, à savoir 15 jours après l’application. En effet, le taux de mortalité des populations d’*A. fabae* 3 jours après la pulvérisation de l’extrait est faible par rapport à celui obtenu 6, 9, 12 et 15 jours après et ce pour toutes les doses (Fig. 28). Le nombre de pucerons morts passe d’une moyenne de 4,66 individus (1ère observation) à 348,66 pucerons

(5eme observation) à la dose de 50 %. Le même résultat est obtenu pour les populations traitées par la voie systémique et aux différentes doses (Fig. 29).

1.2.2. Extrait de celeri

L'efficacité de l'extrait de celeri appliqué par voie de contact et par voie systémique au fil du temps sur la population des pucerons est représentée dans les 30 et 31.

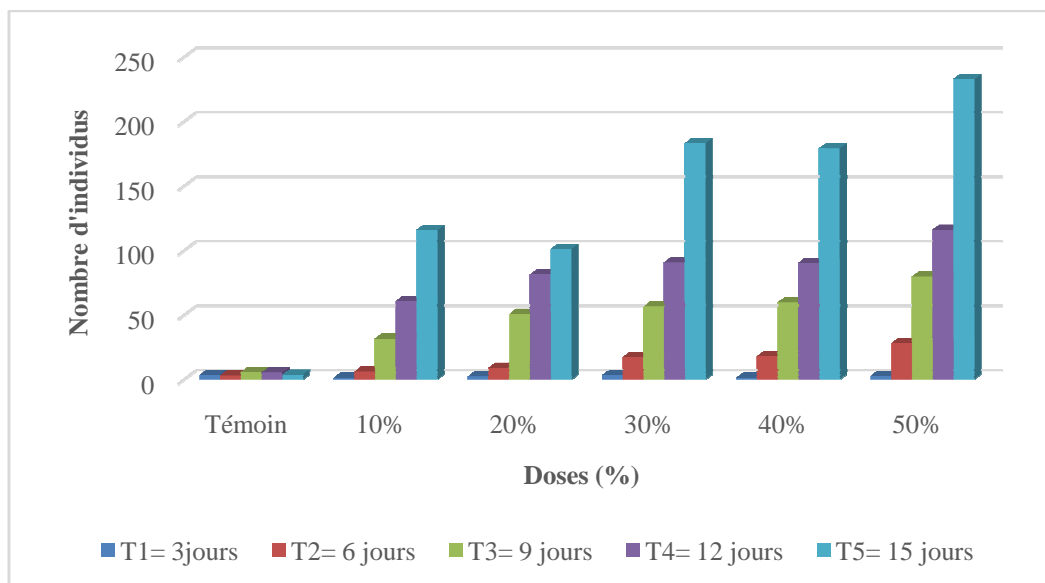


Figure 30 - Mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de celeri par voie de contact, en fonction du temps après traitement

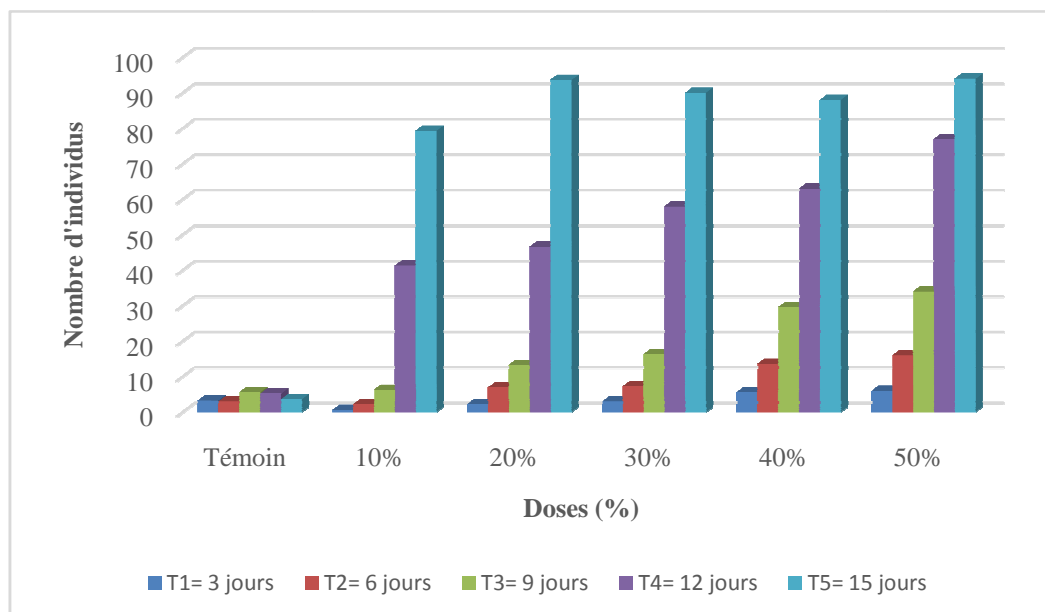


Figure 31 - Mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de celeri par voie systémique en fonction du temps après traitement

Les observations effectuées sur les populations traitées par voie de contact par le biocide à base de cèleri montrent que la moyenne de mortalité la plus élevée est marquée au temps T5, soit 15 jours après la pulvérisation des 5 doses, avec 232,66 individus morts contre 2,66 individus morts au temps T1 (3 jours post traitement) à la dose 50 % (Fig. 30). Les résultats montrent également que la moyenne de mortalité des populations aphidiennes obtenue 3 jours après l'application du traitement par voie systémique est nettement plus faible que le taux de mortalité observé après 15 jours pour les 5 doses testées. A la dose de 50 %, le nombre d'individus morts passe de 6 (1ere observation) à 94 pucerons (5eme observation) (Fig. 31).

1.2.3. Extrait de persil

L'efficacité de l'extrait de persil appliqué par voie de contact et par voie systémique au fil du temps sur la population de pucerons est représentée dans les figures 32 et 33.

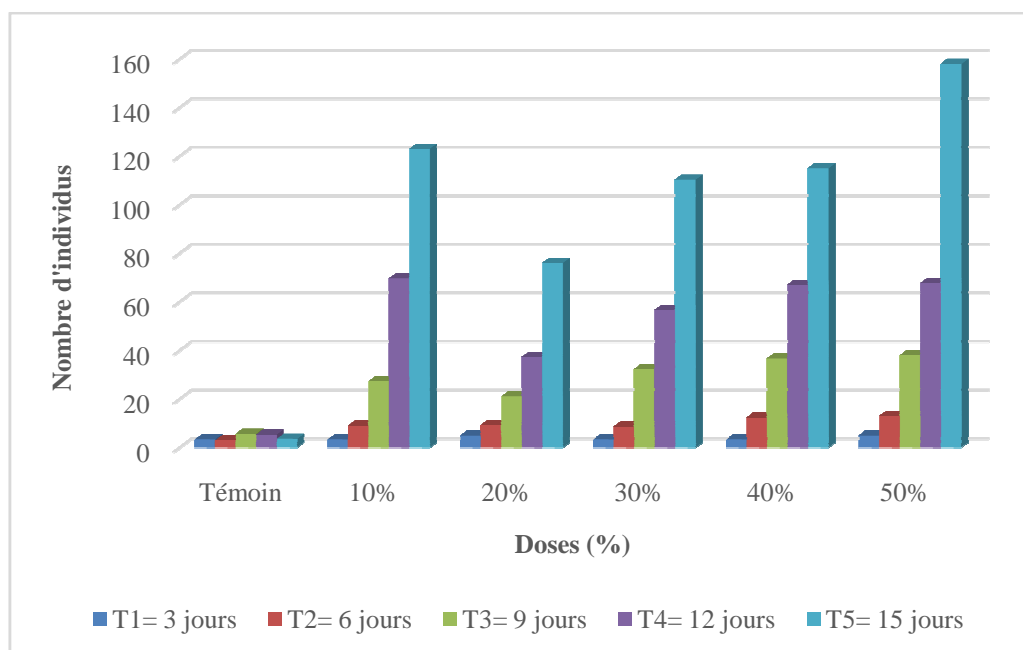


Figure 32 - Mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de persil par voie de contact, en fonction du temps après traitement

