

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE 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 Végétaux

Sujet

**Evaluation de l'effet bioinsecticide de quatre Lamiacées
vis-à-vis du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763
(Homoptera - Aphididae)**

Présenté par : Mlle Si Ahmed Zahia

Devant le jury :

Présidente : M ^{me} MEDJDOUB-BENSAAD F.	Professeur	U.M.M.T.O.
Promotrice : M ^{me} BENOUFELLA-KITOUS K.	M.C.A.	U.M.M.T.O.
Co-promotrice : M ^{elle} BOUABIDA N.	Doctorante	U.M.M.T.O.
Examinatrice : M ^{me} BOUAZIZ-YAHIA TENE H.	M.C.B.	U.M.M.T.O.

Promotion : 2018/2019

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier dieu, le généreux, le tout puissant qui nous a donné la force et le courage, la volonté et les moyens nécessaires pour réaliser ce modeste travail ;

Je tiens tout d'abord à remercier ma promotrice Mme BENOUFELLA-KITOUS K., M.C.A. à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, qui par ses conseils précieux, ses remarques pertinentes et sa sensibilité même, a su me transmettre son expérience.

Je remercie la Co-promotrice Melle BOUABIDA N. Doctorante à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour son aide.

De même, je remercie Mme MEDJDOUB-BENSAAD F. Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, d'avoir honoré ce jury en acceptant de le présider.

Mes remerciements vont également à Mme BOUAZIZ-YAHIAÏTENE H. M.C.B. à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou qui a accepté d'évaluer et de juger ce travail.

Je tiens également à remercier Melle LAOUDI T. Doctorante à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour son aide dans l'analyse statistique.

Enfin, mes sincères remerciements vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, pour leur soutien et leurs encouragements, ... merci à tous.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

*Mes très chers parents en signe de reconnaissance et de
profonde gratitude pour tout ce qu'ils ont consenti d'efforts
et de moyens pour me voir réussir dans mes études ;*

Mon cher frère SOFIANE ;

Mes chères sœurs FATIHA et KATIA ;

Toute ma famille ;

Toutes mes amies sans exception ;

*Ma promotrice de l'U.M.M.T.O. qui doit voir dans ce
travail la fierté d'un savoir bien acquis ;*

*Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour
que ce projet aboutisse, je vous dis MERCI.*

zahia



Listes des figures

Figure 1 : Appareil végétatif de la fève (ORIGINALE, 2019).....	4
Figure 2 : Appareil reproducteur de la fève (ORIGINALE, 2019).....	6
Figure 3 : Principales maladies fongiques de la fève (ORIGINALE, 2019).....	12
Figure 4 : Insectes ravageurs de la fève (FRAVAL, 2006).....	14
Figure 5 : Colonie du puceron noir de la fève (ORIGINALE, 2019).....	15
Figure 6 : Adulte aptère du puceron noir de la fève (BERIM, 2004).....	17
Figure 7 : Adulte ailé du puceron noir de la fève (BERIM, 2004).....	18
Figure 8 : Représentation schématique du cycle de vie des pucerons (TURPEAU et <i>al.</i> , 2010).....	19
Figure 9 : Principaux prédateurs (RAMEL, 2012) et parasitoïdes de pucerons (FRAVAL, 2006).....	23
Figure 10 : Matériel utilisé au laboratoire (ORIGINALE, 2019).....	25
Figure 11 : Colonie du puceron noir de la fève <i>A.fabae</i> (ORIGINALE, 2019).....	26
Figure 12 : Graines de la variété Aguadulce (ORIGINALE, 2019).....	26
Figure 13 : Morphologie du Romarin (ORIGINALE, 2019).....	28
Figure 14 : Morphologie du Thym (ORIGINALE, 2019).....	29
Figure 15 : Morphologie de l'Origan (ORIGINALE, 2019).....	31
Figure 16 : Morphologie de la lavande (ORIGINALE, 2019).....	32
Figure 17 : Semis des graines de fève (ORIGINALE, 2019).....	33
Figure 18 : Méthode d'infestation des plants de fève par les pucerons (ORIGINALE, 2019).....	34
Figure 19 : Méthode d'obtention des extraits végétaux (ORIGINALE, 2019).....	35
Figure 20 : Préparation des doses (ORIGINALE, 2019).....	36
Figure 21 : Application du traitement (ORIGINALE, 2019).....	36
Figure 22 : Dénombrement des pucerons (ORIGINALE, 2019).....	37
Figure 23 : Préparation de l'infusé à 5 % (ORIGINALE, 2019).....	38
Figure 24 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités aux 5 doses de l'extrait de thym par	

voie de contact.....	40
Figure 25 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités aux 5 doses de l'extrait d'origan par voie de contact.....	41
Figure 26 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités aux 5 doses de l'extrait de romarin par voie de contact.....	42
Figure 27: Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités aux 5 doses de l'extrait de lavande par voie de contact.....	43
Figure 28 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de thym par voie de contact, en fonction du temps après traitement.....	44
Figure 29 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait d'origan par voie de contact, en fonction du temps après traitement.....	45
Figure 30 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de romarin par voie de contact, en fonction du temps après traitement.....	46
Figure 31 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de lavande par voie de contact, en fonction du temps après traitement.....	47
Figure 32 : Variation du taux de mortalité selon les extraits (thym, origan, romarin et lavande) appliqués par voie de contact sur les populations aphidiennes.....	48
Figure 33 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique ug /ml.....	51

Liste des tableaux

Tableau 1 : Pays producteurs de fève de 2013 à 2017 (FAO, 2019).....	8
Tableau 2 : Evolution de la superficie et production de la fève en Algérie (FAO, 2016).....	9
Tableau 3 : Superficie et production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (ANONYME, 2018).....	10
Tableau 4 : Résultats des réactions de Caractérisation phytochimique des quatre extraits végétaux	49
Tableau 5 : Concentration des polyphénols des extraits méthanoliques.....	52

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction1

Chapitre I : Généralités sur la plante hôte : *Vicia faba*

1. Position systématique.....	3
2. Description	3
3. Cycle biologique.....	6
4. Importance de la fève	6
5. Aspects économiques	7
6. Contraintes de la culture de fève.....	10

Chapitre II : Généralités sur le ravageur : *Aphis fabae*

1. Position systématique.....	16
2. Description	16
3. Cycle biologique	18
4. Dégâts causés par les Aphides	20
5. Lutte contre les Aphides	21

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Matériel d'étude	25
1.1. Matériel de laboratoire	25
1.2. Matériel biologique	26
2. Méthodes expérimentales.....	32
2.1. Dispositif expérimental	32
2.2. Méthode d'obtention des plantes de fève	32
2.3. Méthode d'infestation des plants de fève	33
2.4. Méthode d'obtention des extraits végétaux	33
2.5. Préparation des doses	35
2.6. Application du traitement.....	35
2.7. Dénombrement de la population d' <i>A. fabae</i>	36
3. Exploitation statistique des résultats.....	36
4. Analyses qualitative et quantitative de la composition des quatre extraits testés.....	36

4.1. Analyse qualitative des extraits testés (Screening phytochimique).....	37
4.2. Analyse quantitative des composés phénoliques.....	39

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultats	40
1.1.Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d' <i>A. fabae</i>	40
1.1.1. Extrait de thym	40
1.1.2. Extrait d'origan	41
1.1.3. Extrait de romarin	42
1.1.4. Extrait de lavande.....	43
1.2.Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d' <i>A.fabae</i>	44
1.2.1. Extrait de thym	44
1.2.2. Extrait d'origan	45
1.2.3. Extrait de romarin	46
1.2.4. Extrait de lavande.....	47
1.3.Effet de la nature de l'extrait sur les populations d' <i>A. fabae</i>	48
1.4.Résultats des analyses qualitatives des extraits testés (Screening phytochimique).....	48
1.5.Résultats des analyses quantitatives des polyphénols totaux des extraits méthanoliques.....	51
2. Discussion	52
Conclusion	55
Références bibliographiques	56
Annexe	

Introducción

Les légumineuses à graines sont une composante essentielle dans les systèmes de culture du bassin méditerranéen dont la fève et la féverole (*Vicia faba* L.) sont les plus cultivées

(KHARRAT et *al.*, 2002).

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

En Algérie, la fève reste la plus importante culture vivrière, couvrant une surface de 35147 hectares avec un rendement total de 46856 tonnes (FAO, 2019). La fève occupe la première place parmi les légumineuses en Algérie 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).

Cette légumineuse constitue un aliment très important surtout pour les populations à faibles revenus, qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéine d'origine animale (DAOUI, 2007). Elle peut être utilisée également dans l'alimentation animale pour combler le déficit azoté.

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).

Parmi les ravageurs, les insectes occupent une place importante, notamment, les pucerons. Le cycle de vie des pucerons témoigne de l'étonnante plasticité adaptative de ce groupe d'insectes, caractère qui contribue de manière considérable à leur succès en tant que ravageurs des plantes. L'une des caractéristiques originales de ces ravageurs est leur capacité à produire, dans une même colonie, des individus ailés et des individus aptères, qui accomplissent des fonctions écologiques différentes (WATTIER, 2013).

Les dégâts causés par les pucerons sont de deux ordres, soit directement, par la prise d'alimentation, soit indirectement, par la transmission des virus. L'injection de la salive lors de l'insertion des stylets, peut avoir des effets toxiques pour la plante hôte (COMEAU, 1992). Leurs attaques, se manifestent fréquemment par, des décolorations,

des nécroses et des déformations des feuilles et/ou des fruits (BONNEMAIN, 2010). Certains pucerons peuvent aussi perturber les processus de multiplication cellulaire et entraîner la formation de galles, servant de source de nutriments (DEDRYVER et *al.*, 2010).

La protection des cultures contre les pucerons a eu recours à divers moyens de lutte. Parmi ces moyens, l'utilisation des produits chimiques reste la technique la plus utilisée. Des effets indésirables de l'utilisation immodérée des pesticides ont été mis en évidence, y compris des dégâts sur la faune non cible, ainsi que des effets délétères sur la santé humaine. Dans certains cas, cette utilisation a même conduit à la prolifération des ravageurs du fait de la réduction des populations de leurs ennemis naturels qui limitent leur infestation (RYCKEWAERT et FABRE, 2001).

Ces dernières années, plusieurs recherches ont permis d'extraire des biopesticides d'origine végétale ; qui peuvent être utilisés dans le domaine de la protection phytosanitaire (CHERMENSKAYA et *al.*, 2010).

L'activité insecticide des extraits des plantes contre les aphides est étudiée à travers la littérature. SAIDJ et RAHMOUN (2010), BEKHTI et BELKACEM (2013), BENOUFELLA-KITOUS (2015) ont démontré la toxicité de quelques bio-pesticides d'origine végétale contre ces ravageurs.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail, ayant pour objectif de mettre en évidence l'activité insecticide de quatre extraits végétaux sur les populations aphidiennes, Les solutions testées sont prélevées à partir des feuilles de plantes aromatiques répandues en Kabylie, à savoir l'origan (*Origanum floribundum*), le thym (*Thymus numidicus*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*) et la lavande (*Lavandula stoechas*).

Après une introduction générale, notre 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 sera consacré à la méthodologie de travail. Le quatrième chapitre annoncera les résultats obtenus et la discussion de ces derniers. Enfin, cette étude se termine par une conclusion assortie de perspectives.

Chapitre I

*Généralités sur la plante hôte : *Vicia faba**

La famille des légumineuses est subdivisée en trois sous famille : Caesalpinideae, Mimosoideae et Papilionoideae ou Faboideae. Cette dernière inclue les légumineuses à graines dont *Vicia faba*L. (GEPTS et *al.*, 2005).

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

1. Position systématique

RETA SANCHEZ et *al.* (2008) rappellent que la fève est classée botaniquement comme suit :

Règne : Plantae
 Division : Magnoliophyta
 Classe : Magnoliopsida
 Ordre : Fabales
 Famille : Fabaceae
 Sous famille : Faboideae
 Tribu : Viciae
 Genre : *Vicia*
 Espèce : *Vicia faba* L.

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

- *Vicia faba* var. *minor*, ou féveroles dont les graines sont de petite taille à moyenne (poids de 1000 graines est inférieur à 800 grammes). Elles sont principalement cultivées pour l'alimentation animale ou comme engrais vert.
- *Vicia faba* var. *equina*, ou la févette. La graine est de taille moyenne et le poids de 1000 graines est inférieur à 1500 grammes.
- *Vicia faba* var. *major*, ou fève proprement dite se distingue par la taille importante de ses graines. Le poids de 1000 graines varie entre 1000 et 1500 grammes.

2. Description

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

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

2.1.Appareil végétatif

2.1.1. Racines

Le système racinaire de *V. faba* est formé par une racine principale pivotante et des racines secondaires portant des nodosités contenant des bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium leguminosarum*) (DUC, 1997 in KHELLOUL, 2014).

D'après CHAUX et FOURY (1994), le système racinaire de la fève peut s'enfoncer jusqu'à 80 cm de profondeur, les nodosités sont abondantes dans les 30 premiers centimètres (Fig.1a).

2.1.2. Tige

La tige est simple, dressée, creuse, de section quadrangulaire, sa hauteur est généralement comprise entre 0,80 à 1,20 m (CHAUX et FOURY, 1994). La tige est pourvue d'un ou plusieurs rameaux à la base et présente un type de croissance indéterminé (DUC, 1997 in KHELLOUL, 2014 ; BRINK et BELAY, 2006) (Fig.1b).

2.1.3. Feuilles

Les feuilles sont alternes, composées-pennées, constituées par 2 à 4 paires de folioles ovales, mucronées, sans vrille, de couleur vert glauque ou grisâtre (CHAUX et FOURY, 1994). Les feuilles sont accompagnées par des stipules bien visibles (BRINK et BELAY, 2006) (Fig. 1b).

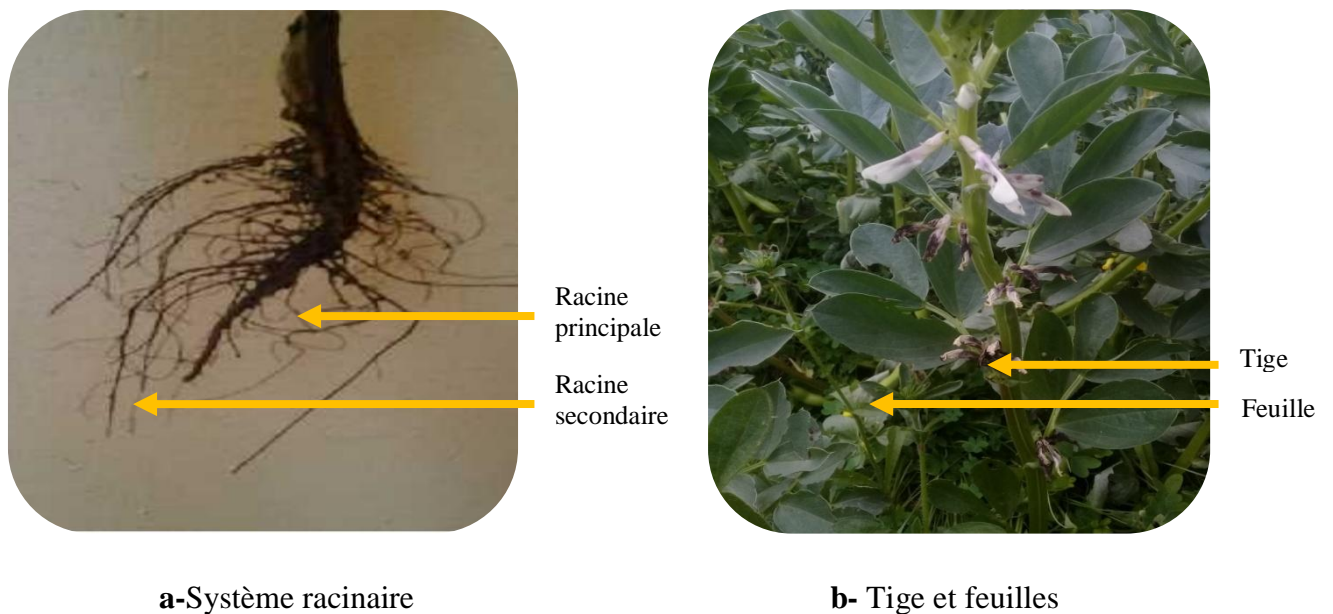


Figure 1 : Appareil végétatif de la fève (ORIGINALE, 2019)

2.1.Appareil reproducteur**2.2.1. Fleurs**

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 noire ou marron (DUC, 1997) (Fig. 2a).

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

2.2.2. Fruits

Les fruits sont des gousses charnues qui peuvent avoir de 10 à 20 cm de long selon les variétés et contenir un nombre variable de graines (4 à 9). A l'état jeune, les gousses sont de couleur verte puis noircissent à maturité (CHAUX et FOURY, 1994). Les gousses sont pourvues d'un bec et elles sont renflées au niveau des graines (BRINK et BELAY, 2006) (Fig. 2b).