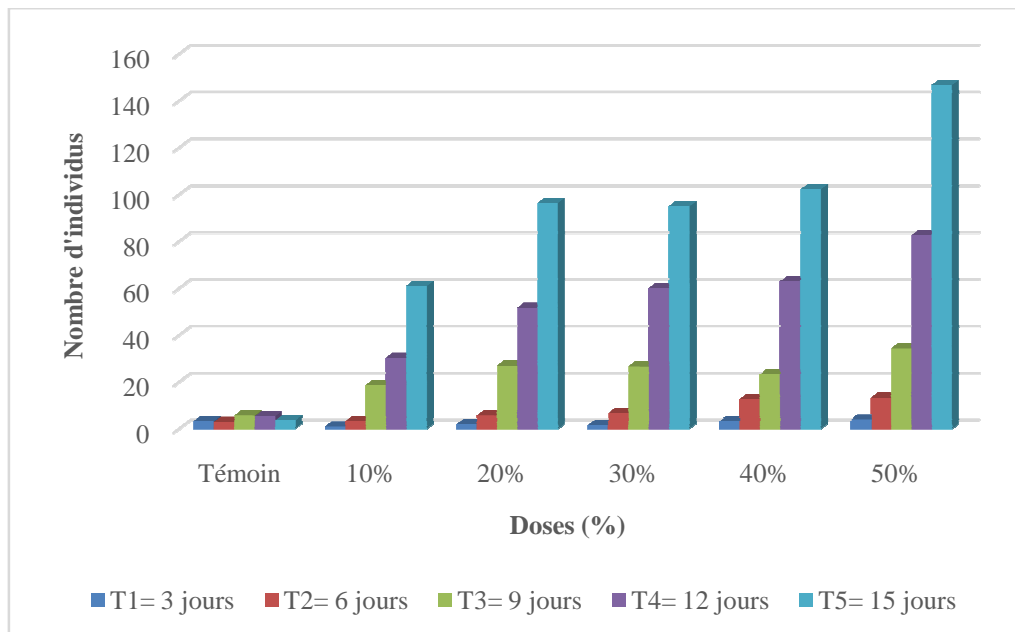


Figure 33 - Mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de persil par voie systémique, en fonction du temps après traitement

Le biocide à base d'extrait de persil se montre plus efficace au fur et à mesure que le temps passe quelque soit la dose utilisée. Nous avons noté une importante augmentation du nombre d'individus morts de la première observation (3jours post application) jusqu'à la dernière observation (15jours après le traitement) aussi bien par voie de contact que par voie systémique. Ainsi, à la dose de 50 %, le nombre d'individus morts passe en moyenne de 5 pucerons au temps T1 à 158 pucerons au temps T5 pour le traitement par voie de contact (Fig. 32). Cette moyenne est de 4 individus morts 3 jours après le traitement et de 146,66 pucerons morts 15 jours post traitement par voie systémique (Fig. 33).

L'analyse de la variance des résultats enregistrés sur les populations traitées par contact montre que la variabilité de la mortalité en fonction du temps est très hautement significative avec une probabilité de $P=0$ ($P<0,001$), ainsi que pour l'interaction extrait, temps (F1, F3) qui est très hautement significative ($P=0$, $P<0,001$) (Ann. II, Tab. 1).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, regroupe le facteur temps en cinq groupes homogènes avec la moyenne la plus élevée de 162,35 pour le 15^{ème} jours post traitement (Ann. II, Tab. 5). Le temps T5 appartient de ce fait au groupe A. L'interaction des deux facteurs (extrait, temps) sont regroupés par le test de NEWMAN et KEULS dans huit groupes homogènes (Ann. II, Tab. 6).

L'analyse de la variance montre que la variabilité de la mortalité des individus des pucerons traités par voie systémique en fonction du temps est très hautement significative avec une probabilité de $P=0$ ($P<0,001$) (Ann. II, Tab. 2), concernant l'interaction des deux facteurs (extrait, temps), elle ne présente pas de signification, avec une probabilité de $P=0,2$ ($P>0,05$) (Ann. II, Tab. 2).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, regroupe le facteur temps dans trois groupes homogènes (A, B et C). L'effet de ce facteur sur les populations des pucerons traitées par voie systémique, montre que le nombre moyen des individus morts le plus important est de 102,13. Il est atteint au temps T5 (15 jours post traitement), ce dernier est donc classé dans le groupe A (Ann. II, Tab. 7).

1.3. Effet de la nature de l'extrait sur les populations d'*A.fabae*

La différence entre l'efficacité des trois extraits appliqués par voie de contact et par voie systémique à savoir : la coriandre, le cèleri et le persil est illustrée dans les figures 34 et 35.

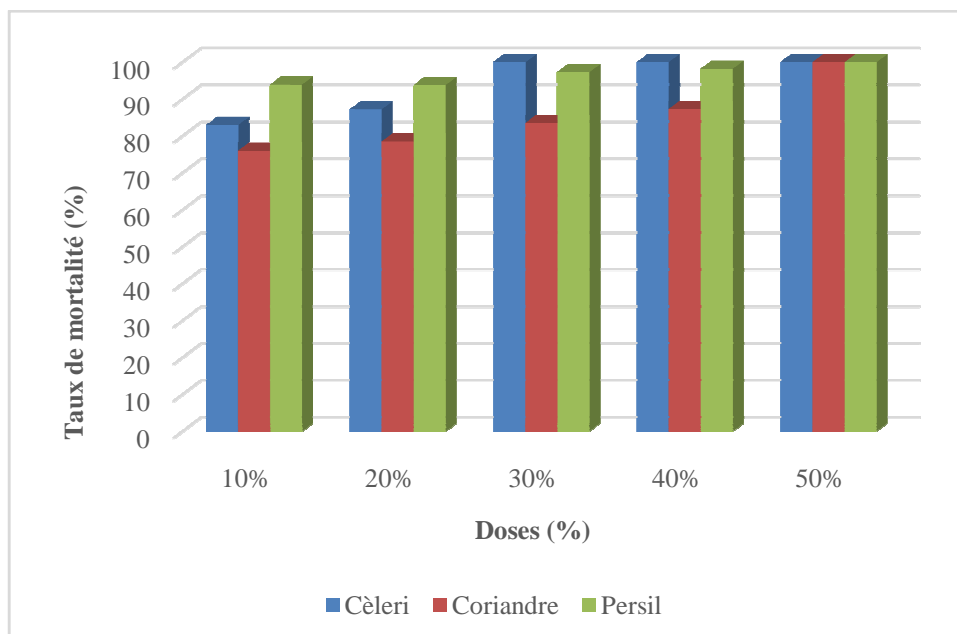


Figure 34 - Variation du taux de mortalité selon les extraits (coriandre, celeri et persil) appliqués par voie de contact

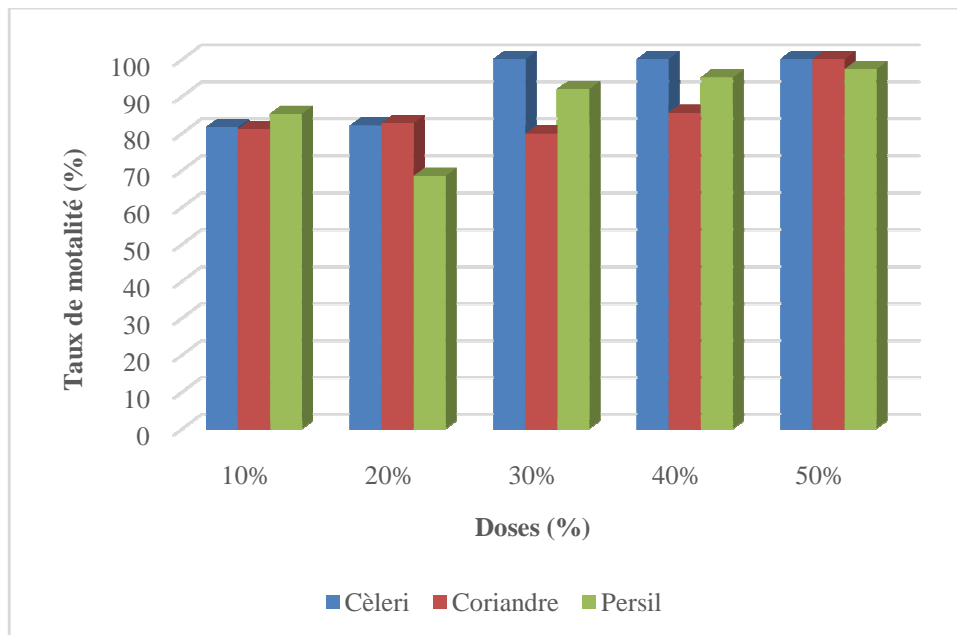


Figure 35 - Variation du taux de mortalité selon les extraits (coriandre, celeri et persil) appliqués par voie systémique

Dans les deux modes d'application des biocides à base des extraits de persil, de coriandre et de cèleri, le taux de mortalité varie selon ces derniers et selon les doses également.

L'extrait de celeri semble être le plus toxique puisqu'il provoque un taux de mortalité de 100 % dès la dose de 30 % pour les deux modes d'application. Les biocides à base de feuilles de coriandre et de persil agissent de la même manière et provoquent un taux de mortalité de 100 % à la dose de 50 % pour l'application par voie de contact (Fig. 34). Par voie systémique, par contre, c'est la coriandre qui vient en deuxième position. Le persil constitue l'extrait le moins efficace, il conduit à un taux de mortalité de 97,3 % (Fig. 35).

L'analyse de la variance révèle qu'il y a une différence très hautement significative entre les trois extraits à l'application des traitements par voie de contact avec la probabilité de $P=0$ ($P<0,001$) (Ann. II, Tab. 1).

L'analyse statistique des résultats obtenus par contact ne suit tout à fait les observations au laboratoire. En effet le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, regroupe les trois extraits appliqués par contact dans trois groupes différents A, B et C avec l'extrait de coriandre comme étant le plus efficace. Suivi par l'extrait de celeri et en dernier lieu le biocide à base de persil (Ann. II, Tab. 8).

L'analyse de la variance des résultats obtenus des traitements appliqués par voie systémique montre une différence significative entre les trois extraits, avec une probabilité de $P=0,04$ ($P<0,05$) (Ann. II, Tab. 2).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, classe les trois extraits appliqués par voie systémique dans deux groupes différents A et B. L'extrait de persil se classe dans le groupe A et est considéré comme étant le plus toxique (Ann. II, Tab. 9). Ce qui ne correspond pas aux résultats obtenus.

L'analyse de la variance montre que la probabilité calculée pour l'interaction des trois facteurs extrait, dose et temps qui déterminent l'efficacité des biocides à base des trois extraits végétaux (coriandre, persil et cèleri) appliqués par contact est de $P=0$, nettement inférieure au seuil $\alpha=0,05$. Ce qui signifie qu'il y'a une différence très hautement significative ($P<0,001$) dans le nombre de pucerons morts (Ann. II ; Tab. 1).

A l'application de ces biocides à base des extraits de coriandre, persil et cèleri par voie systémique, l'interaction des trois facteurs déterminants leur efficacité est de la probabilité de $P=0,43$; supérieur au seuil $\alpha=0,05$. Ce qui signifie qu'il n'y'a pas de différence significative dans le nombre de pucerons morts (Ann. II, Tab. 2).

2. Discussion

Les extraits aqueux de la coriandre, du cèleri et du persil utilisés dans notre étude expérimentale semblent avoir tous un effet biocide sur les populations d'*A.fabae*. L'efficacité de ces solutions semble dépendre de la dose du traitement. En effet, l'évaluation de la mortalité des populations traitées par voie de contact montre que celle-ci augmente proportionnellement avec l'augmentation de la dose, avec un taux de mortalité de 100 % à la plus forte dose (50 %) pour les trois extraits (Fig. 22 ; Fig. 24 ; Fig. 26).

Ces résultats corroborent ceux de YAHIAOUI (2010) qui signale que la mortalité des populations d'*A.fabae* traitées par les poudres du liliac de perse (*Melia azedarach* L.) et du romarin (*Rosmarinus officinalis*) augmente avec l'augmentation de la dose. Cet auteur note qu'aux doses de 10g, 33g et 66g de poudre de *M. azedarach*, les taux de mortalité sont respectivement de 91 %, 96,5 % et 98,7%. Ces taux sont de 82 %, 90,9 % et 97,9 % pour la poudre de *R.officinalis* appliquée respectivement aux mêmes doses (10g, 33g et 66g). De même, BEKHTI et BELKACEM (2013) signalent que les taux de mortalité des populations d'*A. fabae* augmentent proportionnellement avec l'augmentation de la dose lorsqu'elles sont traitées aux extraits d'ail (*Allium sativum*) et de lavande dentée (*Lavandula dentata*). A la dose de 50%, ces taux sont de 72,4 % et de 95,5 % pour respectivement les extraits d'ail et de lavande dentée. Nos résultats sont en accord avec ceux de BOURBIA et TAMERT (2013) qui affirment que les taux de mortalité d'*A. fabae* traité aux huiles essentielles de menthe (*Mentha*

spicata) et de lavande (*Lavandula stoechas*) augmentent avec l'élévation de la dose de l'huile et que la dose de 50 % est la plus efficace enregistrant un taux de mortalité de 100 %. Nos résultats concordent également avec ceux de BENOUELLA-KITOUS *et al.* (2014), qui en traitant des populations du puceron noir de la fève avec différentes doses de solutions aqueuses à base d'extraits de feuilles d'ortie (*Urtica dioica*) et de fougère (*Dryopteris filix-mas*), constatent que les faibles doses n'ont pas un effet important sur la mortalité des populations d'*A. fabae*, contrairement aux fortes doses (40 % et 50%). A la dose de 10%, le taux de mortalité obtenu est de 23 % et il s'élève jusqu'à 97% à la dose de 50 % pour l'extrait de fougère. Pour l'extrait d'ortie, ce taux est de 11,2 % et de 89 % aux doses de 10 % et 50 % respectivement.

Dans une étude similaire MAHAMAT (2005) signale que la population du puceron noir de l'oranger (*Toxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe, 1841) traitée à l'extrait hétérosidique du laurier rose (*Nerium oleander*) diminue au fur et à mesure que la dose de l'extrait végétal augmente. En effet, aux doses de 5, 10 et 20ml, cet auteur constate des taux de mortalité des populations aphidiennes de respectivement 9 %, 60 % et 100%. De même AMIRAT *et al.* (2011) montrent que l'huile essentielle de la lavande (*Lavandula dentata*) manifeste des effets toxiques vis-à-vis du puceron vert du pommier *Aphis pomi* De Geer, 1773 et que les taux de mortalité des individus de ces derniers augmentent proportionnellement avec la dose.

Dans la présente étude, l'évaluation de la mortalité des populations traitées par voie systémique montre que celle-ci est indépendante de la dose. En effet, la dose de 10 % se révèle plus toxique (taux de mortalité de 85,2 %) que celle de 20 % (taux de mortalité de 68,4%) pour l'extrait de persil (Fig. 27) et la dose de 10 % (taux de mortalité de 81,1 %) induit une plus grande mortalité que celle obtenue avec la dose de 30 % (taux de mortalité de 79,8 %) pour l'extrait de coriandre (Fig. 23). Concernant l'extrait de celeri, celui-ci provoque une mortalité totale dès la dose 30% (Fig. 25). Ces résultats concordent avec ceux de BEKHTI et BELKACEM (2013), qui en étudiant l'effet biocide de l'extrait aqueux de menthe poivrée (*Mentha piperita*) sur *A. fabae*, notent que la dose de 30 % entraîne le taux de mortalité le plus élevé avec 75,4 %, comparée aux plus fortes doses, à savoir 40 % et 50 % qui provoquent des taux de mortalité de respectivement 46,1 % et 44,1%. De même, BENOUELLA-KITOUS (2015) signale que l'efficacité des extraits aqueux à base des feuilles de laurier noble (*Laurus nobilis*) et de sauge (*Salvia officinalis*) sur les populations du puceron noir de la fève est plafonnée à la plus faible dose (10 %) où le taux de mortalité a atteint 49 % pour le premier extrait et 85 % pour le second extrait. Nos résultats vont

également dans le même sens que ceux obtenus par ONDET (2007), qui signale que des infusions de menthe poivrée et d'armoise à 10% ont permis de limiter de façon satisfaisante le nombre de pucerons verts du pommier.