2.2.3. Graines

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

Les graines possèdent un hile clair ou de couleur noire parfois entouré de taches de couleur marron (DUC, 1997) (Fig. 2c).



a- Fleurs de la fève



b- Gousses de la fève



c- Graines de la fève

Figure 2 :Appareil reproducteur de la fève (ORIGINALE, 2 019).

3. Cycle biologique

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

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

4. Importance de la fève

4.1.Importance nutritionnelle

Les légumineuses à graines permettent d'apporter au moins 33% des besoins humains en protéines alimentaires. Cette part est fournie essentiellement par les cultures du petit pois, du haricot, du pois chiche et de la fève (VANCE et *al.*, 2000).

La valeur nutritionnelle de la fève est attribuée à sa teneur élevée en protéines (20-25%) qui, contrairement aux céréales, sont riches en lysine et faibles en méthionine. Elles sont aussi une bonne source de glucides (50-60% d'amidon), de minéraux, de fibres et de

vitamines. Par contre, la proportion lipidique est faible (LARRALD et MARTINEZ, 1991). La fève constitue une source considérable d'énergie (344 Kcal/100g) et peut efficacement remplacer les protéines animales dans les pays pauvres (CHAIEB et *al.*, 2011).

4.2.Importance agronomique

Comme toutes les légumineuses, l'espèce *V. faba* assure sa nutrition azotée par deux voix : l'assimilation de l'azote minéral du sol et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Cette aptitude à fixer l'azote atmosphérique limite l'utilisation des engrais azotés qui sont coûteux pour l'agriculteur et néfastes pour la santé humaine et l'environnement (NOUAR, 2007). Plusieurs études agronomiques, entre autres celles conduites à l'ITAB (Institut Technique de la Culture Biologique) et au CREAB MP (Centre Régional de Recherche et d'Expérimentation en Agriculture Biologique de Midi-Pyrénées en France), affirment que l'espèce *V. faba* (fève ou féverole) est indifférente à la nature du précédent cultural. Ce qui la met, le plus souvent, en fin de rotation (PAPVC,2009inCHERIEF et BOHALILI, 2018).

4.3.Importance écologique

La fève est très sensible à la pollution du sol, ce qui en fait un modèle végétatif utilisé en écotoxicologie dans un grand nombre d'étude (NOURI, 2012). La fève est aussi employée pour étudier les réponses des marqueurs au stress oxydant (RADETSKI et *al.*, 2004) ; et d'autres mécanismes de défenses antitoxiques de la plante comme les phytochélatines (BERAUD, 2007).

5. Aspect économique

5.1.Dans le monde

Parmi les légumineuses, la fève est aujourd'hui parmi les plantes légumières les plus cultivées dans le monde. Sa superficie mondiale est estimée à 3 millions d'hectares dont plus de 50% se situent en Chine, 20% en Afrique du Nord et moins de 10% en Europe (ABU AMER et *al.*, 2011).

Tableau 1 : Pays producteurs de fève de 2013 à 2017 (FAO, 2019).

Pays	Production en milliers de tonnes				
	2013	2014	2015	2016	2017
Chine	1456000	1428700	1500000	1608903	1803019
Ethiopie	991700	838944	935481	878010	930633
Australie	377200	327700	283800	423527	373605
Royaume-Uni	270000	275649	270848	288955	302468
France	245001	278545	253017	198246	187681
Allemagne	59700	87600	133200	153700	188800
Soudan	156700	115630	106380	121412	110719
Egypte	157639	131475	119849	119104	112871
Italie	77948	74736	79972	100013	92767
Pérou	78673	81144	80526	71919	72818
Espagne	27800	38934	65532	69569	48468
Tunisie	68840	53764	41908	67000	64091
Algérie	42386	41389	44807	37598	46856
Mexique	33390	33071	34994	36970	32556
Syrie	30990	32911	34817	36794	36097
Guatemala	25637	26376	27011	27705	28415
Autriche	13651	21459	24641	27695	22962
Maroc	156670	166680	90279	26564	93400
Iran	12465	23563	18434	17573	17882
Argentine	16000	16039	16370	16416	16506

Le tableau 1 montre que la Chine est le premier pays producteur mondial de fèves avec une production de $1,803 \times 10^6$ tonnes en 2017 suivie par l’Ethiopie (930633 tonnes). L’Algérie est positionnée au 13^{ème} rang avec 46856 tonnes.

5.2. En Algérie

La culture de la fève et la fêverole en Algérie n'ont pas encore bénéficiées de toute l'attention nécessaire devant assurer leur développement et continuent d'être marginalisées à tel point que des régressions importantes en superficies ont été enregistrées depuis 1987. D'autre part, la productivité et la production (faible) n'ont pas connu d'amélioration, ce qui a engendré le recours aux importations pour satisfaire la consommation qui a nettement augmentée (MAATOUGUI, 1997).

En Algérie, bien que le rendement a clairement diminué ces deux dernières décennies avec 4.71 qx/ha (ITGC, 2010), la fève reste la plus importante et occupe toujours la première place parmi les légumes secs (BENACHOUR et al., 2007). Elle est cultivée sur les plaines

côtières et les zones sublittorales (ZAGHOUANE, 1991), avec une surface cultivée d'environ 375441 hectares, soit 48.29% de la superficie consacrée aux légumineuses, et une production pour la campagne 2012, qui dépasse les 405070 quintaux (ANONYME, 2013).

Les données statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève en Algérie pour la décennie 2006-2016 sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2 : Evolution de la superficie et production de la fève en Algérie (FAO, 2016).

Campagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2006-2007	31284	279735	8,9
2007-2008	30688	235210	7,7
2008-2009	32278	364949	11,3
2009-2010	34210	366250	10,7
2010-2011	37090	379820	10,2
2011-2012	36835	405070	11
2012-2013	37668	423860	11,2
2013-2014	37499	413889	11
2014-2015	39977	448070	11,2
2015-2016	35147	375980	10,7
Moyenne	35267,6	369283,3	10,39

D'après le tableau 2, la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève en Algérie est de 35267,6 ha. Elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi, dont la moyenne de dix années est de 369283,3 qx. Nous constatons également des fluctuations du rendement qui présente une moyenne de 10,39 qx/ha.

D'après ces données, le rendement maximal est noté durant la campagne agricole 2008-2009 avec 11,3 qx/ha. Par contre le rendement minimal est enregistré durant l'année 2007-2008 avec 7,7 qx/ha. Ces variations de rendement pourraient être expliquées par la mauvaise conduite des cultures, ainsi que les conditions climatiques.

5.3.A Tizi-Ouzou

Comme la plupart des régions d'Algérie, la culture de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou s'étend sur de grandes surfaces.

Les données statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève dans la Wilaya de Tizi-Ouzou, pour la décennie 2007-2017 sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Superficie et production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (ANONYME, 2018).

Campagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2007-2008	675	7440	11,02
2008-2009	727	8415	11,57
2009-2010	803	10222	12
2010-2011	819	10016	12
2011-2012	835	11644	14,50
2012-2013	894	11313	13
2013-2014	772	9840	13
2014-2015	467	6113	13
2015-2016	505	7404	15
2016-2017	518	7570	15
Moyenne	701,5	8997,7	13,009

D'après le tableau 3, la superficie moyenne réservée à la culture de la fève dans la Wilaya de Tizi-Ouzou durant la décennie 2007-2017 est de 701,5 ha. Elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi et dont la moyenne de dix années est de 8997,7 qx. Nous constatons également des fluctuations du rendement qui présente une moyenne de 13,009 qx/ha.

6. Contraintes de la culture de fève

La culture de fève subit des contraintes d'ordre culturales, socio-économiques, abiotiques et biotiques qui causent une instabilité du rendement et une baisse de la production.

6.1. Contraintes culturales

D'après ZAGHOUANE (1991), la conduite culturale des fèves subit des contraintes qui se caractérisent par :

1. L'absence de cultivars résistants.
2. L'indisponibilité de graines certifiées.
3. L'emploi très limité de fertilisants phosphorique et potassique (P_2O_5 et K_2O).
4. Le manque de machines de récolte et de battage adéquates qui fait que ces opérations sont effectuées à la main.

6.2. Contraintes socio-économiques

La culture de la fève impose des charges de mains d'œuvre élevées. De plus, les prix à la production offerts aux agriculteurs étaient insuffisants pour que cette culture soit vue comme profitable. De même que, très peu d'efforts financiers sont consentis pour cette culture par les agriculteurs qui en ont fait une culture marginalisée (MAATOUGUI, 1996).

6.3. Contraintes abiotiques

MAATOUGUI (1996) rapporte qu'en Algérie, les cultures de fève sont sujettes à des stress abiotiques importants notamment :

1. Les gelées printanières et le froid hivernal provoquant la coulure des fleurs et aussi la mortalité des plantes sur les hauts plateaux et parfois sur les plaines intérieures.
2. La chaleur est une contrainte dans les zones sahariennes, les hauts plateaux et dans les plaines intérieures où les vents chauds et secs (Sirocco) affectent la production.
3. La salinité au niveau des zones sahariennes où la fève est irriguée avec des eaux chargées en sodium d'où une réduction de la productivité par les effets néfastes du sodium sur les plantes.
4. La sécheresse aussi bien sur les hauts plateaux qu'au niveau des plaines littorales due à l'irrégularité et à l'insuffisance de la pluviométrie dans ces zones.

KHAN et *al.* (2010) signalent que la sécheresse est considérée comme la contrainte abiotique la plus importante qui nuit à la productivité des fèves.

6.4.**Contraintes biotiques**

Parmi les contraintes biotiques nous avons :

6.4.1. Maladies fongiques

Les maladies fongiques les plus importantes de la fève sont les suivantes :

6.4.1.1. Taches chocolat

Les taches chocolat est l'une des maladies les plus destructives affectant la fève. Cette maladie est causée par un champignon *Botrytis fabae* qui est présent près de toutes les zones de culture de la fève. Les premiers symptômes sont des taches de couleur brun foncé entourées par un anneau de couleur brun orangé sur les feuilles, les fleurs et les tiges. La sévérité de la maladie est favorisée par une température de 15-22°C et une humidité relative élevée (>80%). Ce champignon cause une défoliation et peut tuer la plante en seulement 2 jours (STODDARD et *al.*, 2010).

HANOUNIK et BISRI (1991) rapportent que dans les années 1997 en Syrie, les pertes dues à la maladie des taches chocolat ont obligé les agriculteurs à abandonner leurs cultures.

6.4.1.2. Ascochytose

L'ascochytose est une maladie causée par un champignon *Ascochyta fabae* qui peut entraîner jusqu'à 90% de pertes dans le rendement. Ce champignon attaque les graines ainsi que toutes les parties aériennes de la plante. Les dégâts sont une réduction de la surface photosynthétique, l'avortement des gousses et l'infestation des graines (SILLERO et *al.*, 2010).

Selon STODDARD et *al.* (2010), l'ascochytose est favorisée par une humidité relative élevée et une température optimale de 5-15°C. Cette maladie se caractérise par des lésions de couleur grise, présentant un anneau distinctif de couleur noire sur les feuilles et les tiges (Fig. 3a).

6.4.1.3. Rouille

Selon SILLERO et *al.* (2010), *Uromyces viciae fabae* est le champignon en cause de la rouille chez la fève, c'est l'une des maladies les plus sévères dans le monde.

Les attaques commencent habituellement en fin de saison au moment du remplissage des gousses et les pertes sont moindres par rapport aux attaques de début de saison qui sont plus sévères et peuvent occasionner des pertes de plus de 70% du rendement. La rouille se distingue par la présence de pustules de forme ovale, de couleur marron, de 1 mm de diamètre qui se développent à la surface des folioles, de la tige et des gousses (STODDARD et *al.*, 2010) (Fig. 3b).



a- Symptômes de l'Ascochytose (*Ascochyta fabae*) **b-** Symptômes de la rouille (*Uromyces* sur feuilles de fève *faba*) sur feuilles de fève

Figure 3 : Principales maladies fongiques de la fève (ORIGINALE, 2019)

6.4.2. Maladies virales

Les principales maladies virales de la fève d'après KUMARI et VAN LEUR (2011) sont :

- La mosaïque jaune du haricot (bean yellow mosaic virus : BYMV) transmise par les pucerons selon le mode non persistant.
- Le virus de l'enroulement des feuilles du haricot (bean leaf roll virus : BLRV) transmis par les pucerons selon le mode persistant.
- Le virus des taches de la fève (broad bean stain virus : BBSV) transmis par les coléoptères selon le mode non persistant.
- Le virus jaune nécrotique de la fève (fabae bean necrotic yellow virus : FBNYV) transmis par les pucerons selon le mode persistant.

6.4.2. Plantes Parasites

La fève peut être parasitée principalement par 3 espèces d'orobanche : *Orobanche crenata*, *Orobanche foetida* et *Phelipanche aegyptiaca* (PEREZ-DE-LUQUE et al., 2010).

L'orobanche peut produire jusqu'à 200000 graines, ces dernières restent en dormance dans le sol jusqu'à ce qu'elles reconnaissent les racines de leurs plantes hôtes et germent. Les plants d'orobanche adhèrent à la surface des racines de la plante hôte et finissent par pénétrer à travers le cortex, l'endoderme et le cylindre central par des pressions mécaniques et des activités enzymatiques (STODDARD et al., 2010).

MAALOUFI et al. (2011) rapportent que les différentes espèces d'orobanche sont des plantes holoparasites dépourvues de chlorophylle qui peuvent survivre et se développer en absorbant les glucides du phloème, l'eau et les minéraux du xylème de leur plante hôte.

Au cours des semaines suivantes, la plante parasitée développe un tubercule à la surface racinaire de la plante hôte produisant des pousses florifères qui émergent du sol et qui produisent des graines (STODDARD et al., 2010).

En Algérie, ce parasite cause des déprédations sur tout le littoral Algérois, la Mitidja et dans la zone sahélienne Oranaise (AIT-ABDELLAH et HAMADACHE, 1996).

6.4.4. Nématodes

Parmi les espèces de nématodes affectant la fève, le nématode des tiges (*Ditylenchus dipsaci*) est le plus fréquent et le plus destructif. Cet endoparasite présente 2 races : la race géante au spectre d'hôte limité et la race normale avec un large spectre d'hôte. La race géante est responsable de plus de dégâts par rapport à la race normale, particulièrement lorsque les graines semées sont infestées de nématode (SILLERO et al., 2010).

Le nématode des tiges cause un gonflement et une distorsion au niveau de la tige avec une décoloration des parties de la plante (STODDARD et *al.*, 2010).

6.4.5. Insectes ravageurs

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

6.4.5.1. Sitone du pois *Sitona lineatus* Linnaeus, 1758

Selon RACHEF et *al.* (2005), les sitones (Coleoptera, Curculionidae) sont des petits insectes très allongés de couleur grise, dont la dimension varie entre 2 et 8 mm.

Les adultes se nourrissent du feuillage des plantules en provoquant des encoches en forme de U. Les larves infestent les nodosités des racines réduisant la fixation de l'azote atmosphérique (WEIGAND et BISHARA, 1991) (Fig. 4a).

6.4.5.2. Bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boheman, 1833

RACHEF et *al.* (2005) rapportent qu'en Algérie, toutes les superficies cultivées en fève sont attaquées par la bruche (Coleoptera, Chrysomelidae). Ce ravageur occasionne d'importants dégâts où plus de 64 % des graines peuvent être infestées (Fig. 4b).

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



a-Adulte de la sitone du pois *Sitona lineatus* **b-**Adulte de la Bruche de la fève *Bruchus rufimanus*

Figure 4 : Insectes ravageurs de la fève (FRAVAL, 2006)

6.4.5.3. Puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763

Les pucerons sont un sérieux problème qui influence directement la productivité des fèves lorsque les infestations sont très sévères et demeurent l'une des causes indirectes de forts dégâts occasionnés par les virus dont ils sont vecteurs (MAATOUGUI, 1996).

Aphis fabae est l'un des ravageurs les plus importants de plusieurs cultures à travers le monde. Il provoque l'enroulement, le dessèchement et la chute des feuilles. Il peut également transmettre plus de 30 virus pathogènes (BLACKMAN et EASTOP, 2007).

Ce ravageur fera l'objet de prochain chapitre.



Figure 5 : Colonie du puceron noir de la fève (ORIGINALE, 2019)

Chapitre II

*Généralités sur le ravageur : *Aphis fabae**

Les pucerons ou aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde et qui s'est diversifié parallèlement à celui des plantes à fleurs dont presque toutes les espèces sont hôtes d'aphides (HULLE *et al.*, 1998). C'est dans les zones tempérées que l'aphidofaune est plus diversifiée (ORTIZ-RIVAS *et al.*, 2004), alors que ces insectes sont rares dans les régions tropicales et subtropicales (DEDRYVER *et al.*, 2010).