L'étude de l'efficacité des extraits de cèleri, de coriandre et de persil au fil du temps montre que ces derniers présentent un effet biocide lent et ce aux différentes doses testées. En effet, le taux de mortalité le plus faible est enregistré au temps T1, soit 3 jours après le traitement, aussi bien par voie de contact que par voie systémique. L'action toxique de ces solutions contre les pucerons se révèle être la plus importante au temps T5, soit 15 jours post-traitement. Il ressort donc que le facteur temps joue un rôle important dans l'efficacité du traitement, plus la période d'activité des bioinsecticides est longue, plus leur action biocide est grande. Ces résultats concordent avec les résultats trouvés par YAKOUBI (2004), qui a enregistré chez les populations d'*A.fabae* traitées à l'extrait alcaloïde de la stramoine (*Datura stramonium* L.), des taux de mortalité de 84,02% 48h après le traitement, de 92,38% après 72h et une mortalité totale après une semaine. De même, SAIDJ et RAHMOUNE (2010), signalent que les populations d'*A.fabae* traitées aux extraits d'ortie et de fougère, diminuent lorsque la période après traitement est longue. Ces auteurs notent que le taux de mortalité des populations d'*A.fabae* 3 jours après l'application des traitements (29 % pour l'extrait d'ortie et 31 % pour l'extrait de fougère) est nettement plus faible que celui observé 6 jours après (89,5 % pour l'extrait d'ortie et de 97 % pour l'extrait de fougère). Nos résultats sont similaires à ceux de BEKHTI et BELKACEM (2013) qui montrent que le taux de mortalité du puceron noir de la fève traité aux extraits d'ail, de lavande dentée et de menthe poivrée augmente au fil du temps. Ainsi, le nombre moyen de pucerons morts passe de 187,8 individus (3 jours post traitement) à 252,6 individus morts (6 jours post traitement) pour le premier extrait. Il passe de 151,6 individus morts (3 jours post traitement) à 166,9 pucerons morts (6 jours post traitement) pour le deuxième extrait. Il est de 15,2 pucerons morts 3 jours post traitement et de 112,6 pucerons morts 6 jours post traitement pour l'extrait de menthe poivrée. SIHALI et FODIL (2014) rapportent que les taux de mortalité des individus d'*A.fabae* obtenus après pulvérisation des extraits de laurier, d'origan (*Origanum vulgare*) et de sauge augmentent au fur et à mesure que le temps passe, ces valeurs sont de respectivement 2,8 ; 10,8 et 2,8 pucerons morts le 4^{ème} jours post-traitement et de 145,4 ; 155,4 et 41,8 individus morts le 11^{ème} jours post-traitement. Nos résultats vont également dans le même sens que ceux d'AREGGIANI *et al.* (2008), qui signalent que la population d'*A. gossypii* Glover, 1877 traitée à l'huile essentielle d'Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) diminue lorsque la période après traitement est longue. Les taux de mortalité enregistrés par ces auteurs sont de

55 % 1 h après le traitement, 84 % 2 h après et une mortalité de 90 % après 24 h à la dose de 3000 ppm. Nos résultats ne concordent pas avec ceux enregistrés par BAROFFIO *et al.* (2009), qui signalent que l'efficacité du traitement à base d'huile de sésame (*Sesamum indicum*) sur le puceron de sureau *Aphis sambuci* diminue au fil du temps, et qui notent que les pourcentages d'ombelles attaqués par ce puceron après 2 ; 10 ; 17 et 27 jours de l'application du traitement sont respectivement de 5 %, 6 %, 29 % et 36%.

L'efficacité des extraits testés diffère selon la nature de l'extrait d'une part et selon le mode d'application d'autre part. Les résultats obtenus révèlent qu'à l'application du traitement par voie de contact, le biocide à base de celeri se montre le plus efficace avec un taux de mortalité de 100 % dès la dose de 30 %. Les solutions à base de persil et de coriandre semblent avoir la même toxicité vis-à-vis d'*A. fabae* (Fig. 34). Par voie systémique, c'est toujours l'extrait des feuilles de celeri qui se montre le plus toxique (100 % de mortalité dès la troisième dose). L'extrait de persil enregistre le taux de mortalité le plus faible (97,3 %) (Fig. 35). Cela pourrait s'expliquer par la composition chimique des différents extraits. En effet, l'étude menée par ONDET et SALVA en 2005, montrent que l'effet thérapeutique des traitements à base d'extraits végétaux vis-à-vis des insectes piqueurs suceurs, diffère selon la nature et la composition chimique de l'extrait utilisé. Dans une étude similaire CASIDA (1990 *in* ALLAL-BENFEKIH *et al.*, 2010) note que les effets toxiques des extraits aqueux des plantes pourraient dépendre de leur composition chimique et du niveau de sensibilité des insectes.

Les résultats de SAIDJ et RAHMOUNE (2010) montrent que l'efficacité de l'extrait de fougère est plus élevée avec un taux de mortalité de 97% que celle de l'extrait d'ortie avec 89,5% de mortalité sur les populations d'*A. fabae*. KOUASSI (2010) révèle dans une étude des biocides à base d'extraits végétaux contre les pucerons, que la population d'*A. fabae* traitée avec l'extrait aqueux de graines de neem chute et tend vers zéro à la fin des traitements. Celles traitées avec les feuilles d'Eucalyptus comptent un peu moins de pucerons par rapport à la population non traitée. D'après GUERRIDA (2010 *in* BENSALIM, 2011) les extraits végétaux aqueux de l'harmal (*Peganum harmal*), du lilas de Perse (*M. azedarach*) ainsi que du romarin (*R. officinalis*) manifestent un effet biocide différents à l'égard d'*A. fabae*, entraînant des taux de mortalité de respectivement 29,53% ; 28,97% et 50,85%. De même, les résultats obtenus par BEKHTI et BELKACEM (2013) après pulvérisation des extraits de menthe poivrée, d'ail et de lavande dentée sur *A. fabae*, montrent que le taux de mortalité le plus élevé correspond à l'extrait de lavande dentée (*Lavandula dentata*) avec une moyenne de 126,3 individus morts à la dose de 50 %. SIHALI et FODIL (2014) signalent que les taux de mortalité des populations

d'*A. fabae*, après l'application des biocides à bases de trois extraits végétaux (sauge, origan et laurier), dépendent de la nature des extraits testés, avec une efficacité marquée pour l'extrait de sauge.

Selon CHIASSON BELOIN (2007 in ATTIA *etal.*, 2011), les modes d'actions des extraits végétaux sont encore mal connus. Ils peuvent être d'ordre physiologique ayant des effets anti-appétant, affectant la croissance, la mue, la fécondité et le développement des insectes ou physique en agissant directement sur la cuticule du ravageur. De même, selon LAMBERT *etal.* (1985), la différence d'action des extraits végétaux serait liée à la composition chimique des extraits, qui à son tour dépend de la méthode d'extraction, de la partie de plante utilisée et du mode d'application. En effet, les extraits utilisés sont des mélanges de composés chimiques de nature et de fonctions différentes.

Conclusion

Au terme de ce travail portant sur l'effet bioinsecticide de trois plantes aromatiques : le céleri, la coriandre et le persil sur les colonies du puceron noir de la fève (*A. fabae*), il ressort que :

Les trois extraits végétaux testés par voie de contact et par voie systémique ont une activité insecticide à l'égard du puceron *A. fabae*.

L'efficacité de ces extraits appliqués par voie de contact augmente proportionnellement avec l'augmentation de la dose, avec un taux de mortalité de 100 % à la plus forte dose (50 %). La mortalité des populations traitées par voie systémique est par contre indépendante de la dose.

L'efficacité des biocides appliqués par contact et par voie systémique, est proportionnelle au temps. Pour les trois extraits testés les taux de mortalités enregistrés le 15^{ème} jour post-traitement sont beaucoup plus élevés que celle enregistré le 3^{ème} jour post-traitement.

L'extrait de céleri semble être le plus efficace pour les deux modes d'application. Il provoque un taux de mortalité de 100 % dès la dose de 30 %.

Les extraits végétaux aqueux testés manifestent une toxicité sur les individus d'*A. fabae*, qui est plus sévère par contact que par voie systémique. L'effet biocide des trois extraits semble dépendre de la dose, du temps, de la nature de l'extrait et du mode d'application.

L'utilisation des extraits végétaux comme biopesticides dans la lutte phytosanitaire représente une stratégie particulièrement adaptée aux préoccupations actuelles de l'humanité. Il serait donc intéressant d'identifier la substance active de ces extraits, leur mode d'action sur le ravageur et connaître les effets des toxines de ces extraits sur la plante hôte, le consommateur et la faune auxiliaire. Il est également utile de poursuivre ces travaux, en mettant en évidence l'action synergique de ces extraits végétaux dans la lutte contre le puceron de la fève et d'autres insectes ravageurs. D'un point de vue pratique, il serait intéressant de tester ces extraits de plantes en plein champ.

*Références
bibliographiques*

ABBAD A., 2001. Screening of *Vicia faba* for resistance to the « giant race » of *ditilencuhusdipsoci* in Morocco. *NematolMediterr.* pp 29-33.

ALLAL-BENFEKIH L., BELLATRECHE M., BOUNACEUR F., TAIL G. et MOSTEFAOUI H., 2011. Première approche de l'utilisation d'extraits aqueux d'*Inulaviscosa*, *salviaofficinalis* et *urticaurens* contre les stades endophytes de *tutaabsoluta* (Lepidoptera, Gelechiidae) ravageur invasif de la tomate en Algérie. Neuvième conférence Internationale sur les ravageurs en agriculture. Montpellier. 26-27 octobre 2011. pp 681-783.

AMIRAT N., TEBBOUB S. et SEBTI M., 2011. Effets insecticides des huiles essentielles chémotypées de deux plantes aromatiques *Lavandulastoechas* et *Origanumglandulosum* de la région de Djidjel. Communication affichée. Année Internationale des forêts. 1p

ANONYME, 2010, Pharmacopée Française Xe édition, J. B. Baillière, 19, rue Hautfeuille, Paris., 245 P.

ANONYME, 2013. Statistiques agricoles. Direction des services agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou. 1p.

AOUADI F. et BITOUCHE A., 2013. Diapause reproductrice et bioécologie de la bruche de la fève *Bruchusrufimanus* (Boh, 1833) (Coleoptera : Chrysomellidae) sur deux parcelles de variété de fève Aguadulce semées à deux altitudes différentes dans la région de Tizi ousou (Thalatloumouth et Beni Doula). Mémoire d'ingénieur d'état en biologie. Université Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou, 59p.

AOUAR-SADLI M., LOUADI K. et DOUMANDJI S-E., 2008. Pollination of the broadbean (*Vicia faba* L. var. major) (Fabaceae) by wildbees and honeybees (Hymenoptera : Apoidea) and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzou area (Algeria). *African Journal of Agricultural research.* 3(4): 266-272.

AREGGIAN I., KALOMA A., KITAMBALA K., NDJANGO N.L., SINZAHERA U. and PALUKU T., 2008. Effect Eucalyptus citriodorapowders, Cupressus lucitanica and Tagetasminitiflora on insects in conditions Rethy, Congo. *Tropicultura,* 26,1. pp 24-27.

ASHFAQ M., IQBAL J, ALI A. et FAROOQ U., 2007. Role of abiotic factors in population fluctuation of aphids on wheat. *Pak. Entomol.* 29 (2): 117-122.

ATTIA S., LEBDI-GRISSA K., GHRABI-GAMMAR Z., MAILLEUX A.C., LOGNAY G. LE GOFF G. et HANCE T., 2011. Contrôle de *Tertanychusurticae* par les extraits de plantes en vergers d'agrumes. *Entomologie faunistique.* 63 (4), pp 229-235.

AVERSENQ P., GOUTIER J. et GUEGUEN M., 2008. Le truffaut. Anti-maladies et parasites. Larousse. Edition Octavo. 224 p.

BALACHOWSKY A.S. et MESNIL, 1934. Les insectes nuisibles aux arbres fruitiers, à la vigne, aux céréales et aux graminées des prairies. Ed. Victor Massé. T I, Paris, 627 p.

BALACHOWSKY A.S., 1962. Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed. Masson et Cie, Tome I, Paris, 564p.

BAROFFIO C.A., MITAZ C. et CARLEN E., 2009. Stratégie de lutte contre le puceron de sureau *Aphis sambuci*. *Revue Suisse VLTIC. Arboric. Hortic.* Vol (41) (6), pp 351-354.

- BEKHTI R. et BELKACEM D., (2014).** Evaluation de l'effet bioinsecticide de trois extraits végétaux : l'ail (*Allium sativum*), menthe poivrée (*Menthapiperita*) et la lavande dentée (*Lavanduladentata*) vis-à-vis du puceron noir de la fève *Aphisfabae* Scopoli, 1763 (Homoptéra, Aphididae). Mémoire de master en Sciences biologiques. Université de Mouloud Mammeri Tizi-ouzou. 34 p.
- BENOIT R., 2006.** Biodiversité et lutte biologique. Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Certificat d'Etude Supérieures en Agriculture Biologique. ENITA de Clermont Ferrand, 10, pp 1-25.
- BENSAID A., 2011.** Effet de quelques extraits végétaux sur une population de cochenilles diaspines dans un verger d'agrumes à Rouiba. Mémoire de Magister. E.N.S.A. El Harrach. 104p.
- BERTRAND J., 2001.** Agriculture et biodiversité – un partenariat à valoriser. Ed. Educagri, 500p.
- BLACKMAN R. L, EASTOP V. F., 2000.** Aphids on the World's Crops. An Identification and Information Guide. Chichester, UK. John Wiley. 260p.
- BOUHACHEM S., 2002.** Les pucerons de la féverole en Tunisie. Proceedings du 2^{ème} Séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA « Le devenir des légumineuses alimentaires dans le Maghreb ». Hammamet, Tunisie, pp 25-28.
- BOURBIA et TAMERT, 2013.** Activités insecticide des extraits de plantes sur les insectes ravageurs et vecteurs de maladies parasitaires. Master sciences et techniques, Faculté des sciences et techniques Fès, 69p.
- BRINK M. et MELESE-BELAY G., 2006.** Céréales et légumes secs : ressources végétales de l'Afrique tropicale 1.Ed. Prota .wagenengen, Pays-Bas, 328 p.
- BRUNETON J., 2009.** Pharmacognosie Phytochimie Plantes médicinales, 4^{ème} édition, Lavoisier, Tec & Doc, Paris, 1269p.
- CHAFI M.H., BENSOLTANE A., 2009.** *Vicia faba* (L), a source of organic and biologicalmanure for the Algerian aridregions. World Journal of Agricultural Sciences. 5(6) : 698-706.
- CHARTIER F., 2009.** Papilles et Molécules : La science aromatique des aliments et des vins, Les éditions La Presse. Montréal, 215 p.
- CHAUX C. et FOURY C., 1994.** Production légumière. Légumineuses potagères, légumes, fruits. Technique et documentation Lavoisier, Paris Cedex 08, 484p.
- CHRISTELLE L., 2007.** Dynamique d'un système hôte-parasitoïde en environnement spatialement hétérogène et lutte biologique Application au puceron *Aphisgossypii* et au parasitoïde *Lysiphlebus testaceipes* en serre de melons. Thèse Doctorat Agro, Paris Tech, Paris. 280p.
- CUBERO J.L., 1974.** On the evolution of *Vicia faba*, Editions INVUFLEC, Paris, 503p.
- DAJOZ R., 2006.** Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris, 8^{ème} édition. 631p.

- DAOUI K., 2007.** Recherche de stratégies d'amélioration de l'efficacité d'utilisation du phosphore chez la fève (*Vicia faba* L.) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc. Thèse de doctorat. Science agronomiques et biologique. Univ. Louvain, 227p.
- DEDRYVER CA., 1982.** Qu'est-ce qu'un puceron ? journ. D'info et d'étude « : les pucerons des cultures, Le 2, 3 et 4 mars 1981. pp 9-20.
- DEDRYVER CA., 2010.** Les pucerons : biologie, nuisibilité, résistance des plantes. Journées techniques fruits et légumes biologique. 23-26.
- DEDRYVER CA., LE RELEC A. et FABRE F., 2010.** The conflicting relationship between aphids and men : A review of aphid damage and control strategies. C.R.Biologies. pp. 539-553.
- DELMOND F., 2011.** La production de semences des Apiacées. Revue de la Bio d'Aquitaine. Ed octobre 2011. 6 p.
- DEYSSON G., 1979.** Organisation et classification des plantes vasculaires, cours de botanique générale quatrième série, tome II, Ed. SEDES, Paris, 529p.
- DOGIMONT C., BENDAHMANE A., CHOVELONN 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: pp. 566-573.
- DOYLE J.J. et LUCKOW M.A., 2003.** The rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic. Plant Physiol 131, pp. 900-910.
- DUC G., SHIYING-BAO B., BAUMC M., REDDENB B., SADIKI M.E., SUSO M.J., VISHNIAKOVA M. et ZONG X., 2010.** Diversity maintenance and use of *Vicia faba* L. genetic resources. Field Crops Research 115, pp 270–278.
- DUPONT F. et GUIGNARD J. L., 2012.** Botanique, les familles de plantes, Elsevier Masson. 14ème édition, Paris. 286p.
- DUPONT F., 2007.** Systématique moléculaire, Abrégé de botanique, 14e édition, Masson, Issy-les-moulineaux. Paris, 285p.
- DURANTI M., 2006.** Grain legume proteins and nutraceutical properties. Review. Fitoterapia, 77, pp 67–82.
- EL BOUHAMDY K. et SADIKI M., 2002.** Evaluation d'une collection de populations Marocaines locales de fève et de féverole pour la tolérance à la sécheresse. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA « Le devenir des légumineuses alimentaires dans le Maghreb ». Hammamet, Tunisie, pp 12-16.
- FABRE, 2001.** Detection techniques for stored-product insects in grain. Food Control. 18: pp. 157-162.
- FOUARGE C., 1990.** Les pucerons sont-ils si dangereux?, Revue Agronomie Belge 47, pp 4-6.
- FRAVAL A., 2006.** Les pucerons. Insectes 3 n°141, office pour les insectes et leur environnement, France, 2^{ème} trimestre, pp 03-08.