1. Position Systématique

Selon ILUZ (2001), Le puceron noir de la fève appartient au :

- Règne : Animalia
- Classe : Insecta
- Ordre : Homoptera
- Sous ordre : Sternorhyncha
- Super famille : Aphidoidea
- Famille : Aphididae
- Tribu : Aphidini
- Genre *Aphis*
- Espèce : *Aphis fabae* Scopoli, 1763

2. Description

Le corps des aphides est divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

➤ La tête

La tête porte généralement deux yeux composés volumineux et deux antennes. Elles sont formées de 6 articles généralement, quelquefois 3, 4 ou 5 (HULLE *et al.*, 1998). Les antennes peuvent être insérées directement sur le front ou sur des protubérances des vertex appelées tubercules frontaux latéraux. Certains articles antennaires possèdent des organes sensoriels, les sensoria ou rhinaries. Le nombre et la localisation des rhinaries et la longueur des antennes aident à la détermination des espèces, ainsi que la forme du front et des tubercules frontaux (LECLANT, 2000).

➤ Le thorax

Le thorax comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Il porte les trois paires de pattes. Chez l'ailé, le thorax porte également deux paires d'ailes membraneuses repliées en toit au repos. Chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique (HULLE *et al.*, 1998 ; TURPEAUAIT-IGHILET *et al.*, 2011).

➤ **L'abdomen**

Selon TURPEAU AIT-IGHIL *et al.* (2011), l'abdomen comporte dix segments difficiles à différencier. Le cinquième porte les cornicules et le dernier segment porte la cauda (HULLE *et al.*, 1998).

La cauda est une prolongation du dernier segment et sert à l'épandage du miellat (FRAVAL, 2006). Les cornicules, sont des tubes creux dressés, de forme et de longueur très variées (MONDOR et ROITBERG, 2002).

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

A. fabae peut se trouver sous une forme aptère et une forme ailée.

2.1. Forme aptère

La forme aptère du puceron noir de la fève mesure environ 2 mm (HULLE *et al.*, 1999). Elle est de couleur vert olive foncé à noir mat et recouverte d'une forte sécrétion cireuse blanche. Les cornicules sont coniques nettement plus longues que la cauda. Cette dernière est digitiforme et trapue (LECLANT, 1999) (Fig.6).



Figure 6 :Adulte aptère du puceron noir de la fève (BERIM, 2004)

2.2. Forme ailée

Sous sa forme ailée, *A. fabae* est plus allongée que l'aptere. Elle est de couleur sombre, avec des antennes courtes qui représentent environ les deux tiers de la longueur du corps (HULLE *et al.*, 1999). D'après LECLANT (1999), le troisième article antennaire porte un grand nombre de sensoria secondaires disposés irrégulièrement. Parfois il existe quelques

sensoria sur le quatrième article antennaire. Les cornicules sont noires. La cauda est courte, de couleur noire (Fig. 7).



Figure 7 : Adulte ailé du puceron noir de la fève (BERIM, 2004)

3. Cycle biologique

Les pucerons comptent parmi les rares animaux qui changent de mode de reproduction en fonction de la saison. Cette particularité leur apporte de nombreux avantages, physiologiques et évolutifs (SIMON *et al.*, 2007).

Le cycle évolutif des pucerons est dit hétérogonique, c'est-à-dire caractérisé par l'alternance d'une génération sexuée et d'une ou plusieurs générations parthénogénétiques (asexuées) (CHRISTELLE, 2007), avec une reproduction asexuée largement dominante sur la reproduction sexuée. Selon LAMBERT (2005), la conséquence de cette reproduction asexuée est une multiplication très rapide de la population de pucerons. Les femelles fécondées sont toujours ovipares, alors que les femelles parthénogénétiques sont vivipares (elles donnent directement naissance à de jeunes larves capables de s'alimenter et de se déplacer aussitôt produites).

Selon SIMON *et al.* (2007), il existe différents types de cycles de vie des pucerons selon les espèces. Certaines espèces accomplissent la totalité de leur cycle évolutif sur des plantes de la même espèce ou d'espèces très voisines ; elles sont dites monoeciques. Par contre, d'autres espèces nécessitent pour l'accomplissement de leur cycle complet deux plantes hôtes non apparentées botaniquement. Ces espèces sont dites hétéroeciques (ou dioeciques). La plante sur laquelle est pondue l'œuf d'hiver est appelée l'hôte primaire, l'autre étant l'hôte secondaire, généralement c'est une plante herbacée sur laquelle émigre les fondatrigènes ailées (Fig. 8).

Dans les régions tempérées, les pucerons présentent un cycle annuel complet (holocycle) à deux hôtes (dioécique). Dans les conditions défavorables de l'hiver, la plupart

des pucerons hivernent sous forme d'œufs sur les plantes vivaces ou dans les débris végétaux. Ils peuvent résister à des températures très basses de l'ordre de -10°C à -15°C . Certains hivernent sous forme de femelles adultes (EATON, 2009).

Les œufs fécondés éclosent au printemps et produisent une génération de femelles aptères appelées fondatrices qui s'installent sur les feuilles, les pousses, et parfois sur les fleurs (LABRIE, 2010). Ils commencent à fonder de nouvelles colonies en produisant des descendants par parthénogenèse. Celles-ci peuvent donner naissance à 10 femelles ou plus par jour (ANONYME, 2009). Parallèlement, les fondatrices adultes pondent elles-mêmes des larves qui donneront des adultes aptères appelés fondatrigènes (BAHLAI et *al.*, 2007). Plusieurs générations vont se succéder dans lesquelles apparaîtront des ailés qui iront contaminer les différents hôtes secondaires. Par parthénogénèse, les fondatrigènes engendrent un certain nombre de générations de femelles appelées virginogènes.

A l'automne, la diminution de la température, de la durée de jour et de la qualité du plant induit le retour des ailés vers leur hôte primaire et l'apparition des femelles capables d'engendrer des sexués. Ces sexupares produisent des mâles (ce sont des andropares) ou des femelles (gynopares) ou les deux (amphotères) (LABRIE, 2010). Généralement, le mâle est ailé et la femelle aptère. Cette femelle pond un œuf, l'œuf d'hiver. Ces œufs éclosent au printemps suivant et le cycle recommence (DEWEY, 2004 ; KLASS, 2009).

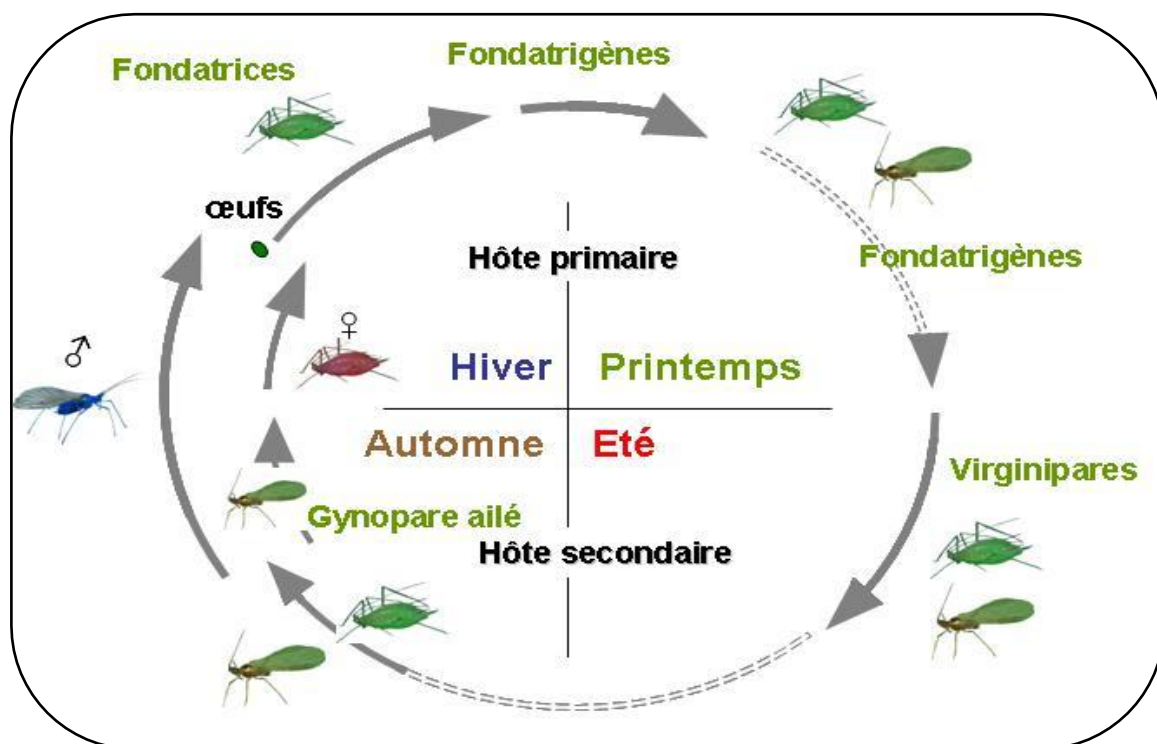


Figure 8 : Représentation schématique du cycle de vie des pucerons (TURPEAU AIT-IGHIL et *al.*, 2010)

4. Dégâts causés par les Aphides

Les pucerons sont à l'origine de pertes importantes chez les plantes cultivées. En zone tempérée, c'est presque toutes les plantes d'intérêt agricole qui sont susceptibles d'être touchées. D'après CHRISTELLE (2007) et EATON (2009), les pertes que causent les pucerons sont de deux types :

4.1. Dégâts directs

Les pucerons causent d'importants dommages cultureux en s'alimentant directement dans les éléments criblés du phloème, dans lesquels ils prélèvent la sève phloémienne riche en sucres, composés azotés et autres nutriments essentiels à leurs développement et reproduction (DINANT et *al.*, 2010).

L'alimentation phloémienne des pucerons sur la fève engendre un arrêt de croissance de la plante, l'enroulement et la chute prématurée des feuilles, la diminution du nombre de gousses et des graines ainsi qu'une réduction de la taille des graines (AKELLO et SIKORA, 2012).

En s'alimentant de la sève, les pucerons injectent continuellement des sécrétions salivaires toxiques dans les tissus de la plante hôte (TJALLINGII, 2006 ; GIORDANENGO et *al.*, 2010).

Les piqûres alimentaires sont également irritatives et toxiques pour la plante, induisant l'apparition de galles qui se traduisent par la déformation des feuilles ou des fruits et donc une perte de rendement (CHRISTELLE, 2007).

4.2. Dégâts indirects

Les dégâts indirects sont essentiellement de deux ordres qui sont :

4.2.1. Production de miellat et fumagine

Les produits non assimilés de la digestion de la sève, riches en sucre, sont éjectés sur la plante sous forme de miellat. Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante soit directement en bouchant les stomates, soit indirectement en favorisant le développement de champignons saprophytes. Ceux-ci provoquent des fumagines qui entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne ou souillent les parties consommables (fruits par exemple) et les rendent ainsi impropres à la commercialisation (CHRISTELLE, 2007; GIORDANENGO et *al.*, 2010)

4.2.2. Transmission des virus phytopathogènes

En se déplaçant d'une plante à une autre, les pucerons créent des contacts indirects entre végétaux distants et immobiles. Cette caractéristique a été efficacement exploitée par les

virus de plantes, incapables de se déplacer d'un hôte à un autre de façon autonome. Ainsi, de très nombreuses espèces virales utilisent l'action itinérante des pucerons pour se propager et se maintenir dans l'environnement (BRAULT et *al.*, 2007).

5. Lutte contre les Aphides

Plusieurs moyens de lutte peuvent être utilisés pour lutter contre les pucerons.

5.1. Lutte préventive

La lutte préventive se base sur les différentes pratiques culturales et l'entretien de la culture comme l'enfouissement pendant l'hiver des plantes ayant reçu des œufs d'hiver ainsi que la destruction par des hersages ou sarclages des plantes sauvages susceptibles d'héberger des espèces nuisibles aux plantes cultivées au début du printemps (WANG et *al.* 2000; LAMBERT, 2005).

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

5.2. Lutte curative

5.2.1. Lutte chimique

Pour réduire les dégâts causés par les insectes, l'utilisation des pesticides reste le moyen le plus largement utilisé et le plus efficace aujourd'hui (FERRERO, 2009).

Selon HULL et *al.* (1999), les principes de la lutte chimique reposent sur le choix des produits : ils doivent être avant tout sélectifs afin de préserver la faune utile. Ces produits doivent 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. Il est préférable que le choix porte sur des produits systémiques qui touchent même les pucerons protégés par l'enroulement des feuilles.

5.2.2. Lutte physique

La lutte physique signifie l'élimination du ravageur ou la détérioration physique de l'environnement de manière à le rendre inhospitalier ou inaccessible pour le ravageur, tels que le désherbage mécanique ou thermique et la désinfection à la vapeur (KUMAR, 1991).

5.2.3. Lutte biologique

5.2.3.1. Ennemis naturels

Les ennemis naturels d'*A.fabae* peuvent être classés en deux catégories : les prédateurs et les parasitoïdes. Les premiers se nourrissent en chassant les pucerons et les deuxièmes pondent à l'intérieur des pucerons et les larves s'y développent.

5.2.3.1.1. Prédateurs

Les prédateurs tuent et consomment leurs proies souvent aux stades larvaires. L'adulte peut soit avoir le même régime alimentaire que la larve (comme les forficules), soit être polliniphage, nectariphage, ou encore se nourrir de miellat des Homoptères (comme les syrphes). Les prédateurs sont généralement plus grands que leur proies (VINCENT et CODERRE, 1992 ; VAN DRIESCHE et BELLOWS, 1996 ; BOLLER et *al.*, 2004). Les espèces prédatrices les plus importantes se retrouvent principalement chez les Coléoptères (Fig. 9a ; Fig. 9b), les Névroptères (Fig. 9c ; Fig. 9d), et les Diptères (Fig. 9e) (BOIVIN, 2001).

5.2.3.1.2. Parasitoïdes

Les parasitoïdes représentent un groupe d'auxiliaires qui se développent sur ou dans un autre organisme « hôte » dont ils tirent leur moyen de subsistance. Quand l'insecte parasitoïde émerge de la momie en tant qu'adulte, il se nourrit habituellement sur le miellat, le nectar ou le pollen, bien que quelques adultes se nourrissent des fluides du corps des hôtes et que d'autres exigent de l'eau additionnelle (ALTIERI et *al.*, 2005 in ABEDJALIL et ABOUDDI, 2015).

Les principaux parasitoïdes de pucerons sont représentés par la sous famille des Aphidiinae (Hymenoptera : Braconidae) (Fig. 9g) et le genre *Aphelinus* (Hymenoptera : Aphelinidae) (Fig. 9h). Ces deux groupes pondent leurs œufs à l'intérieur du corps des larves et des adultes de leur hôte et dont le développement entraîne la mort de l'hôte (LE RALEC et *al.*, 2010).



a-Adulte de Coccinelle b- Larve de coccinelle



c-Adulte de Chrysopide d- Larve de Chrysopide



e- Adulte de Syrphe f- Larve de syrpe



g-Aphidiinae h-*Aphelinus abdominalis*

Figure 9 : Principaux prédateurs (RAMEL, 2012) et parasitoïdes de pucerons (FRAVAL, 2006)

5.2.3.2. Bio-insecticides

La lutte biologique peut être effectuée aussi avec des insecticides naturels, à base de pyrèthre, 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 la mort totale des pucerons (LAMBERT, 2005).

De même, le purin d'ortie est une solution idéale contre les pucerons. En arrosages préventifs, il renforce la plante qui se trouve ainsi moins exposée aux attaques. En pulvérisations, il constitue un insecticide naturel de premier ordre (FONTAINE, 2019). Selon le même auteur, les lavandes plantées au pied des rosiers ont un effet répulsif. Tout comme les feuilles de rhubarbe qui peuvent être utilisées en décoction. Les feuilles de tomates ont également le même effet répulsif.

Chapitre III :
Matériels et méthodes

L'objectif de ce travail est de tester l'effet biocide par pulvérisation de quatre extraits végétaux : le thym, le romarin, la lavande et l'origan à l'égard du puceron noir de la fève *A.fabae*. L'étude est réalisée au niveau du laboratoire de production, amélioration et protection des végétaux de la Faculté des sciences biologiques et sciences agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

1. Matériel d'étude

1.1. Matériel de laboratoire

Pour réaliser cette expérimentation, nous avons utilisé le matériel suivant :

- 63 pots de 10 cm de diamètre de 12 cm de hauteur pour le semis des graines, remplie à 1/4 avec du gravier et 3/4 avec de la tourbe.
- Une moustiquaire à 0.5 mm de diamètre pour couvrir la plante et empêcher les pucerons de se déplacer.
- Des tuteurs pour maintenir les plantes et le tissu perforé.
- Des élastiques pour attacher le couvert au pot.
- Des étiquettes collées sur les pots qui portent le nom de l'extrait utilisé, le numéro de l'échantillon et la dose du traitement.
- Des pinceaux pour poser les pucerons sur les plantes.
- Une loupe manuelle pour le dénombrement des pucerons.
- Un papier blanc au pied du plant afin de faciliter le comptage des individus morts.

Pour la préparation du traitement, nous avons utilisé de l'eau distillée, des pulvérisateurs et des pipettes (Fig. 10).



Figure 10 : Matériel utilisé au laboratoire (ORIGINALE, 2019)

1.2. Matériel biologique

1.2.1. Puceron noir de la fève *A.fabae*

Les pucerons traités aux extraits de lavande, d'origan, du thym et de romarin ont été prélevés dans une parcelle de fève au niveau de la Wilaya de Tizi-Ouzou (Fig.11).