- FRAVAL A., 2007.** Captures et collections. VI. Les filets. Insectes, n° 128: 38.
- GEORCRET et SCHEROMM O., 1995.** Lutte contre les insectes ravageurs des cultures : les apports de la biologie. Ed. INRA, France, 42 p.
- GEPTS P., BEAVIS W.D., BRUMMER E.C., SHOEMAKER R.C., STALKER H.T., WEEDEN N.F. et YOUNG N.D., 2005.** Legumes as a moodel plant family. Genomics for food and feed report of the cross legume advances through genomics conference. Plant Physiollgy. 137 : pp 1228-1235.
- GIOVE R.M. et ABIS S., 2007.** Place de la Méditerranée dans la production mondiale de fruits et légumes. Les notes d'analyse du CIHEAM 23 : 1-21.
- GOUCEM-KHELFANE K., 2014.** Etude de l'activité insecticides des huiles essentielles et des poudres de quelques plantes à l'égard de la bruche du haricot *Acanthocelidesobtectus* Say (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) et comportement de ce ravageur vis-à-vis des composés volatils de différentes variétés de la plante hôte (*Phaseolusvulgaris* L.). Thèse de doctorat des sciences. Université de Tizi-Ouzou.144 p.
- GOUST J., 2006.** Comment produire et conserver ses propres semences de légumes, AVRDC, pp 8-9.
- GRASSE P.,1951.** Traité de zoologie, anatomie, systématique, biologie des insectes supérieur et helminthoides. Ed. Masson et Cie, T X, fascicule II. Paris 1948p.
- GREEN C.F, HEBBLETHW A.I. et HELENE R., 1986.**The pratice irrigating of faba bean. revuefabisnews letter N°5. ICARDA (SYRIE), pp 26-31.
- GREGER H., 1987.** Phytochemistry, Olefinic and acetylenicbutenolides from *Peucedanumalsaticum*. PhysiologischenGesellschaft. Fischer, stuttgart. pp. 5-26.
- HAMADACHE A., 2003.** La féverole. Ed Inst. Techn. Gr. Cult (T.T.G.C), 13p.
- HARMEL N., FRANCIS F., HAUBRUGE E. et GIORDANENGO P., 2008.** Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. Cahiers Agricultures vol. 17, n°, 396 : pp. 395-398.
- HEIN L., VAN KOPPEN K., RUDOLF S., EKKO C. et IERLAND V., 2005.** Towardimprovedenvironmental and social management of Indianshrimpfarming. Environmental Management 29, pp. 349-359.
- HEYWOOD V. H., 1996.** Les plantes à fleurs, 306 familles de la flore mondiale, Nathan, Paris.
- HULLE M., 2007.** Les pucerons, indicateurs de changements globaux Biofuture 297. pp. 44-47.
- HULLE M., TURPEAU-AIT IGHIL E., LECLANT F., et RAHN M.J., 1998.** Les pucerons des arbres fruitiers, cycle biologique et activité de vol. Ed. I.N.R.A., Paris. 668p.
- HULLE M., TURPEAU-AIT IGHIL E., ROBERT Y., et MONET Y., 1999.** Les pucerons des plantes maraichères. Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris.
- KALOUSTIAN J., 2008.** Etude de six huiles essentielles : composition chimique et activité antibactérienne, Phytothérapie. Ed. Belin. Paris, 2001,160p.

KATZER G. et FANSA J., 2007. picantissimo. Das Gewürzhandbuch, Göttingen, Verlag Die Werkstatt/Edition Dia, Berlin, 359 p.

KHALDI R., ZEKRI S., MAATOUGUI M.E.H. et 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, pp 81-86.

KOS K., TOMANOVIC Z., PETROVIC-OBRAĐOVIC O., LAZNIK Z., MATEJ VIDRIH M., et TRDAN S., 2008. Aphids (Aphididae) and their parasitoids in selected vegetable ecosystems in Slovenia, Journal of Applied Microbiology. numéro 6, pp 1-16.

KOUASSI A., 2010. Etude comparée de l'efficacité des extraits aqueux de graine de neem (*Azadirachta indica* Juss) et des feuilles d'eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis*) dans la lutte contre les insectes du gombo (*Abelmoschus esculentus* L). Mémoire d'ingénieur en agriculture générale. Institut national polytechnique Félix Houphouët-Boigny (école supérieure d'agronomie). Côte d'Ivoire, 52p.

KRISTER H., 2008. Pucerons, mildiou, limaces... - prévenir, identifier, soigner bio, J.P. Thorez, Mens, Terre Vivante, Ed. APMIS, Finlande, 517p

LAAMARI M., KHELFA L. et CŒUR D'ACIER A (2008). Resistance source to cowpea aphid (*Aphis craccivora* Koch) in broad bean (*Vicia fabae* L.) Algerian landrace collection. African Journal of Biotechnology. 7 (14), 2302p.

LABRIE G., 2010. Synthèse de la littérature scientifique sur le puceron du soya, *Aphis glycines* Matsumura. Centre De Recherche Sur Les Grains Inc. (CÉROM), Québec. 515p.

LAMBERT J.D.H., GALE J., ARNASON J.T. et PHILOGÈNE B.J.R., 1985. Bruchid control with traditionally used insecticidal plants *Hyptis spicigera* and *Cassia nigricans* Insect Sci. Applic. 6, 2. 215p.

LAMBERT L., 2005. Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec.

LAMY M., 1997. Les insectes et les hommes. Ed. Albin Michel, Paris, 96 p.

LAUMONIER R., 1979. Cultures légumières et maraîchères, Tome III. Ed. J.B. BAILLIERE. Bordeaux, 276p.

LAZREK-BEN FRIHA F., 2008. Analyse de la diversité génétique et symbiotique des populations naturelles tunisiennes de *Medicago truncatula* et recherche de QTL liés au stress salin. Thèse de doctorat. Sciences biologiques. Université de Toulouse. 255p.

LECLANT F., 1982. Les effets nuisibles des pucerons sur les cultures. Journ. info. étud. 2, 3 et 4 mars 1981, Paris : pp. 37-56.

LECLANT F., 1996. Dégâts et identification des pucerons. PHM Revue Horticole, n° 369. pp 25-39

LECLANT F., 1999. Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification. I- Grandes cultures. Ed. ACTA, INRA. Paris. 64p.

- LECOQ H., 1996.** Les pucerons : de redoutables vecteurs de virus des plantes. Revuehorticole. pp.25-28.
- LEVEQUE C., 2001.** Ecologie. De l'écosystème à la biosphère. Ed. Masson Sciences. Dunod, Paris.502 p.
- LORENZ P., 2001.** New coumarins from Harbourni atrachypleuræ: isolation and synthesis, ed. Orphie. Paris, 691p.
- LOUAAR S., AKKAL S., BAYET C., LAOUAAR H. and GUILLET D., 2008.** Chemistry of Natural Compounds, Flavonoids of aerial parts of an endemic species of the Apiaceae of Algeria, *Ammoides atlantica*, 44(4), 516p.
- MAATOUGUI M.E.H., 1996.** Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance in rehabilitation of *faba bean*. Ed. Actes, Rabat (Maroc), pp 17-32.
- MAGGI F., CECCHINI C., GRESCI A., COMAN M.M., TRILLINI B., SEGRATINI G. and FITOTERAPI A., 2009.** Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil from *Ferula glauca* L. (*F. communis* L. subsp. *glauca*) growing in Marche (central Italy), pp 80-68.
- MAHAMAT M., 2005.** Effet biopesticide de l'extrait hétéroside cardiotonique de laurier rose (*Nerium oleander* L.) sur le puceron noir de l'oranger (*Toxoptera aurantii* B.). Mem. D'inj. D'agro. Prot. Veg. Zoo phytiatrie. Université de Blida, 46p.
- MAHMOUDI P., 1991.** Journée forum sur la production de semences, maladies des légumineuses transmissibles par les semences. Document photocopié, Ed. I.T.G.C., 17 p.
- MAOUI R., SAY B., EL HADJ B., FRIKH A., et GIRARD C., 1990.** La culture de la Féverole en Tunisie. Ed. I.N.R.A.T, O.N.H., AGROPOL. Et I.T.C.F., 16 p.
- MERADSI F., 2009.** Contribution à l'étude de la résistance naturelle de la fève *Vicia faba* L. au puceron noir *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera:Aphididae). Mémoire de magister en agronomie. Université de Batna. 159p.
- MEZANI S., 2011.** Bioécologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coléoptère : bruchidae) dans des parcelles de variétés de fève différentes et de féverole dans la région de tizi-rached. These de magister. Inst .Bio.tizi-ouzou. 114p.
- MIGHRI Z., 2010.** Chemistry & Biodiversity, Two new Sesquiterpene Derivatives from the Tunisian Endemic *Ferula*. Ed. tunetana, Tunisia, 392p.
- NAZARI Z. E., 2011.** Phytotherapy Research, Biologically Active Sesquiterpene Coumarins from *Ferula* Species, BIO d'aquitaine, pp 25-32.
- ONDET J. et SALVA C., 2005.** La lutte directe en agriculture biologique, pour maîtriser *Metacalfapruinosa*. Comparaison d'insecticides. Les techniques culturales simplifiées en agriculture biologique. Institut Technique de l'agriculture biologique. N° 70 Mars/Avril 2005. pp 7-10.
- ONDET J., 2007.** La thérapie par les plantes : essai puceron vert sur pommier. Arbo. Bio. Info. Tech Innov automne 2007. pp 6-7.

- OULD EL HADJ. M.D., 2004.** Le problème acridien au Sahara algérien. Thèse Doctorat., E.N.S.A. El Harrach, Alger. 279p.
- PATRICK M., 2008.** Le Truffaut : Encyclopédie pratique illustrée du jardin. 41^{ème} édition. Larousse. Paris. 850 p.
- PERON J-Y., 2006.** Références. Production légumières. 2^{ème} Ed. Fayard, Paris, 613 p.
- PIERRE J.S., 2007.** Les mathématiques contre les pucerons. Biofuture 279 :26p.
- PLANQUAERT P.H. et GIRARD G., 1987.** La fève rôle d'hiver, Revue, I. T.C F 3^{ème} Trim. 32p.
- PRIOR R. M., LUNDGAARD N. H., LIGHT M. E., STAFFORD C. I., VAN STADEN J. and JAEGER A. K., 2007.** Journal of Ethnopharmacology, The polyacetylenefalcarindol with COX-1 activity isolated from *Aegopodium podagraria* L., pp. 113-176.
- QUEZEL P. et SANTA S., 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Edition du Centre National de la Recherche Scientifique, Paris.
- RAMADE F., 2003.** Elément d'écologie-Ecologie fondamentale. Ed. Ediscience international. Paris, 690p.
- REMAUDIERE G. et REMAUDIERE M., 1997.** Catalogue des Aphidae du monde, I.N.R.A, Paris, pp. 473p.
- ROBERT Y., 1982.** Fluctuation et dynamique des populations des pucerons. Jour. D'étude et d'info: Les pucerons des cultures, Le 2, 3 et 4 mars 1981. Ed. A.C.T.A, Paris, pp 21-35.
- RONZON B., 2006.** Biodiversité et lutte biologique, extrait d'un mémoire de fin d'étude d'ingénieur sur les bandes fleuries. CES Agriculture Biologique, ENITA de Clermont Ferrand, 25p.
- SADOU M.K., 1998.** Mesure de l'intensité d'infestation de la fève par *Bruchus rufimanus* Boh. (Coléoptère bruchidae) dans la station expérimentale (Oued smar) proposition d'une stratégie de lutte chimique. Thèse de magister. Ins. Agr. El- Harrach. 96p.
- SAIDJ F. et RAHMOUN M., 2010.** Effet bioinsecticide de deux extraits de plante : ortie et fougère à l'égard du puceron noir de la fève *A.fabae* Scopoli 1673. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. Université de Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou. 49p.
- SALIN C., 2011.** Lutte biologique contre le puceron du fraisier pour faire face à l'imprévisible l'imprévisible diversité des pucerons, associer plusieurs hyménoptères parasitoïdes. Mémoire d'ingénieur d'état en biologie. Université catholique de Louvain. 62p.
- SCHULZOVA V., BABICKA L. et HAJLSLOVA J., 2012.** Furanocoumarins in celeriac from different farming systems: a 3-year study. J Sci Food AgricNov ; 92 (14): pp 32-40.
- SIHALI K. et FODIL A., 2014.** Effet bioinsecticide de trois extraits végétaux, le laurier (*Laurus nobilis*), la sauge (*Salvia officinalis*) et l'origan (*Origanum vulgare*) à l'égard du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera Aphididae). Mémoire de Master en Biologie. Université de Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou, 36p.
- SIMON J.-C., STOECKEL S. et TAGU D. 2010.** Evolutionary and functional insights into reproductive strategies of aphids. C. R. Biol. 333, pp. 488–496.

- TAGU D., PRUNIER-LETERME N., LEGEAI F., GAUTHIER J-P., DUCLERT A., SABATER-MUNOZ B., BONHOMME J. et SIMON J-C., 2004.** Annotated expressed sequence tags for studies of the regulation of reproductive mode in aphids. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 34 : 809- 822.
- TANYA D., 2002.** Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.
- TEUSCHER E., ANTON R. et LOBSTEIN A., 2005.** Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles, Tec & Doc, Paris, 522 pp.
- THOMAS F., 2008.** La féverole confirme son intérêt. Techniques culturales simplifiées N°48. 4ème édition, ed. France agricole, 102p.
- THOMPSON E., 1962.** Doctors, Doctrines, and Drugs in Ancient Times. *Bulletin of the Medical Libraries Association*, 50 (2), pp. 236-242.
- TURPEAU E., 2010.** Encyclopaphid : l'encyclopédie des pucerons.
- TURPEAU-AIT IGHIL E., DEDRYVER CA., CHAUBET B. et HULLE M., 2011.** Les pucerons des grandes cultures : cycles biologiques et activités de vol, Ed. Quae, Paris pp. 33.
- VANLERBERGHE-MASUTTI F., 1996.** La variabilité des pucerons : causes et conséquences. *Rev. Phra. Horticole*. N° 369. Aril. pp13-17.
- Yahia Y., Guetat A., Elfalleh W., Ferchichi A., Yahia H. et Loumerem M., 2012.** Analysis of agromorphological diversity of southern Tunisia faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm. *African Journal of Biotechnology*. 11 (56) : 11913- 11924.
- YAHIAOUI F., 2010.** Activité biologique de trois plantes sous forme d'extraits aqueux et d'amendement verts sur *Aphis fabae*. (Homoptera : Aphididae). Mémoire d'Ingénieur en phytopharmacie. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach. Alger, 64p.
- YAKOUBI A., 2004.** Etude comparative de l'effet d'un biopesticide (Extrait alcaloïdes de *Datura stramonium*) et d'un aphicide de synthèse (Acetamipride) sur le puceron noir de la fève, *Aphis fabae*. Mémoire d'ingénieur. Université Saad Dahlab. Blida, 52p.
- ZAGHOUANE O., 1991.** The situation of faba bean (*Vicia faba* L.) in Algeria. Options méditerranéennes. Present statut and futur prospects of faba bean production, I.C.A.R.D.A. Série A, N°10. pp. 123-125.
- ZAGHOUANE O., ADJOUT N., BOUCHATA K., BUHAOUCHINE L., BRANKI N. et SERAN N., 2000.** La réhabilitation et le développement des légumineuses alimentaires dans le cadre du plan national de développement agricole. *Céréaliculture*, N° 34, pp 61-67.

Annexes

Tableau 1 : Taux de mortalité de la population d'*A.faba* traitée à l'extrait de coriandre par contact.

	Témoin	10%	20%	30%	40%	50%
Morts	20,98	62,65	71,65	98,32	109,98	119,65
Vivants	781	20	19,66	9,33	16	0
Taux de mortalité	2,62 %	76 %	78,5 %	83,6 %	87,3 %	100 %

Tableau 2 : Taux de mortalité de la population d'*A.faba* traitée à l'extrait de coriandre par voie systémique.

Doses de l'extrait	Témoin	10%	20%	30%	40%	50%
Morts	20,98	87.32	90.66	62.99	78.98	107.64
Vivants	781	20.3	19	16	13.33	00
Taux de mortalité	2,62 %	81,1 %	82,7 %	79,8 %	85,5 %	100 %

Tableau 3 : Taux de mortalité de la population d'*A.faba* traitée à l'extrait de céleri par contact.

Doses de l'extrait	Témoin	10%	20%	30%	40%	50%
Morts	20,98	77.48	95.31	75.66	81.31	98.88
Vivants	781	16	14	00	00	00
Taux de mortalité	2,62 %	83 %	87,2 %	100 %	100 %	100 %

Tableau 4 : Taux de mortalité de la population d'*A.faba* traitée à l'extrait de céleri par voie systémique.