Figure 11 : Colonie du puceron noir de la fève *A.fabae* (ORIGINALE, 2019)

1.2.2. Plante hôte : la fève *V. faba*

Ce sont des plants de fève obtenus après avoir semé les graines dans des pots au niveau du laboratoire. Ces graines de la variété Broad Beans Super Aguadulce, sont originaires d'Europe et ont été récoltées en 2018 (Fig.12).



Figure 12 : Graines de la variété Aguadulce (ORIGINALE, 2019)

1.2.3. Extraits végétaux

Le thym est récolté dans un jardin privé dans la région de Ouadhia situé à 35 km au sud de Tizi-Ouzou à une altitude de 425 m. L'origan se trouve au niveau des montagnes d'Ait Bouaddou (Ouadhia) à 828 m d'altitude. Le romarin est récolté au niveau de l'Institut des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou et la lavande dans un jardin situé à Boumerdes à 45 km à l'est d'Alger et à 52 km à l'ouest de Tizi-Ouzou à une altitude de 121 m.

1.2.3.1. Présentation du romarin *Rosmarinus officinalis* L.

Le mot *Rosmarinus* dérive du latin «Ros» : rosée et «Marinus» : marin ou de marin (BOUDJEMI, 2018).

Selon AIT YOUSSEF (2006), l'espèce *Rosmarinus officinalis* L. peut avoir différentes appellations :

Français: romarin

Arabe: iklil al-jabal, akilil, kelil, kill, hatssa louban, hassalban

Kabyle: iazir, aziir, azir, yazir, hasis lerneb

Anglais: rosemary (TEUSCHER *et al.*, 2005).

1.2.3.1.1. Classification

D'après QUEZEL et SANTA (1963 *in* BOUADJEMI, 2018), le romarin est classé comme suit :

Règne.....	Plantes
Embranchement.....	Spermaphytes
Sous embranchement.....	Angiospermes
Classe.....	Dicotylédones
Ordre.....	Lamiales (labiales)
Sous ordre.....	Lamiales
Familles.....	Lamiacées
Genre.....	<i>Rosmarinus</i>
Espèce.....	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.

1.2.3.1.2. Description

Selon TEUSCHER *et al.* (2005), le romarin est un sous-arbrisseau touffu, xérophyte, fortement rameux et toujours vert, à racines pivotantes, à tiges ligneuses, généralement érigées, pouvant atteindre jusqu'à 2 m de haut. Les feuilles sont linéaires et coriaces, opposées, assez semblables à des aiguilles de conifères (GERARD et FRANCOIS, 2009).

L'inflorescence est dite « spiciforme », en forme d'épi très court de fleurs groupées en grappes feuillées, axillaires ou terminales (AIT YOUSSEF, 2006) (Fig.13).



Figure 13 : Morphologie du Romarin (ORIGINALE, 2019)

1.2.3.2. Présentation du thym *Thymus numidicus*

Le nom thym signifie en latin : «parfumer» et en grec : «courage» (BENMADHI et ABIDA, 2018).

Selon LUCIENNE (2010), l'espèce peut avoir différentes appellations :

Français : thym

Arabe : z'hitra

Kabyle : taza3tart, z3itra

Anglais : common thyme, garden thyme (TEUSCHER et *al.*, 2005).

1.2.3.2.1. Classification

D'après MORALES (2002 *in* YAKHLEF, 2012), le thym est classé comme suit :

Règne :.....Plantes
 Sous-règne :.....Plantes vasculaires
 Embranchement :.....Spermaphytes
 Sous embranchement :.....Angiospermes
 Classe :.....Dicotylédones
 Sous classe :.....Dialypétales
 Ordre :.....Labiales
 Famille :.....Lamiacées
 Genre :.....*Thymus*
 Espèce :.....*Thymus numidicus*

1.2.3.2.2. Description

D'après LUCIENNE (2010), le thym est une plante ligneuse, mesurant de 10 à 30 cm de haut. Ses rameaux serrés, dressés et velus, sont recouverts de feuilles opposées courtement pétiolées, ovales, oblongues, glabres, ciliées à la base. Les fleurs sont rosées en capitules terminaux avec un calice glanduleux. L'odeur est thymolée, la saveur est chaude, aromatique et légèrement amère (Fig. 14).



Figure 14 : Morphologie du Thym (ORIGINALE, 2019)

1.2.3.3. Présentation de l'origan *Origanum floribundum*

Selon AIT YOUSSEF (2006), l'espèce *Origanum floribundum* peut avoir différentes appellations :

Français : origan, origan a inflorescence compacte

Arabe : zatar, za3tar, za'tar

Kabyle: zaateur, zaatar, azze3ter

Anglais : oregano, organy (TEUSCHER et *al.*, 2005).

1.2.3.3.1. Classification

Selon QUEZEL et SANTA (1963 *in* BEKKA, 2009), la classification d'*Origanum floribundum* est donnée comme suit :

Règne :..... Végétal
 Embranchement :..... Spermaphytes
 Sous embranchement :.....Angiospermes
 ClasseDicotylédonae
 Sous classe :.....Astéridae
 Ordre :..... Lamiales
 Famille :.....Lamiacées
 Genre :.....*Origanum*
 Espèce :.....*Origanum floribundum*.

1.2.3.3.2. Description

L'origan est une plante vivace, aromatique, à tige érigée, dressée, grêle, à section carrée, à arêtes saillantes, souvent rougeâtre de 20 à 80 cm de haut. Les feuilles ovales, pétiolées à bord peu denté, sont opposées et de grandeurs variable, les inférieures étant plus grandes (Fig.15). Les fleurs sont groupées en panicules très denses sur les rameaux, ce qui constitue un cas unique chez les labiées. L'odeur est agréable, la saveur aromatique âcre, un peu amère (LUCIENNE, 2010).



Figure 15 : Morphologie de l'Origan (ORIGINALE, 2019)

1.2.3.4. Présentation de la lavande *Lavandula stoechas*

Selon AIT YOUSSEF (2006), l'espèce *Lavandula stoechas* L. peut avoir différentes appellations :

Français : lavande stéchade, lavande sauvage

Arabe: halhal, helhal el djebel, meharga

Kabye : amezir, amezzir, âmezzir, timerza

Anglais : lavender

1.2.3.4.1. Classification

D'après QUEZEL et SANTA (1963 in BOUCHIKHI, 2011), la classification de *Lavandula stoechas* est la suivante :

Règne :.....Végétal
Embranchement :.....Phanérogames ou Spermaphytes
Sous embranchement :.....Angiosperme
Classe :.....Eudicots
Sous classe :.....Astéridées
Ordre :.....Lamiales
Famille :.....Lamiacées
Genre :.....*Lavandula*
Espèce :.....*Lavandula stoechas* L.

1.2.3.4.2. Description

La lavande est un sous-arbrisseau aromatique vivace généralement haut de 20 à 60 cm. Il est ligneux à la base, formant des touffes denses (AIT YOUSSEF, 2006). Les tiges étroites sont quadrangulaires à feuilles opposées et tendent à être plus vertes que grises (CHU et KEMPER, 2001). L'inflorescence en forme d'épis, brièvement pédonculée, est surmontée de grandes bractées stériles membraneuses de coloration bleu violette. Les fleurs placées à l'aisselle de bractées larges, rhomboïdales, de coloration violet pourpre. La corolle est pourpre noirâtre. Son odeur est aromatique, sa saveur âcre et amère (LUCIENNE, 2010) (Fig. 16).



Figure 16 : Morphologie de la lavande (ORIGINALE, 2019)

2. Méthode expérimentale

Le travail expérimental a commencé le 21/04/2019 par le semi des graines de fève, dans des pots au niveau du laboratoire.

2.1. Dispositif expérimental

En plus des 3 pots témoins (traités avec de l'eau distillée), le dispositif est formé de 60 pots traités par les quatre extraits (Origan, Thym, Romarin et Lavande) par voie de contact à raison de 15 pots pour chaque extrait. Ces derniers sont divisés en blocs aléatoires, dont chacun correspond à une dose, avec trois répétitions pour chaque dose (1%, 2%, 3%, 4% et 5%).

2.2. Méthode d'obtention des plants de fève

Le semi est réalisé dans des pots en plastique remplis à un $\frac{1}{4}$ de gravier et à $\frac{3}{4}$ de tourbe. Afin d'activer la germination, les grains de fève ont été imbibés dans de l'eau pendant 24 heures (Fig.17).



a- Trempage des graines de fève



b- Semis et arrosage



c- Levée



d- Jeune plante

Figure 17 : Semis des graines de fève (ORIGINALE, 2019)

2.3.Méthode d'infestation des plants de fève

L'infestation est effectuée le 02/05/2019, à partir des individus d'*A. fabae*. A l'aide d'un pinceau, les pucerons sont déposés avec soins sur les jeunes plants de fève, à raison de 40 pucerons par pied (Fig.18a). Chaque pot est recouvert avec un tissu moustiquaire afin d'éviter le déplacement des individus (Fig. 18b).



a- Infestation des plants



b- Couverture des pots

Figure 18 : Méthode d'infestation des plants de fève par les pucerons (ORIGINALE, 2019)

2.4.Méthode d'obtention des extraits végétaux

Chaque extrait végétal utilisé est obtenu à partir des feuilles des quatre plantes testées. Ces dernières sont séchées à l'abri de la lumière, puis broyées. Les poudres ainsi obtenus sont macérées à raison de 25 g par $\frac{1}{2}$ litre d'eau distillée pendant 24 heures. Les solutions obtenues sont filtrées puis sont stockées dans des bouteilles et gardées à l'obscurité (Fig.19).



a- Feuilles séchées



b- Broyage des feuilles



c- Poudre obtenue



d- Macération dans ½ L d'eau distillée



e- Filtration de l'extrait



f- Extrait brut

Figure 19 : Méthode d'obtention des extraits végétaux (ORIGINALE, 2019)

2.5. 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.20)

- La dose D1 : 1% correspond à 0,1 ml d'extrait de plante et 9,9 ml d'eau distillée.
- La dose D2 : 2% correspond à 0,2 ml d'extrait de plante et 9,8 ml d'eau distillée.
- La dose D3 : 3% correspond à 0,3 ml d'extrait de plante et 9,7 ml d'eau distillée.
- La dose D4 : 4% correspond à 0,4 ml d'extrait de plante et 9,6 ml d'eau distillée.
- La dose D5 : 5% correspond à 0,5 ml d'extrait de plante et 9,5 ml d'eau distillée.



Figure 20 : Préparation des doses (ORIGINALE, 2019)

2.6. Application du traitement

Le traitement est appliqué le 03/05/2019. Par pulvérisation des différentes doses des quatre solutions aqueuses sur les colonies d'*A. fabae* (Fig.21).



Figure 21 : Application du traitement (ORIGINALE, 2019)

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

Le dénombrement est effectué après traitement à l'aide d'une loupe manuelle (Fig. 22) Des observations quotidiennes sont effectuées. Elles ont permis de comptabiliser les individus morts et vivants.



Figure 22 : Dénombrement des pucerons (ORIGINALE, 2019)

3. Exploitation statistique des résultats

3.1. Analyse de la variance

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance à l'aide de logiciel STAT BOX version 6,3 pour déterminer l'action biocide des différents extraits aqueux utilisés sur le puceron noir de la fève (MOTHES et DAGNIELLE 1968 *in* BITOUCHE, 2015).

Si la probabilité (p) est :

$P > 0,05$, il n'y a pas de différences significatives.

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

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

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

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.

4. Analyses qualitative et quantitative de la composition des quatre extraits testés

Cette étude est complétée par un screening phytochimique, une extraction et un dosage des polyphénols.

La réalisation de cette partie a fait appel à un matériel composé d'un ensemble d'appareils, de réactifs de produits chimiques et de verreries.

Plusieurs méthodes sont utilisées pour extraire et caractériser les substances bioactives contenues dans les plantes testées au niveau de laboratoire Commun II.

Les feuilles des quatre plantes sont séchées puis réduites en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique. La poudre obtenue est conservée à l'abri de l'air et l'humidité, dans des bocaux en verre hermétiquement fermés.

Les différentes étapes de ce travail sont résumées comme suit :

4.1. Analyses qualitatives des extraits testés (Screening phytochimique)

La caractérisation des substances bioactives, appelée aussi screening phytochimique, est faite soit par précipitation soit par coloration. Pour cela, les tests, sont effectués soit sur la poudre, soit sur l'infusé à 5%. La méthode utilisée est adoptée par TONA *et al.*(1998) et LONGAGA *et al.*(2000).

4.1.1. Préparation de l'infusé à 5%

L'infusé est préparé comme suit : on met 5 g de poudre végétale dans 100ml d'eau distillée. La solution est filtrée dans un erlenmeyer par un papier filtre. Le filtrat est ensuite ajusté avec de l'eau distillée à 100ml (Fig. 23).

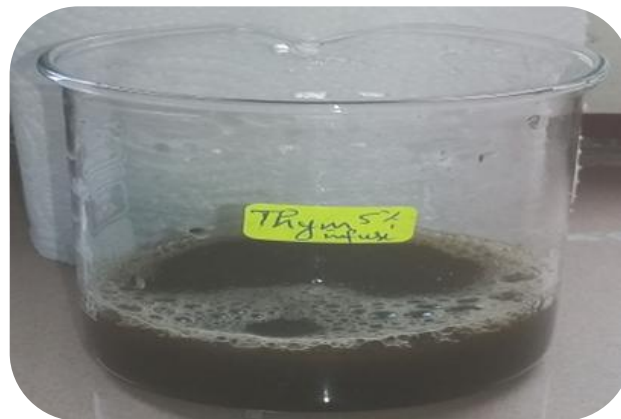


Figure 23 : Préparation de l'infusé à 5 % (ORIGINALE, 2019)

4.1.2. Identification des tanins totaux

Pour déterminer la présence des tannins totaux, on ajoute à 5 ml de chaque infusé quelques gouttes d'une solution de FeCl₃ (chlorure ferrique) à 5%. L'apparition d'une coloration bleu noire indique une réaction positive.

4.1.3. Identification des tanins galliques

Dans un tube à essai, on ajoute à 5ml de l'infusé 5g d'acétate de sodium et quelques gouttes de FeCl₃. L'apparition d'une coloration bleu foncée indique une réaction positive.

4.1.4. Identification des tanins catichiques

Dans un tube à essai, on ajoute à 15 ml de l'infusé, 7ml de réactif de Stiansy. Une coloration rouge se développe en présence des tanins catichiques.

1.4.5. Identification des flavonoïdes

La détection de la présence des flavonoïdes dans les extraits est faite par l'ajout à 5 ml de l'infusé 5 ml d'HCL, un coupon de Zinc et 1 ml d'alcool isoamylique. L'apparition d'une coloration rouge orangée indique une réaction positive.

1.4.6. Identification des anthocyanes

Dans un tube à essai, on ajoute à 5ml de l'infusé quelques gouttes d'HCL. L'apparition d'une coloration rouge indique une réaction positive.

1.4.7. Identification des saponosides

Dans un tube à essai, on ajoute à 2 ml de l'infusé quelques gouttes d'acétate de plomb. La formation d'un précipité blanc indique une réaction positive.

1.4.8. Identification des mucilages

On ajoute à un tube à essai contenant 1 ml de l'infusé 5 ml d'éthanol absolue. La formation d'un précipité floconneux indique une réaction positive.

1.4.9. Identification des irridoïdes

Pour ce test, 2 ml de l'infusé et quelques gouttes d'HCL concentré sont chauffés pendant quelque minutes. L'apparition d'une coloration bleue indique une réaction positive.

1.4.10. Identification des polyphénols

On rajoute à 2 ml d'infusé une goutte de Fecl3 a 2%. L'apparition d'une coloration bleue noirâtre indique la présence des polyphénols.

1.4.11. Identification des sucres réducteurs

Dans un tube à essai, on met 5 ml d'infusé et 5 ml de réactif de Fehling. L'ensemble est mis au bain marie pendant 3 minutes. L'apparition d'un précipité rouge brique indique une réaction positive.

1.4.12. Identification des caroténoïdes

Dans un tube à essai on ajoute à 10 ml d'infusé 3 ml d'HCL et 3 ml de H₂SO₄. La présence de caroténoïdes se traduit par une coloration vert bleu.

1.4.13. Identification des glucosides

Concernant les glucosides, 2g de poudre végétale sont humectés avec quelques gouttes d'acide sulfurique (H_2SO_4). L'apparition d'une coloration rouge brique indique une réaction positive.

1.4.14. Identification de l'amidon

Dans un erlenmeyer, on ajoute à 2g de poudre végétale quelques gouttes d'iode. L'apparition d'une coloration bleue violette indique une réaction positive.

1.4.15. Identification des protéines

Dans un bécher, on mélange 1g de poudre végétale avec 2 ml d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 20 %. Puis on rajoute quelques gouttes de $CuSO_4$ à 2%. La réaction donne une coloration violette avec une teinte rougeâtre en présence.