Doses de l'extrait	Témoin	10%	20%	30%	40%	50%
Morts	20,98	70.99	63.99	79.66	83.99	88.99
Vivants	781	16	14	00	00	00
Taux de mortalité	2,62 %	81,6 %	82 %	100 %	100 %	100 %

Tableau 5 : Taux de mortalité de la population d'*A.faba* traitée à l'extrait de persil par contact.

	Témoin	10%	20%	30%	40%	50%
Morts	20,98	102.65	75.98	110.31	114.99	126.32
Vivants	781	5.33	06	02	02	00
Taux de mortalité	2,62 %	93,9 %	93,8 %	97,3 %	98,2 %	100 %

Tableau 6 : Taux de mortalité de la population d'*A.faba* traitée à l'extrait de persil par voie systémique.

	Témoin	10%	20%	30%	40%	50%
Morts	20,98	57.66	67.98	75.31	86.98	109
Vivants	781	10	31.33	6.66	4.66	3
Taux de mortalité	2,62 %	85,2 %	68,4 %	91,9 %	95 %	97,3 %

Tableau 7 : Evolution temporelle de la mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de coriandre par contact.

	10%	20%	30%	40%	50%
T ₁ = 3 jours	3	1.33	4.66	3.33	4.66
T ₂ = 6 jours	11.66	6.66	8	17.66	57.66
T ₃ = 9 jours	38.66	24	47	79	79.33
T ₄ = 12 jours	59.66	45.66	71.66	109.66	173
T ₅ = 15 jours	133.66	112	175.33	243.33	348.66

Tableau 8 : Evolution temporelle de la mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de coriandre par voie systémique.

	10%	20%	30%	40%	50%
T ₁ = 3 jours	01	0.33	1.66	1.66	2.33
T ₂ = 6 jours	2	0.66	3.33	3.33	4.66
T ₃ = 9 jours	5	5	9.66	8	13.66
T ₄ = 12 jours	12	10	13.66	8	19.66
T ₅ = 15 jours	59.33	56	55.66	61	94

Tableau 9 : Evolution temporelle de la mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de céleri par contact.

	10%	20%	30%	40%	50%
T ₁ = 3 jours	1.33	2.33	3.33	1.33	2.66
T ₂ = 6 jours	6	9	17.33	18	28
T ₃ = 9 jours	31.66	50.66	56.66	59.66	79.66
T ₄ = 12 jours	60.66	81.33	90.66	90.33	116
T ₅ = 15 jours	115.66	101	183	179	232.66

Tableau 10 : Evolution temporelle de la mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de céleri par voie systémique.

	10%	20%	30%	40%	50%
T ₁ =3 jours	0.66	2.33	3	5.66	6
T ₂ =6 jours	2.33	7	7.33	13.66	16
T ₃ = 9 jours	6.33	13.33	16.33	29.66	34
T ₄ = 12 jours	41.33	46.66	58	63	77
T ₅ = 15 jours	79.33	93.66	90	88	94

Tableau 11 : Evolution temporelle de la mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de persil par contact.

	10%	20%	30%	40%	50%
T ₁ =3 jours	3.33	5	3.33	3.33	5
T ₂ = 6jours	9	9.33	8.66	12.33	13
T ₃ = 9jours	27.33	21	32.33	36.66	38
T ₄ = 12 jours	69.66	37.33	56.66	67	67.66
T ₅ = 15 jours	123	76	110.33	115	158

Tableau 12 : Evolution temporelle de la mortalité des individus d'*A.fabae* traités à l'extrait de persil par voie systémique.

	10%	20%	30%	40%	50%
T ₁ = 3 jours	1	2	1.66	3.33	4
T ₂ = 6 jours	3.33	5.66	6.66	12.66	13.33
T ₃ = 9 jours	18.66	27	26.66	23.33	34.33
T ₄ = 12 jours	30.33	51.66	60	63	82.66
T ₅ = 15 jours	61	96.33	95	102.33	146.66

Tableau 1 : Analyse de la variance (extrait, dose et temps) des traitements appliqués par contact.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1029255	224	4594,888				
VAR.FACTEUR 1	38801,56	2	19400,78	82,052	0		
VAR.FACTEUR 2	58894,94	4	14723,73	62,271	0		
VAR.FACTEUR 3	726284,8	4	181571,2	767,923	0		
VAR.INTER F1*2	53656,63	8	6707,078	28,366	0		
VAR.INTER F1*3	35351,56	8	4418,945	18,689	0		
VAR.INTER F2*3	34559,81	16	2159,988	9,135	0		
VAR.INTER F1*2*3	46238,88	32	1444,965	6,111	0		
VAR.RESIDUELLE 1	35466,69	150	236,445			15,377	24,87%

F₁ : extrait, F₂ : dose et F₃ : temps.

Tableau 2 : Analyse de la variance (extrait, dose et temps) des traitements appliqués par voie systémique

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
VAR.TOTALE	1237015	224	5522,387		
VAR.FACTEUR 1	24807,63	2	12403,81	3,097	0,04686
VAR.FACTEUR 2	12183,75	4	3045,938	0,76	0,55512
VAR.FACTEUR 3	306553,3	4	76638,31	19,134	0
VAR.INTER F1*2	51536,25	8	6442,031	1,608	0,12613
VAR.INTER F1*3	43998,5	8	5499,813	1,373	0,21193
VAR.INTER F2*3	65545,44	16	4096,59	1,023	0,43619
VAR.INTER F1*2*3	131581	32	4111,906	1,027	0,43847
VAR.RESIDUELLE 1	600808,9	150	4005,393		

Tableau 3: Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur dose des trois extraits appliqués par contact sur la mortalité d'*A.fabae*.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
5.0	0	89,978	A		
4.0	0	69,267		B	
3.0	0	55			C
2.0	0	47,467			C
1.0	0	47,4			C

Tableau 4 : Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour l'effet de l'interaction des deux facteurs extrait-dose pour les extraits appliqués par contact sur la mortalité d'*A.fabae*.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES						
1.0 5.0	Cord 0	137,267	A						
1.0 4.0	Cord 0	90,867		B					
2.0 5.0	Celer 0	85,133		B					
2.0 2.0	Celer 0	70,2			C				
2.0 4.0	Celer 0	70,067			C				
1.0 3.0	Cord 0	61,2			C	D			
2.0 3.0	Celer 0	60,867			C	D			
3.0 1.0	Persl 0	53,467				D	E		
3.0 5.0	Persl 0	47,533				D	E		
3.0 4.0	Persl 0	46,867				D	E		
1.0 1.0	Cord 0	45,733				D	E		
2.0 1.0	Celer 0	43					E	F	
3.0 3.0	Persl 0	42,933					E	F	
1.0 2.0	Cord 0	42,467					E	F	
3.0 2.0	Persl 0	29,733						F	

Tableau 5 : Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur temps des trois extraits appliqués par voie de contact sur la mortalité d'*A.fabae*.

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES						
5.0	0	162,356	A						
4.0	0	79,511		B					
3.0	0	47,956			C				
2.0	0	16,067				D			
1.0	0	3,222						E	

Tableau 6 : Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour l'effet de l'interaction des deux facteurs extrait-temps des trois extraits appliqués par voie de contact sur la mortalité d'*A.fabae*.

F1 F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES							
1.0 5.0	Cord 0	202,6	A							
2.0 5.0	Celer 0	168		B						
3.0 5.0	Persl 0	116,467			C					
1.0 4.0	Cord 0	91,933				D				
2.0 4.0	Celer 0	87,8				D				
3.0 4.0	Persl 0	58,8					E			
1.0 3.0	Cord 0	58,133					E			
2.0 3.0	Celer 0	55,6					E			
3.0 3.0	Persl 0	30,133						F		
1.0 2.0	Cord 0	21,4						F	G	
2.0 2.0	Celer 0	15,667							G	
3.0 2.0	Persl 0	11,133							G	
3.0 1.0	Persl 0	4								H
1.0 1.0	Cord 0	3,467								H
2.0 1.0	Celer 0	2,2								H

Tableau 7 : Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur temps des trois extraits appliqués par voie systémique sur la mortalité d'*A.fabae*.

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
5.0	0	102,133	A		
4.0	0	46		B	
3.0	0	17,867			C
2.0	0	6,4			C
1.0	0	2,244			C

Tableau 8 : Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur extraits sur la mortalité des individus d'*A.faba* traités par contact.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0	Cord	75,507	A		
2.0	Celer	65,853		B	
3.0	Persl	44,107			C

Tableau 9 : Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur extrait sur la mortalité des individus d'*A.faba* traités par voie systémique.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Pers	47,747	A	
2.0	Celer	35,013	A	B
1.0	Cor	22,027		B