4.2. Analyses quantitatives des composés phénoliques

L'objectif de cette analyse est l'extraction et la détermination de la teneur en composés phénoliques dans les extraits de romarin, d'origan, de thym et de lavande.

Après avoir macéré 10 gramme de poudre dans 100ml de méthanol, suit la filtration au bout de 72h de macération, à l'aide d'un rota vapeur rotatif. A une température de 44 à 45°C, le méthanol est évaporé pour obtenir un extrait méthanoliques.

4.2.1. Principe de la réaction

Le dosage des polyphénols se fait avec le réactif de Folin-ciocalteu (FCR) (SINGLETON et ROSSI, 1999) qui en milieu alcalin se réduit en oxyde de tungstène et de molybdène donnant une couleur bleue en présence de polyphénols.

Le réactif FCR, constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$), est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en mélange d'oxydes de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}). La coloration bleue produite est proportionnelle à la teneur en phénols totaux et possède une absorption maximum aux environs de 750 -765 nm.

4.2.2. Mode expérimental

A 125 μ l de la solution d'extrait de plante, on rajoute 500 μ l d'eau distillée et 125 μ l de FCR. Après 3 mn, on rajoute 1250 μ l de carbonate de sodium (Na_2CO_3) et 1 ml d'eau distillée. On met par la suite le mélange à l'obscurité et on attend 90 mn + lecture à 760 nm.

Chapitre IV :
Résultats et discussion

Lors de ce travail, nous avons cherché à évaluer l'effet biocide de quatre extraits aqueux à partir des feuilles de plantes aromatiques : l'origan, le thym, le romarin et la lavande. Cette étude est réalisée à travers l'évolution de la mortalité des individus de pucerons exposés par voie de contact à différentes doses des quatre solutions. L'efficacité de ces derniers est testée selon plusieurs paramètres, à savoir la dose, le temps et la nature de l'extrait.

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 thym

Les taux de mortalité de la population d'*A. fabae* traitée à l'extrait de thym appliqué par pulvérisation sont illustrés dans la figure 24.

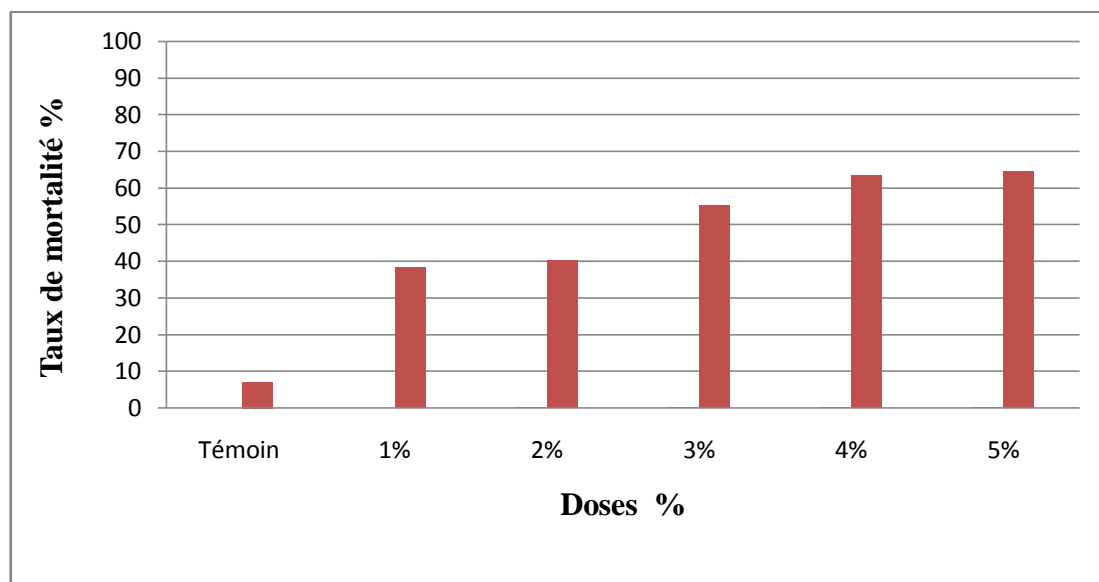


Figure 24 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités aux 5 doses d'extrait de thym par voie de contact

Le taux de mortalité des populations d'*A. fabae* traitées à base d'extrait de thym est très élevé comparé aux plants non traités (témoins). Ce taux augmente proportionnellement avec la dose où il atteint 64% de mortalité chez les populations traitées à la plus forte dose (5%) (Fig. 24).

L'analyse de la variance révèle que les différences du taux de mortalité des pucerons traités par l'extrait de thym appliqué en fonction de la dose (F1) sont très hautement

significatives avec une probabilité de $P = 0$, ainsi que leur interaction (F1) qui est hautement significative ($P=0,05301$, $0,001 \leq P \leq 0,01$)(Ann., Tab.2).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classes les doses appliquées dans trois classes différentes A, B et C. La dose de 5 % s'est révélé la plus efficace avec une moyenne de 34,38. Elle est classée de ce fait dans la catégorie A (Ann., Tab.2).

1.1.2. Extrait d'origan

Les résultats obtenus après traitement de la population d'*A. fabae* avec l'extrait d'origan sont illustrés dans la figure 25.

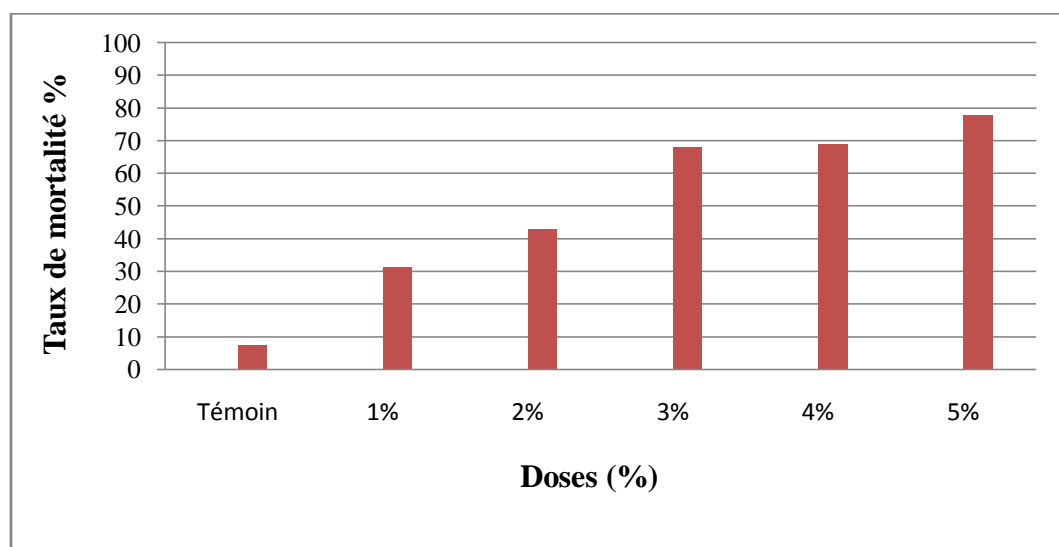


Figure 25 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités aux 5 doses d'extrait d'origan par voie de contact

D'après les résultats du traitement à base d'extrait d'origan, il apparaît que le taux de mortalité des populations d'*A. fabae* augmente proportionnellement avec la dose. Les doses de 3%, 4% et 5% ont un effet très efficace avec des taux de mortalité de 68% et 78% (Fig. 25).

L'analyse de la variance révèle que les différences du taux de mortalité des pucerons traités par l'extrait d'origan appliqué en fonction de la dose (F1) sont très hautement significatives avec une probabilité de $P = 0$, ainsi que leur interaction (F1) qui est hautement significative ($P=0,21738$, $0,001 \leq P \leq 0,01$)(Ann., Tab.5).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, classe les doses appliquées dans trois classes différentes A, B et C. La dose de 5 % s'est révélée la plus efficace avec une moyenne de 37,76. Elle est classée de ce fait dans la catégorie A(Ann., Tab.5).

1.1.3. Extrait de romarin

La figure suivante illustre l'évolution du taux de mortalité de la population d'*A.fabae* traitée à l'extrait de romarin en fonction des doses.

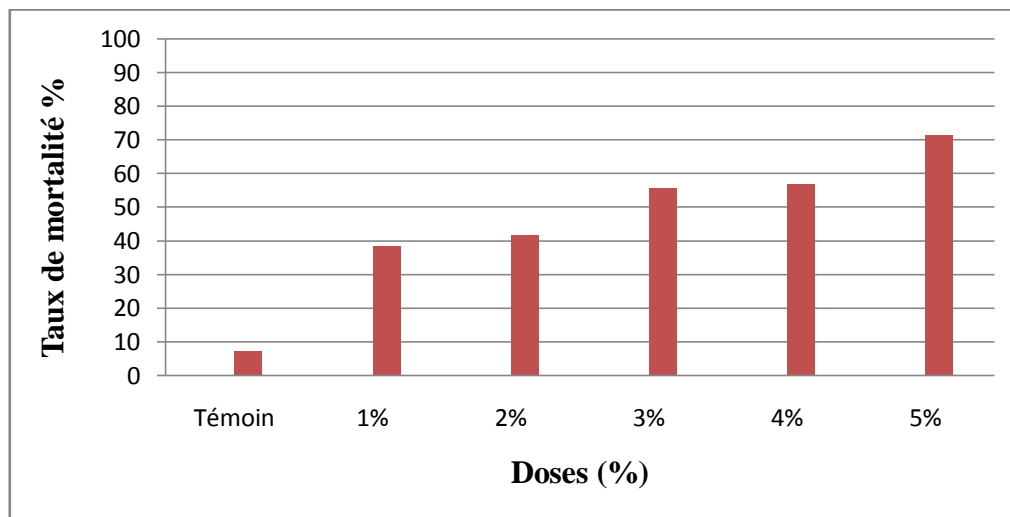


Figure 26 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités aux 5 doses d'extrait de romarin par voie de contact

Les résultats obtenus illustrés dans la figure 26 ont permis de constater que chez les populations d'*A.fabae* traitées avec l'extrait de romarin, le taux de mortalité s'accroît avec la dose. En effet, la dose de 5 % est la plus efficace avec un taux de mortalité de 71%.

L'analyse de la variance révèle que les différences du taux de mortalité des pucerons traités par l'extrait de romarin appliqué en fonction de la dose (F1) sont très hautement significatives avec une probabilité de $P = 0$, ainsi que leur interaction (F1) qui est hautement significative ($P=0,00413$, $0,001 \leq P \leq 0,01$)(Ann., Tab.8).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les doses appliquées dans quatre classes différentes A, B, C et D. La dose de 5 % s'est révélée la plus efficace avec une moyenne de 37,77. Elle est classée de ce fait dans la catégorie A(Ann., Tab.8).

1.1.4. Extrait de lavande

Les résultats obtenus après la pulvérisation de l'extrait de lavande sur les populations aphidiennes sont illustrés dans la figure 27.

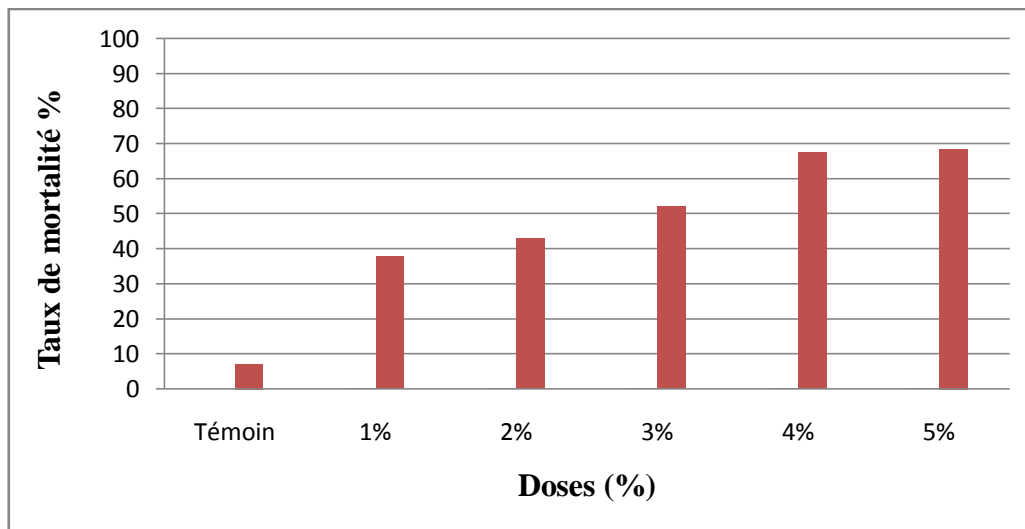


Figure 27 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités aux 5 doses d'extrait de lavande par voie de contact

D'après les résultats du traitement à base d'extrait de lavande, il apparaît que le taux de mortalité des populations aphidiennes augmente avec la dose. La dose de 5 % est la plus efficace avec 78% de mortalité (Fig. 27).

L'analyse de la variance révèle que les différences du taux de mortalité des pucerons traités avec l'extrait de lavande appliqué en fonction de la dose (F1) sont très hautement significatives avec une probabilité de $P = 0$, ainsi que leur interaction (F1) qui est hautement significative ($P=0,04002$, $0,001 \leq P \leq 0,01$) (Ann., Tab.11).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5 %, classe les doses appliquées dans trois classes différentes A, B, et C. La dose de 5 % s'est révélée la plus efficace avec une moyenne de 33,30. Elle est classée de ce fait dans la catégorie A (Ann., Tab.11).

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

1.2.1. Extrait de thym

L'efficacité de l'extrait de thym au fil du temps sur les pucerons aphidiennes est représentée dans la figure 28.

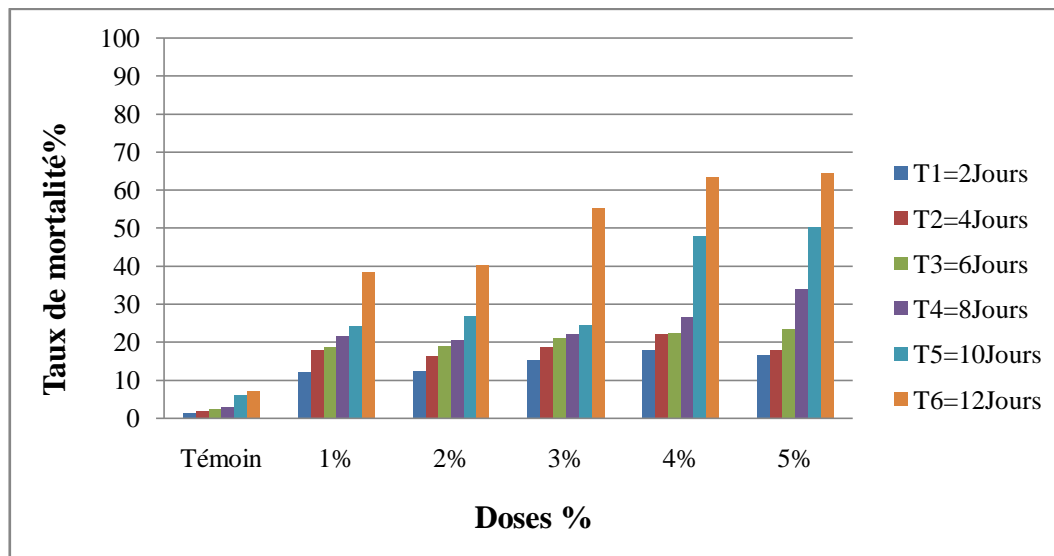


Figure 28 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de thym par voie de contact, en fonction du temps après traitement

L'évolution temporelle de la mortalité des populations d'*A. fabae* après l'application du traitement à l'extrait de thym est nettement plus élevée à la sixième observation, à savoir 12 jours après l'application (Fig. 29).

L'analyse de la variance des résultats enregistrés sur les populations traitées par l'extrait de thym montre que la variabilité de la mortalité en fonction du temps est très hautement significative avec une probabilité de $P = 0$, ainsi que pour l'interaction temps (F2) qui est hautement significative ($P = 0,0709$, $0,001 \leq P \leq 0,01$)(Ann., Tab.3).

Le test de NEWMAN-KEULS, au seuil de signification de 5%, regroupe le facteur temps en trois groupes homogènes avec la moyenne la plus élevée de 44,83 pour le 12^{ème} jour post traitement. Le temps T6 appartient de ce fait au groupe A(Ann., Tab.3).

1.2.2. Extrait d'origan

L'efficacité de l'extrait d'origan au fil du temps sur la population de pucerons est représentée dans la figure 29.

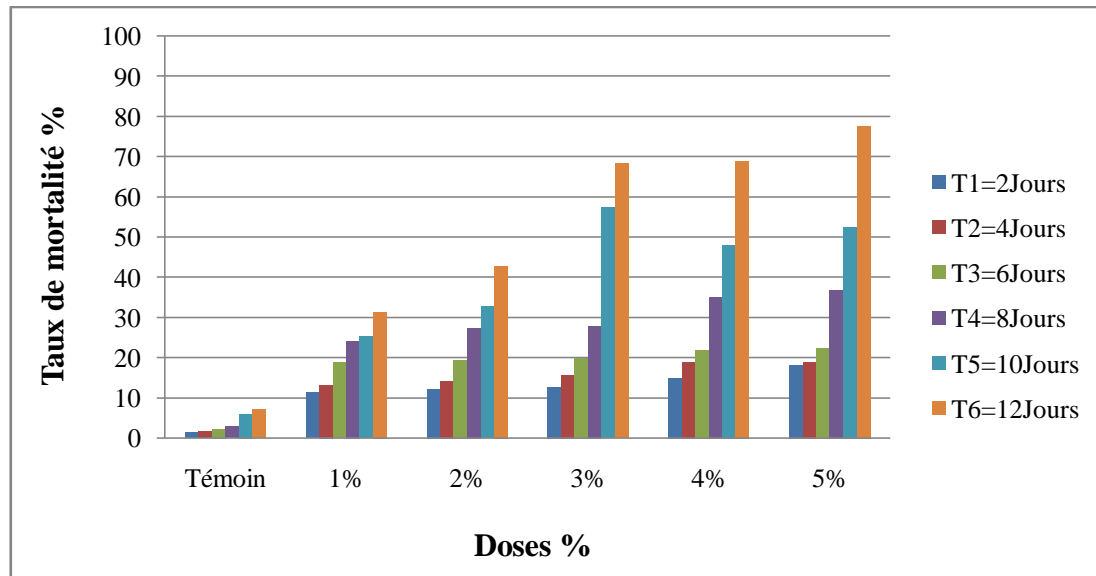


Figure 29: Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait d'origan par voie de contact, en fonction du temps après traitement

Les résultats représentés dans la figure 29 montrent que pour l'ensemble des doses, le taux de mortalité est linéaire au temps et les doses de 3%, 4% et 5% sont les plus efficaces durant cette évolution temporelle avec respectivement 68%, 69% et 78% de mortalité lors de la sixième observation (12 jours après le traitement).

L'analyse de la variance des résultats enregistrés sur les populations traitées par l'extrait d'origan montre que la variabilité de la mortalité en fonction du temps est très hautement significative avec une probabilité de $P=0$, ainsi que pour l'interaction temps (F2) qui est hautement significative ($P=0,05672$, $0,001 \leq P \leq 0,01$)(Ann., Tab.6).

Le test de NEWMA N et KEULS, au seuil de signification de 5%, regroupe le facteur temps en trois groupes homogènes avec la moyenne la plus élevée de 49,37 pour le 12^{ème} jour post traitement. Le temps T6 appartient de ce fait au groupe A(Ann., Tab.6).

1.2.3. Extrait de romarin

L'efficacité de l'extrait de romarin au fil du temps sur les populations de pucerons est représentée dans la figure 30.

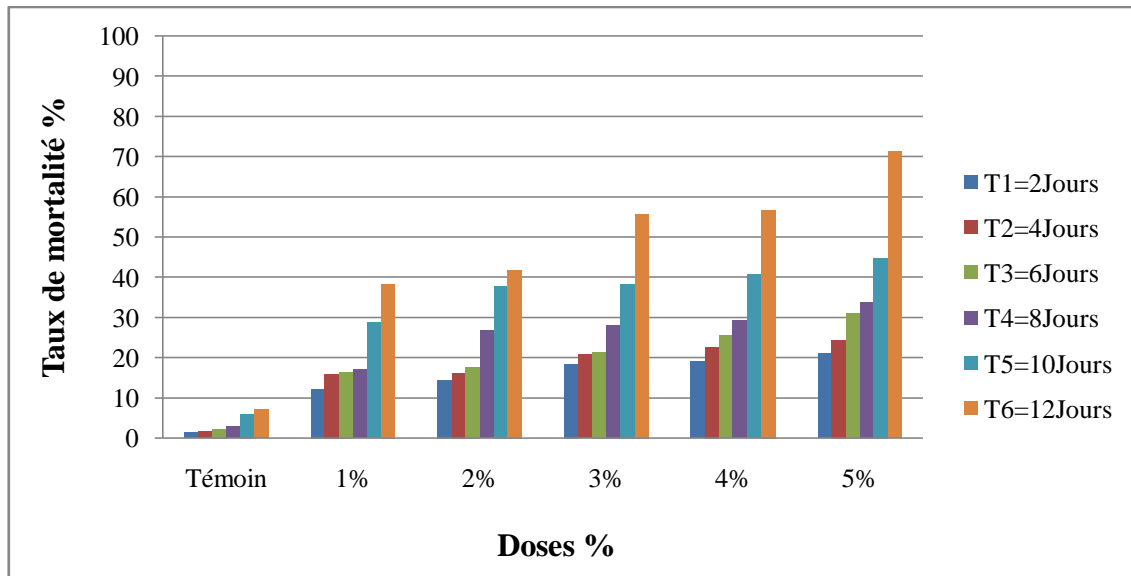


Figure 30 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de romarin par voie de contact, en fonction du temps après traitement

Les résultats obtenus dans la figure ci-dessus montrent que le taux de mortalité d'*A.fabae* traité à l'extrait de romarin dépend du temps.

L'analyse de la variance des résultats enregistrés sur les populations traitées par le romarin montre que la variabilité de la mortalité en fonction du temps est très hautement significative avec une probabilité de $P= 0$, ainsi que pour l'interaction temps (F2) qui est hautement significative ($P = 0,00473$, $0,001 \leq P \leq 0,01$)(Ann., Tab.9).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5%, regroupe le facteur temps en trois groupes homogènes avec la moyenne la plus élevée de 45,17 pour le 12^{ème} jour post traitement. Le temps T6 appartient de ce fait au groupe A(Ann., Tab.9).

1.2.4. Extrait de lavande

L'efficacité de l'extrait de lavande au fil du temps sur les populations de pucerons est représentée dans la figure 31.

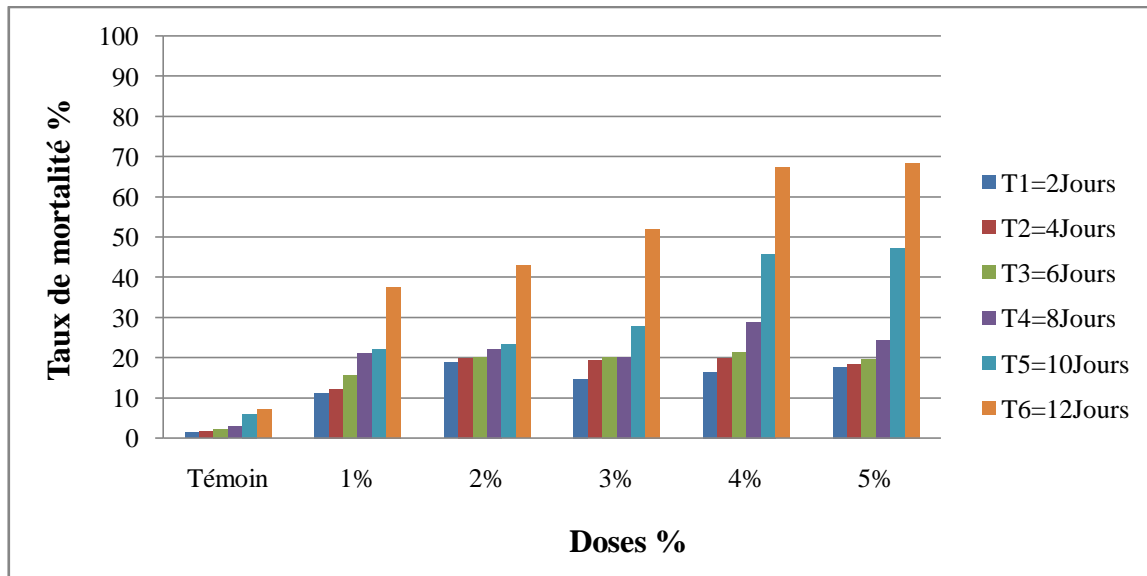


Figure 32 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de lavande par voie de contact, en fonction du temps après traitement

Selon les résultats obtenus et illustrés dans la figure 31, le taux de mortalité d'*A. fabae* traité à l'extrait de lavande dépend du temps. En effet, plus le temps passe et plus la mortalité est prononcée et les doses de 4% et 5% sont les plus efficaces avec une mortalité de 66% et 68% lors de la sixième observation.

L'analyse de la variance des résultats enregistrés sur les populations traitées par l'extrait de lavande montre que la variabilité de la mortalité en fonction du temps est très hautement significative avec une probabilité de $P=0$, ainsi que pour l'interaction temps (F2) qui est hautement significative ($P = 0,08165$, $0,001 \leq P \leq 0,01$)(Ann., Tab.12).

Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification de 5%, regroupe le facteur temps en trois groupes homogènes avec la moyenne la plus élevée de 45,89 pour le 12ème jour post traitement. Le temps T6 appartient de ce fait au groupe A(Ann., Tab.12).

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

La différence entre l'efficacité des quatre extraits : le thym, l'origan, le romarin et la lavande est illustrée dans la figure 32.

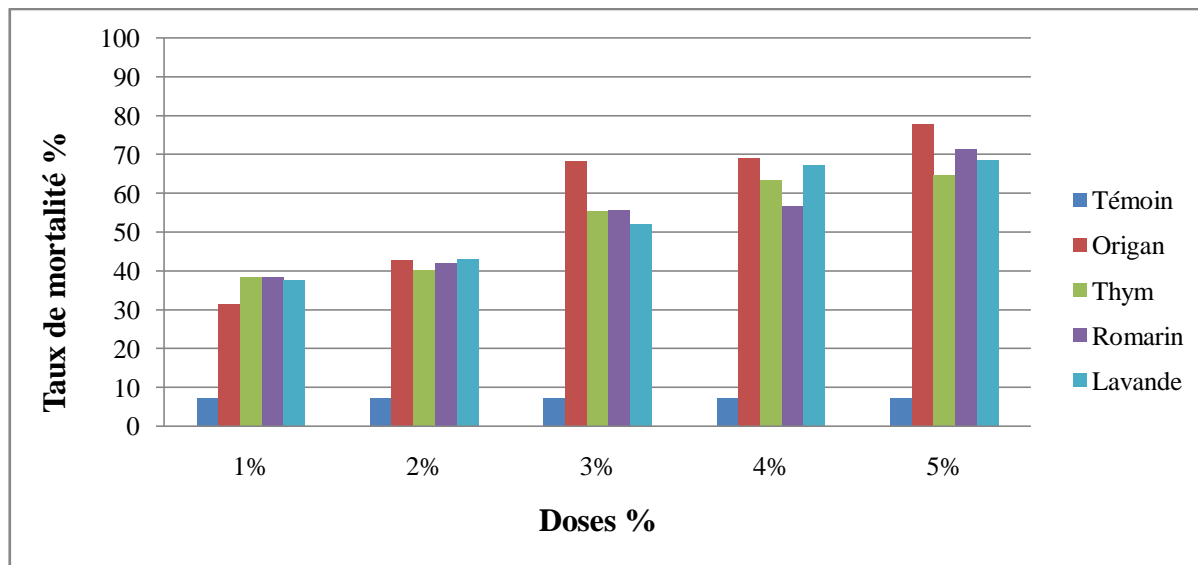


Figure 32: Variation du taux de mortalité selon les extraits (thym, origan, romarin et lavande) appliqués par voie de contact sur les populations aphidiennes.

Les résultats obtenus montrent que l'extrait d'origan manifeste une activité biocide assez importante à tous les doses où le taux de mortalité le plus élevé est 78% à la dose 5%.





























L'analyse de la variance révèle qu'il ya une différence très hautement significative entre les quatre extraits avec la probabilité de $P = 0,00785$ ($P \leq 0,001$) (Ann., Tab.13).





























Le test de NEWMAN et KEULS, au seuil de signification 5%, regroupe les quatre extraits dans deux groupes différents A et B avec les extraits d'origan et de romarin comme étant les plus efficaces, suivis par les extraits du thym et de la lavande (Ann., Tab.13).

1.4. Résultats des analyses qualitatives des extraits testés (Screening phytochimique)

Cette étude réalisée sur l'infusé et les poudres végétales des feuilles des quatre plantes testées a pour le but de détecter les classes des composés existants dans les feuilles, en utilisant des solvants de polarités qui sont basés sur des essais de solubilité, des réactions de coloration et de précipitation. Les résultats sont notés dans le tableau 4.

Tableau 4 :Résultats des réactions de Caractérisation phytochimique des quatre extraits végétaux

	Thym	Origan	Romarin	Lavande
Tanins totaux	 +	 +	 +	 +
Tanins catichiques	 +	 +	 +	 +
Anthocyanes	 -	 -	 +	 -
saponoside	 +	 +	 +	 +
Irridoïde	 -	 -	 -	 -
Mucilages	 +	 +	 +	 +
Sucres réducteurs	 +	 +	 +	 +

Flavonoïdes	 +	 +	 +	 +
Polyphénols	 +++	 +++	 +++	 +++
Caroténoïdes	 -	 -	 -	 -
Tanins galliques	 +	 +	 +	 +
Glucosides	 +	 +	 +	 +
Amidon	 +	 +	 +	 +
Protéines	 +	 +	 +	 +

(-) : absence de substance ; (+) : présence de substance ; (+++) : très forte teneur en substance

Selon les réactions de caractérisation phytochimique, nous pouvons mentionner la présence ou bien l'absence des principaux groupes phytochimiques au niveau des feuilles des quatre plantes étudiées. D'après les résultats obtenus, nous constatons que les quatre plantes présentent une très forte teneur en polyphénols ainsi que la présence des tanins (totaux, galliques, catéchiques), saponosides, mucilages, sucres réducteurs, flavonoïdes, glucosides, amidon et des protéines. Les anthocyanes sont présents uniquement dans le romarin. En revanche, nous notons une absence totale des caroténoïdes dans le thym, le romarin, l'origan et la lavande (Tab. 4).

1.5. Résultats des analyses quantitatives des polyphénols totaux des extraits méthanoliques

Cette analyse a comme objectif la détermination de la teneur des polyphénols totaux dans les extraits de thym, de romarin, d'origan et de lavande.

1.5.1. Dosage spectrale des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols est réalisé selon la méthode colorimétrique au réactif de Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 1999). L'acide gallique a été utilisé comme étalon (Fig.33).

En présence des polyphénols, le complexe Folin-Ciocalteu change sa couleur du jaune au bleu, ce qui permet de mesurer l'intensité de la couleur à longueur d'onde de 760 nm (HUANG et al., 2005).

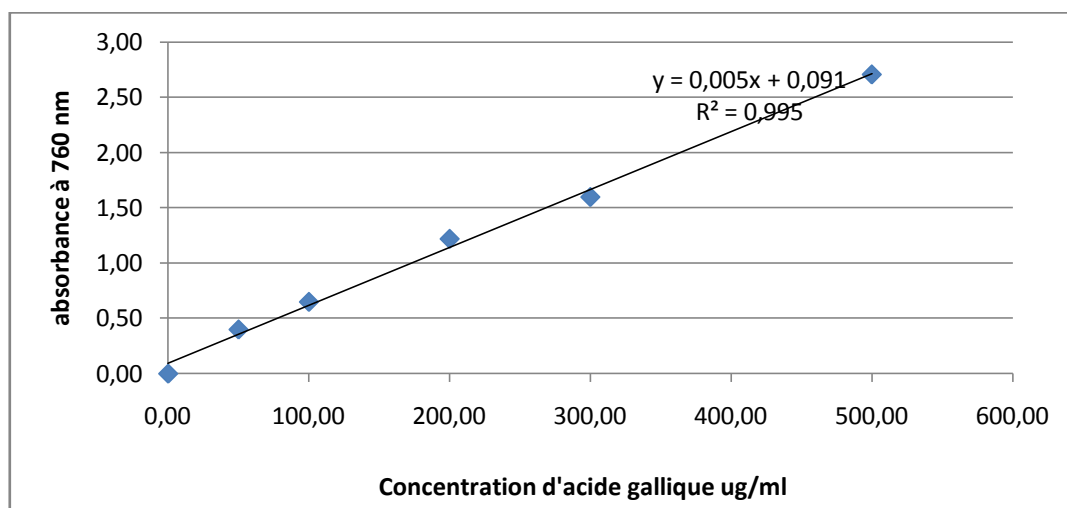


Figure 33 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique µg /ml

La quantité des polyphénols correspondante a été rapportée en microgramme d'équivalent de l'étalon utilisé par ml d'extrait (ugEq/ml d'extrait) et déterminé par l'équation de type : $y=ax+b$. Les résultats sont rapportés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Concentration des polyphénols des extraits méthanoliques

Nom de plante	Absorbance à 760 nm	Facteur de dilution	Concentration en ug /ml
Thym	0,438	0	69,53+2,08
Origan	1,184	0	218,73+0,22
Romarin	0,412	0	64,2+2,4
Lavande	0,652	0	112,2+0,266

D'après le tableau 5, les résultats du dosage des polyphénols montrent que les quatre extraits méthanoliques des plantes testées contiennent des teneurs très importantes en polyphénols qui varient entre 64,2 et 218,73 µg EAG/ml.

2. Discussion

Les quatre extraits aqueux utilisés (thym, origan, romarin et lavande) dans le présent travail se sont avérés toxiques vis-à-vis du puceron noir *A. fabae*.

La mortalité des populations aphidiennes dépend de la dose des extraits. En effet, cette étude montre que le taux de mortalité augmente proportionnellement avec l'augmentation de la dose. Pour les quatre extraits, les doses de 4% et 5% présentent les taux de mortalité les plus élevés. Ces taux varient entre 56,76% et 77,77%.

Les résultats obtenus par BEKHTI et BELKACEM (2014) qui sont en accord avec nos résultats démontrent que le taux de mortalité des populations d'*A. fabae* traitées à base d'extrait d'ail est très élevé. Selon ces auteurs, les doses de 10%, 20% et 30% ont un effet toxique faible, alors que la dose de 50% présente le taux de mortalité le plus élevé avec un pourcentage de 72,4%. De même, SAIDJ et RAHMOUNE (2010) montrent que la population d'*A. fabae* traitée à l'extrait d'ortie diminue au fur et à mesure que la dose de l'extrait végétal augmente. Ces auteurs notent qu'à la dose de 10%, le taux de mortalité obtenu est de 33% et qu'à la dose de 50%, ce taux s'élève jusqu'à 89,5%. Par ailleurs, YAHIAOUI (2010) note que

l'efficacité du traitement par les poudres du Lilas de perse (*Melia azedarach*) et du romarin augmente avec l'augmentation de la dose. Cet auteur note qu'aux doses de 10g, 33g, 66g de poudre de *M. azedarach*, les taux de mortalité sont respectivement de 91%, 96,5%, et de 98,7%. Ces taux sont de 82%, 90,9% et 97,9% pour la poudre de romarin appliqué respectivement aux mêmes doses (10 g, 33 g et 66 g).

L'évaluation du taux de mortalité des populations d'*A. fabae* traitées avec les quatre extraits (origan, thym, romarin et lavande) en fonction du temps montre que la mortalité augmente avec l'augmentation du temps. La mortalité la plus élevée est notée au temps T6 soit 12 jours après le traitement. Le temps T1 (2 jours après le traitement) présente le taux de mortalité le plus faible.

Nos résultats concordent avec ceux de SAIDJ et RAHMOUNE(2010) qui notent que les populations d'*A.fabae* traitées aux extraits d'ortie et de fougère diminuent lorsque la période après le traitement est longue. Ces auteurs signalent que le taux de mortalité des populations d'*A.fabae* 3 jours après l'application du traitement (29% pour l'extrait d'ortie et 31% pour l'extrait de fougère) est nettement plus faible que celui observé 6 jour après (89,5% pour l'extrait d'ortie et 97% pour l'extrait de fougère). De même, BITOUCHE(2015) affirme que le taux de mortalité d'*A. fabae* le plus faible est enregistré au temps T1, soit 3 jours après le traitement à base d'extrait de céleri. L'action toxique de ce dernier se révèle être la plus importante au temps T5, soit 15 jours post-traitement. Ces résultats vont également dans le même sens que ceux de YAKOUBI(2004), qui signale que les populations d'*A.faba* traitées à l'extrait alcaloïde de la stramoine, diminuent lorsque la période après traitement est longue. En effet, le taux de mortalité est de 84,02% 48 h après le traitement, de 92,38% après 72 h et une mortalité totale est enregistrée après une semaine.

Ces résultats ne sont pas en accord avec ceux de BAROFFIO et *al.* (2009), qui démontrent que l'efficacité du traitement à base de l'huile de sésame sur le puceron de sureau *Aphis sumbuci* diminue au fil du temps. Ces auteurs notent que les pourcentages d'ombelles attaqués par ce puceron après 2, 10, 17 et 27 jours de l'application du traitement sont successivement 5, 6, 29 et 36%. De même, BEKHTI et BELKACEM(2014) notent que la mortalité la plus élevée des populations d'*A. fabae* traitées à l'extrait de menthe poivrée est marquée au temps T1, soit 3 jours après le traitement.

En comparant les taux de mortalité obtenus après pulvérisation des différents extraits, nous remarquons que l'extrait d'origan semble être le plus toxique. Les résultats de BITOUCHE (2015) montrent que le biocide à base de céleri est 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*. BEKHTI et BELKACEM (2014) affirment que le taux de mortalité le plus faible correspond aux pots traités à l'extrait d'ail *Allium sativum* avec une moyenne de 126,3 individus morts à la dose 50%, équivalent à 72,4%. Cette différence de mortalité dépend de la nature de l'extrait car chaque extrait possède sa composition chimique spécifique.

En effet, l'étude qualitative et quantitative a montré que chacun des quatre extraits testés possède une composition chimique propre à lui.

Les résultats de l'analyse quantitative des polyphénols totaux sont similaires aux travaux de KHOLKHAL et al. (2013), qui ont étudié l'analyse phytochimique et l'évaluation anti-oxydante de *Thymus Ciliatus* ssp. *Coloratus*. Ces auteurs ont noté que la teneur des polyphénols dans cette plante est de 64,23 mg EAG/g. En 2016, dans une étude phytochimique et activité antibactérienne de deux espèces de lavande autochtones au Maroc : *Lavandula stoechas* et *Lavandula dentata*, BACHIRI et al. ont noté que ces deux espèces sont composées des teneurs de 150,34 mg/g et 184,02 mg/g respectivement en polyphénols. Lors d'une étude sur la teneur en polyphénols et évaluation de l'activité antioxydant des extraits de deux espèces du haut atlas du Maroc : *Rosmarinus officinalis* et *Thymus satureioides*, FADILI et al. (2015) ont mentionné que les deux plantes sont riches en polyphénols pour toutes les fractions étudiées et que la concentration des polyphénols varie entre 21,66 ± 2 mg à 185,71 ± 4 mg.

Conclusion

De ce travail portant sur l'étude de l'effet bioinsecticide et la composition chimique de quatre plantes aromatiques à savoir l'origan, le thym, le romarin et la lavande sur les colonies du puceron noir de la fève (*A. faba*), il ressort que :

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

L'efficacité du traitement appliqué augmente proportionnellement avec l'augmentation de la dose. Les doses 3%, 4% et 5% représentent les doses les plus toxiques.

L'efficacité des biocides appliqués est proportionnellement au temps. Pour les quatre extraits testés les taux de mortalités enregistrés le 12^{ème} jour après le traitement sont beaucoup plus élevés que ceux enregistrés le 2^{ème} jour après le traitement.

L'effet biocide des extraits semble dépendre de la dose, du temps et de la nature de l'extrait.

L'étude des différents métabolites secondaires présents dans les plantes aromatiques par des tests qualitatifs révèle la présence des flavonoïdes, des tannins, des saponosides, des glucosides, du mucilage, des sucres réducteurs, des polyphénols, de l'amidon et des protéines.

L'analyse quantitative des polyphénols totaux montre que les quatre extraits méthanoliques des plantes testées contiennent des teneurs très importantes en polyphénols qui varient entre 64,2 et 218,73 $\mu\text{g EAG/ml}$.

En perspectives, il serait intéressant de tester l'efficacité insecticide des extraits végétaux en plein champ et sous abri-serre dans les conditions non contrôlées afin de tester l'interaction des différents facteurs biotiques et abiotiques. Il serait également intéressant de tester d'autres extraits végétaux afin d'évaluer leur toxicité vis-à-vis des insectes ravageurs.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

ABU-AMER J.H., SAOUB H.M., AKASH M.W. et AL-ABDALLAT A.M., 2011. Genetic and phenotypic variation among faba bean landraces and cultivars. *International Journal of Vegetable Science*, 17: 45-59.

AIT-ABDELLAH F. et HAMADACHE A., 1996. Effet de la période de semis, de la variété et de l'utilisation du Glyphosate sur le contrôle de l'orobanche chez la fève (*Vicia faba L.*) dans une zone sub-humide. *Céréaliculture*, 29: 21-25.

AIT YOUSSEF M., 2006. Plante médicinales de Kabylie. Ed. IBIS Press. Paris. 349p.

AKELLO J. et SIKORA R., 2012. Systematic acropetal influence of endophyte seed treatment on *Acyrtosiphon pisum* and *Aphis fabae* offspring development and reproductive fitness. *Biological Control*, 61: 215-221.

AMIRAT N., TEBBOUB S. et SEBTI M., 2011. Effet insecticides des huiles essentielles chémotypées de deux plantes aromatiques *Lavandula stoechas* et *Origanum glandulosum* de la région de Djidjel. Communication affichée. Année Internationale des forêts. 1p.

ANONYME, 2009. Fiche technique : les pucerons, Protection Biologique Intégrée (PBI) en cultures ornementales. France.

ANONYME, 2013. Institut technique des grandes cultures d'El Harrach Alger.

ANONYME, 2018. Direction des Services Agricoles de Wilaya de Tizi-Ouzou. 1p.

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

BACHIRI L., ECHHEGADDA G., IBIBIJEN D. et NASSIRI L., 2016. Etude Phytochimique Et Activité Antibactérienne De Deux Espèces De Lavande Autochtones Au Maroc : «*Lavandula stoechas L.* et *Lavandula dentata L.*». *European Scientific Journal*, 12: (30) 1857- 7431.

BAHLAI C.A., WELSMAN J.A., SCHAAFSMA A.W. et EARS M.K., 2007. Développement of soybean aphid (Homoptera: Aphididae) on its primary overwintering host, *Rhamnus cathartica*. *Environmental Entomology*, 36: 998-1006.

Références bibliographiques

BAROFFIO C.A., MITAZ C. et CARLEN E., 2009. Stratégie de lutte contre le puceron de sureau *Aphis sumbuci*. Arboriculture. Horticulture. 41 (6) :351-354.

BEKHTI R. et BELKACEM D., 2013. Evaluation de l'effet biopesticide de trois extraits végétaux : l'ail (*Allium sativum*), menthe poivrée (*Mentha piperita*) et la lavande dentée (*Lavandula dentata*) vis-à-vis du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera, Aphididae). Mémoire de Master en Science biologiques. Université de Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 34 p.

BEKKA F., 2009. Effet des huiles essentielles d'*Origanum glandulosum* Desf. et d'*Artemisia herba alba* Asso. sur des bactéries multi résistantes. Mémoire de Magister en Microbiologie Appliquée Université Abderrahmane Mira de Béjaia.126p.

BENACHOUR K., LOUADI K. et TERZO M., 2007. Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenoptera: Apoidea) dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba* L. var. *major*) (Fabaceae) en région de Constantine (Algérie). Annales de la Société Entomologiques de France. 43(2) : 213-219.

BENMADHI Z. et ABIDA H., 2018. Effet des extraits de *Thymus vulgaris* chez *Escherichia coli* Responsable des infections uro-génitales. Mémoire de Master en Science Biologique. Université de Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 58p.

BENOUFELLA-KITOUS K., 2015. Bioécologie des pucerons de différentes cultures et de leurs ennemis naturels à Oued-Aissi et Draa Ben Khedda (Tizi-Ouzou). Thèse de Doctorat. E.N.S.A. El Harrach, Alger. 33p.

BERAUD E., 2007. Etude des effets écotoxiques et de l'induction des phytochélatines chez *Vicia faba* L.(Fabaceae) expose au cadmium. Application de test Viciamicronoyaux à des matrices. Mstz. Université de Mets 107p.

BITOUCHE A., 2015. Etude de l'effet biocide de trios extraits végétaux: la coriandre (*Coriandrum sativum*), le persil (*Petroselinum crispum*) et le céleri (*Aphium graveolens*) vis-à-vis au puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera : Aphididae). Mémoire de Master en science Agronomiques. Université de Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 60p.

BLACKMAN R.L. et EASTOP V.F., 2007. Taxonomie issues (Chapter 1). In: **VAN EMDEN H.F. et HARRINGTON R.** Eds. Aphids as Crop Pests. CABI International. Oxford shire, U.K. 968-1003.

Références bibliographiques

BOUADJEMI K., 2018. Etude comparative des différentes parties de la plante romarin «*Rosmarinus officinalis*» par rapport aux pouvoirs antibiotiques sur le yaourt. Mémoire de Master en science Agronomique Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.38p.

BOUCHIKHI T., 2011. Lutte contre la bruche du haricot *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera, Bruchidae) et la mite *Tineola bisselliella* (Lepidoptera, Tineidae) par des plantes aromatiques et leurs huiles essentielles. Thèse de doctorat. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen.128p.

BRAULT V., BLANC S. et JACQUOT E., 2007. Comment les pucerons transmettent les maladies virales aux plantes. *Biofuture*, 279 : 40-44.

BRINK M. et BELAY G., 2006. Ressources végétales de l'Afrique tropicale 1 : céréales et légumes secs, Prota, Pays bas, 327 : 221-223.

CHAIEB N., BOUSLAMA M. et MARS M., 2011. Growth and yield parameters variability among faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *J. Nat. Prod. Plant Resour.* 1 (2): 81-90.

CHAUX C. et FOURY C., 1994. Production légumières secs, Tome 3, légumineuses potagères, légumes, fruits. Ed. Lavoisier. 484p.

CHERIEF A. et BOUHALILI M., 2018. Effet de stress salin sur les paramètres morpho-physiologique, et biochimiques chez la fève *Vicia faba* L. Mémoire de Master en Science Biologiques. Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem.84p.

CHERMENSKAYA T.D., STEPANYCHEVA E.A., SHCHENIKOVA A.V S.H. et CHAKAEVA A. 2010. Insectoacaricidal and deterrent activities of extracts of Kyrgyzstan plants against three agricultural pests. *Industrial Crops Products*, 32: 157 - 163.

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.

CHU C.J. et KEMPER K.J., 2001. *Lavender* (*Lavandula* spp.). Longwood Herbal Task Force. 32p.

Références bibliographiques

COMEAU A., 1992. La résistance aux pucerons: aspects théoriques et pratiques. In: Morin G (éd), La lutte biologique. Canada, 433 - 449.

DEBUIGNE G. et COUPLAN F., 2009. Petit Larousse des plantes médicinales. Ed Larousse. Paris. 162p.

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. Université Louvain. 227p.

DEDRYVER C.A., 2007. Pucerons : des dégâts et des hommes. Pucerons les connaître pour mieux les combattre. *Bio futur*. 279: 21-57.

DEDRYVER C.A., 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*, 539-553.

DEWAY M., 2004. Aphids. Ed. cooperative extension ENT-20, university of delaware.

DINANT S., BONNEMAIN J.L., GIROUSSE C. et KEHR J., 2010. Phloem sap intricacy and interplay with aphid feeding. *C. R. Biologies*. 333: 504-515.

DRIDI B.A.M., LOUMEREM M., HOUIMLI S.I.M., JABBES N. et TLAHIG S., 2011. Caractérisation phénol-morphologique de quelques lignées de fève (*Vicia faba* L.) sélectionnées et adaptées aux conditions de cultures dans les régions arides en Tunisie. *Africa focus*.24 (1):72.

.DUC G., 1997. Faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research*. 53: 99-109.

ZATON A., 2009. Aphids. University of New Hampshire (UNH). Cooperative Extension Entomology Specialist.

FADILI K., AMALICH S., N'DEDIANHOUA S.K., BOUACHRIN M., MAHJOUBI M., EL HILALI F. et ZAIR T., 2015. Teneurs en polyphénols et évaluation de l'activité antioxydants des extraits de deux espèces du Haut Atlas du Maroc: *Rosmarinus Officinalis* et *Thymus Satureioides*. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 17: 24-33.

FAO. Food and Agriculture Organisation.

Références bibliographiques

FERRERO M., 2009. Le système tritrophique tomate tétranyques tisserands-Phytoseiulus longipes : Etude de la variabilité des comportements alimentaires du prédateur et conséquences pour la lutte biologique. Thèse doctorat, Montpellier.

FONTAINE H., 2019. La lutte bio contre les pucerons : décoction, auxiliaires.

FRAVAL A., 2006. Les pucerons. *Insectes*, 141: 3-8.

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 model plant family: Genomics for food and feed report of the cross legume advances through genomics conference. *Plant physiology*, 137:1228-1235.

GERARD D. et FRANCOIS C., 2009. Petit Larousse des plantes médicinales. Ed. Larousse. Paris. 162p.

GILLY G., 2005. Les plantes aromatiques et huiles essentielles à Grasse : Botanique-Culture-Chimie-Production et marché. Ed. ISBN. Paris, 414p.

GIORDANENGO P., BRUNISSEN L., RUSTERUCCI C., VINCENT C., VAN BEL A., DINANT S., GIROUSSE C., FAUCHER M. et BONNEMAIN J.L 2010. Compatible plant-aphid interactions: how aphids manipulate plant responses. *C. R. Biologies*. 333: 516-523.

GIRARD C., 1990. Féverole. *Techniques agricoles*, 2213: 1-16.

HANOUNIK S.B., BISRI M 1991. Status of diseases of faba bean in the Mediterranean region and their control. *Options Méditerranéennes*. No. 10: 59-66.

HULLE M., TURPEAU E., LECLANT F. et RAHN M.J., 1998. Les pucerons des arbres fruitiers : cycle biologique et activités de vol. Ed. INRA. Paris. 77p.

HULLE M., TURPEAU E., ROBERT Y. et MONNET Y., 1999. Les pucerons des plantes maraîchères : cycle biologique et activités de vol. Ed. INRA. Paris. 136p.

LUZ D., 2011. The plant-aphid universe. *Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*, 16: 91-118.

Références bibliographiques

JALOUX B., 2010. Cultures associées et contrôle des populations de pucerons, mécanismes et perspectives. Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques – 14 et 15 déc. 2010 à Angers.

KHAN H.R., PAULL J.G., SIDDIQUE K.H.M. et STODDARD F.L., 2010. Faba bean breeding for drought-affected environments: A physiological and agronomic perspective. *Field Crops Research*. 115: 279-286.

KHARRAT M., SADIKI M. et MAATOUGUI M.E.H., 2002. Analyse de la stabilité du rendement de lignées améliorées de fève et de féverole dans la région du Maghreb. Proceedings du 2^{ème} séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.

KHELOUL L., 2014. Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de la fève. Dynamique des populations de certaines espèces caractéristiques dans deux parcelles de fève *Vicia faba minor* et *Vicia faba major* dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). Mémoire de Magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 122p.

KHOLKHAL F., LAZOUNI H-A., BENDAHOU M., BOUBLENZA I., CHABANE S-D. et CHAOUCH., 2013. Etude phytochimique et évaluation de l'activité anti-oxydante de *Thymus Ciliatus* ssp. *Coloratus*. *Afrique SCIENCE* 9(1) : 151 – 158.

KLASS C.S.R., 2009. Extension Associate; Department of Entomology, Cornell University.

KUMAR R., 1991. La lutte contre les insectes ravageurs. Ed. Karthala, Paris, 305 p.

KUMARI S.G. et VAN LEUR JA.G 2011. Viral diseases infecting faba bean (*Vicia faba* L.). *Grain legumes*, 56: 24-26.

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.

LAAMARI M., KHELFA L. et COEUR DACIER A 2008. Resistance source to cowpea aphid (*Aphis craccivora* Koch) in broad bean (*Vicia faba* L.) Algerian landrace collection. *African Journal of Biotechnology*. 7 (14): 2486-2490.

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.

Références bibliographiques

LARRALDE J. et MARTINEZ J.A., 1991. Nutritional value of faba bean: effects on nutrient utilization, protein turnover and immunity. *Options Méditerranéennes*, 10: 111-117.

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

LECLANT F., 2000. Les pucerons des plantes cultivées : clefs d'identification. III- cultures fruitières. Ed. INRA, Paris, pp. 7-12.

LE RALEC A., ANSELME C., OUTREMAN Y., POIRIE M., VAN BAAREN J., LE LANN C. et VAN ALPEN J.J.M., 2010. Evolutionary ecology of the interactions between aphids and their parasitoids. *C.R. Biologies*. 333: 554-565.

LONGAGA A., OTSHUDI-VERCRUYSSSE A. et FORIERS A., 2000. Contribution to the ethnobotanical, phytochemical and pharmacological studies of traditionally used medicinal plants in the treatment of dysentery and diarrhea in *Lomola area*. Democratic Republic of Congo (RDC).J. Ethnopharmacol, 71: 411-423.

LUCIENNE A.D., 2010. Les plantes médicinales d'Algérie. Ed. BERTI. Alger. 239p.

MAALOUFI F., KHALIL S., AHMED S., AKINTUNDE A.N., KHARRAT M., EL SHAMA'A K., HAJJAR S. et MALHOTRA R.S 2011. Yield stability of faba bean lines under diverse broomrape prone production environments. *Field Crops Research*. 124: 288-294.

MAATOUGUI M.E., 1996. Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance. *Céréaliculture*, 29: 6-18.

MONDOR EB. et ROITBERG BD., 2002. Pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*, cornicle ontogeny as an adaptation to differential predation risk. *Canadian Journal of Zoology*, 80: 2131-2136

MORALES R., 2002. The history, botany and taxonomy of the genus *Thymus*. In: *Thyme: the genus Thymus*. Ed. Taylor & Francis, London. pp. 1-43.

MÓUAR A., 2007. On the solvability of a 4th order operator differential equation ». *Electronical journal of differential equations*, 137 : 1-9.

Références bibliographiques

NOURI., 2012. La réponse de la fève *Vicia faba* L. au stress salin cas d'un sol sableux amendé en bentonite. Thèse de magister. 89p.

NUESSLY GS., HENTZ MG., BEIRIGER R. et SCULLY BT., 2004. Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (Fabales: Fabaceae), in southern Florida. *Florida entomologist*. 87 (2): 204-211.

ORTIZ-RIVAS B., MOYA A. et MARTINEZ-TORRES D., 2004. Molecular systematic of aphids (Homoptera: Aphididae): new insights from the long-wavelength opsin gene. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 30: 24-37.

PEREZ-DE-LUQUE A., EIZENBERG H., GRENZ J.H., SILLERO J.C., AVILA C., SAUERBORN J. et RUBIALES D., 2010. Broomrape management in faba bean. *Field Crops Research*. 115: 319-328.

RACHEF S.A., OUAMER F. et OUFFROUKH A 2005. Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (identification et caractérisation). *Recherches agronomiques*. 16 : 36-41.

RADETSKI C.M., FERRARI B., COTTELE S., MASFAREAUD J.F. et FERARD JF., 2004. Evaluation of the fenotoxic, mutagenic and oxidant stress potentials of municipal solid waste incenerator botton ash leachates. *Science. Total Environnement*. 333 : 209-218.

RETA SANCHEZ D.G., SANTOS SERRATO CORONA J., VIRAMONTES R.F., CUETO WONG J.A., PADILLA S.B. et CESAR J.S., 2008. Cultivos alternativos con potencial de uso forrajero en la comarca lagunera. Ed. Primera, Mexico. 41p.

RYCKEWAERT. P. et FABRE. F., 2001. Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures maraichères a la réunion. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. Ed. CIRAD, Saint Pierre, La Réunion.

SAIDJ F. et RAHMOUN M., 2010. Effet bioinsecticide de deux extraits de plantes : ortie et fougère à l'égard du puceron noir de la fève *A. fabae* Scopoli 1763. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 49p.

Références bibliographiques

SILLERO J.C., VILLEGAS-FERNANDEZ A.M., THOMAS J., ROJAS-MOLINA M.M., EMERAN A.A., FERNANDEZ-APARICIO M. et RUBIALES D., 2010. Faba bean breeding for disease resistance. *Field Crops Research*, 115: 297-307.

SIMON J.C., JAUBERT S., RISPE C. et TAGU D., 2007. La vie sexuée et asexuée des pucerons. Pucerons les connaître pour mieux les combattre. *Bio futur*, 279 : 21-57.

SINGH A.K., BHATT B.P., UPADHYAYA A., KUMAR S., SUNDARAM P.K., SINGH BK., CHANDRA N. et BHARATI R.C 2012. Improvement of faba bean (*Vicia faba* L.) yield and quality through biotechnological approach: A review. *African Journal of Biotechnology*. 11(87): 15264-15271.

SINGLETON V.L., ORHOFER R. et LAMUELA-RAVENTOS R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Met. Enzym.*299: 152-178.

STODDARD F.L., NICHOLAS A.H., RUBIALES D., THOMAS J. et VILLEGAS-FERNANDEZ A.M., 2010. Integrated pest management in faba bean. *Field Crops Research*. 115: 308-318.

TEUSCHER E., ANTON R. et LOBSTEIN A., 2005. Plante aromatiques : Epices, aromates, condiments et huiles essentielles. Ed. TEC & DOC. Paris. 521p.

TJALLINGII W.F., 2006. Salivary secretions by aphids interacting with proteins of phloem wound responses. *Journal of Experimental Botany*, 57 (4): 739-745.

TONA L., KAMBU K., NGIMBI N., CIMANGA K. et VLIETINCK A.J.,1998. Antiamoebic and phytochemical screening of some congolese medicinal plants.J. *Ethnopharmacol*, 61(1): 57-65.

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. 33p.

Vance C.P., Graham P.H. et Allan D.L., 2000. Biological Nitrogen Fixation: Phosphorus A Critical Future Need, In: *Nitrogen Fixation: From Molecules to Crop Productivity* .Current Plant Science and Biototechnology in Agriculture.38, Springer Netherlands, 509-514.

Références bibliographiques

WANG Y., MA L., WANG J., REN X. et ZHU W., 2000. A study on system optimum control to diseases and insect pests of summer soybean. *Acta Ecologica Sinica*, 20: 502-509.

WANG H-F., ZONG X-X., GUAN J-P., YANG T., SUN X-L., MA Y. et REDDEN R ., 2012. Genetic diversity and relationship of global faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm revealed by ISSR markers. *Theor Appl Genet*, 124: 789-797.

WATTIER C., 2013. Pucerons et paroi végétale: implication directe ou indirecte de pectine méthylestérase dans la résistance d'*Arabidopsis thaliana*. Thèse de Doctorat en Biologie Cellulaire et Moléculaire, Université de Picardie Jules Verne. France, 171p.

WEIGAND S. et BISHARA S.I., 1991. Status of insect pests of faba bean in the Mediterranean region and methods of control. *Options Méditerranéennes*, 10: 67-74.d

YAHIA Y., GUETAT A., ELFALLEH W., FERCHICHI A., YAHIA H. et LOUMEREM M., 2012. Analysis of agro morphological 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 Ingénieurat phytopharmacie. E.N.S.A., El Harrach, Alger. 64p.

YAKHLEF G., 2012. Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *laurus nobilis* L. Mémoire de Magister. Université El Hadj Lakhder. Batna. 95p.

YAKOUBI A., 2004. Etude de l'activité biologique des extraits de feuilles de *Thymus vulgaris* L. et *Laurus nobilis* L. mémoire de magister. Université El Hadj Lakhder. Batna. 95p.

ZAGHOUANE O., 1991. The situation of faba bean (*Vicia faba* L.) in Algeria. *Options Méditerranéennes*, 10: 123-125.

Annexe

Tableau 1 : Analyse de la variance (extrait, dose et temps) du thym

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	9254,726	35	264,421				
VAR.FACTEUR 1	3743,225	5	748,645	15,177	0		
VAR.FACTEUR 2	4278,278	5	855,656	17,346	0		
VAR.RESIDUELLE 1	1233,223	25	49,329			7,023	29,67%

Tableau 2 : Résultats du test NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur dose de l'extrait de thym sur la mortalité d'*A. fabae*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
6.0	d5	34,388	A		
5.0	d4	33,385	A		
4.0	d3	26,117	A	B	
3.0	d2	22,493		B	
2.0	d1	22,089		B	
1.0	d0	3,552			C

Tableau 3 : Résultats du test NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur temps de l'extrait de thym sur la mortalité d'*A. fabae*.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
6.0	t6	44,83	A		
5.0	t5	29,878		B	
4.0	t4	21,234			C
3.0	t3	17,773			C
2.0	t2	15,734			C
1.0	t1	12,575			C

Tableau 4 : Analyse de la variance (extrait, dose et temps) de l'origan

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	13532,66	35	386,648				
VAR.FACTEUR 1	4831,841	5	966,368	11,209	0,00001		
VAR.FACTEUR 2	6545,565	5	1309,113	15,185	0		
VAR.RESIDUELLE 1	2155,257	25	86,21			9,285	35,91%

Tableau 5 : Résultats du test NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur dose de l'extrait d'origan sur la mortalité d'*A. fabae*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
6.0	d5	37,769	A		
5.0	d4	34,624	A	B	
4.0	d3	33,678	A	B	
3.0	d2	24,83	A	B	
2.0	d1	20,681		B	
1.0	d0	3,552			C

Tableau 6 : Résultats du test NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur temps de l'extrait d'origan sur la mortalité d'*A. fabae*.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
6.0	t6	49,372	A		
5.0	t5	37,004		B	
4.0	t4	25,701			C
3.0	t3	17,475			C
2.0	t2	13,772			C
1.0	t1	11,809			C

Tableau 7 : Analyse de la variance (extrait, dose et temps) de romarin

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	9244,382	35	264,125				
VAR.FACTEUR 1	4317,926	5	863,585	25,913	0		
VAR.FACTEUR 2	4093,296	5	818,659	24,565	0		
VAR.RESIDUELLE 1	833,16	25	33,326			5,773	22,88%

Tableau 8 : Résultats du test NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur dose de l'extrait de romarin sur la mortalité d'*A. fabae*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
6.0	d5	37,779	A			
5.0	d4	32,321	A	B		
4.0	d3	30,483	A	B		
3.0	d2	25,801		B	C	
2.0	d1	21,484			C	
1.0	d0	3,552				D

Tableau 9 : Résultats du test NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur temps de l'extrait de romarin sur la mortalité d'*A. fabae*.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
6.0	t6	45,174	A			
5.0	t5	32,764		B		
4.0	t4	23,004				C
3.0	t3	19,101				C
2.0	t2	16,929				C
1.0	t1	14,447				C

Tableau 10 : Analyse de la variance (extrait, dose et temps) de la lavande

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	9506,354	35	271,61				
VAR.FACTEUR 1	3576,811	5	715,362	13,082	0		
VAR.FACTEUR 2	4562,509	5	912,502	16,688	0		
VAR.RESIDUELLE 1	1367,034	25	54,681			7,395	31,74%

Tableau 11 : Résultats du test NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur dose de l'extrait de lavande sur la mortalité d'*A. fabae*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
5.0	d4	33,306	A		
6.0	d5	32,678	A		
4.0	d3	25,717	A	B	
3.0	d2	24,529	A	B	
2.0	d1	20,025		B	
1.0	d0	3,552			C

Tableau 12 : Résultats du test NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur temps de l'extrait de lavande sur la mortalité d'*A. fabae*.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
6.0	t6	45,897	A		
5.0	t5	28,761		B	
4.0	t4	19,966		B	C
3.0	t3	16,579			C
2.0	t2	15,23			C
1.0	t1	13,373			C

Tableau 13 : Analyse de la variance (extrait, dose et temps) des traitements appliqués

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	41700,29	143	291,61				
VAR.FACTEUR 1	162,16	3	54,053	4,267	0,00785		
VAR.FACTEUR 2	16190,67	5	3238,134	255,609	0		
VAR.FACTEUR 3	19135,67	5	3827,134	302,102	0		
VAR.INTER F1*2	279,137	15	18,609	1,469	0,13887		
VAR.INTER F1*3	343,977	15	22,932	1,81	0,04859		
VAR.INTER F2*3	4638,547	25	185,542	14,646	0		
VAR.RESIDUELLE 1	950,125	75	12,668			3,559	14,52%

F1 : dose ; F2 : temps

Résumé

La présente étude porte sur l'évaluation de l'activité bio insecticide des extraits aqueux de quatre plantes aromatiques : l'origan, le thym, le romarin et la lavande sur les populations aphidiennes de la fève. Les résultats obtenus montrent que les quatre extraits manifestent une activité insecticide vis-à-vis du puceron noir de la fève. Une mortalité élevée est enregistrée pour l'extrait d'origan à la dose de 5%. L'effet biocide des solutions testées semble dépendre de la dose, du temps et de la nature de l'extrait. Les résultats des analyses chimiques montrent que les quatre plantes testées contiennent des teneurs très importantes en polyphénols.

Mots clés :

Aphis fabae, taux de mortalité, *Origanum floribundum*, *Thymus numidicus*, *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula stoechas*, doses, temps.

Abstract

The present study concerns the evaluation of the bio insecticidal activity of the aqueous extracts of four aromatic plants: oregano, thyme, rosemary and lavender on the aphidian populations of the bean. The results obtained show that the four extracts exhibit insecticidal activity with respect to the black bean aphid. High mortality is recorded for oregano extract at the 5% dose. The biocidal effect of the solutions tested appears to depend on the dose, time and nature of the extract. The results of the chemical analyze show that the four plants tested contain very high levels of polyphenols.

Keywords:

Aphis fabae, mortality rate, *Origanum floribundum*, *Thymus numidicus*, *Rosmarinus officinalis*, *Lavandula stoechas*, doses, time.

ملخص:

تتعلق دراسة الوجود بتقييم النشاط الحيوي للمبيدات الحشرية للمستخلصات المائية لأربعة نباتات عطرية: الزعتر ، الزعتر ، إكليل الجبل والخزامى على المن الفاصوليا السوداء. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن المقتطفات الأربعة تظهر نشاط مبيد حشري فيما يتعلق بالمن الفاصوليا السوداء. يتم تسجيل ارتفاع معدل الوفيات لمستخلص الأوريغانو بجرعة 5 ٪. يبدو أن تأثير المبيد الحيوي للحلول التي تم اختبارها يعتمد على جرعة المستخلص ووقته وطبيعته. تظهر نتائج التحليلات الكيميائية أن النباتات الأربعة التي تم اختبارها تحتوي على مستويات عالية جدًا من البوليفينول.

كلمات البحث:

أفيس فابيه ، معدل الوفيات الزعتر، الزعتر ، إكليل الجبل. الخزامى ، الجرعات ، الوقت.