

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 des Sciences Agronomiques

Mémoire de Fin d'Etude

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

Spécialité: Protection des Plantes cultivées

Sujet

Etudes de l'effet bioinsecticide des extraits aqueux des feuilles et des fleurs de l'oranger (*Citrus sinensis*), du citronnier (*Citrus limon*) et du clémentinier (*Citrus clementina*) à l'égard du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera-Aphididae)

Réalisé par : M^{elle} ABBAJA Amel

M^{elle} KACIOUI Hafida

Dirigé par : M^{me} BENOUELLA-KITOUS K. M.C.A. U.M .M.T.O

Devant le jury:

Présidente : M^{me} MEDJDOUB- BENSAAD F. Professeur

U.M .M.T.O

Examinatrice: M^{elle} CHOUGAR S.M.A.A.U.M .M.T.O

Promotion : 2016-2017

Remerciements

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à remercier tout d'abord le bon **DIEU**, le tout puissant, de nous avoir donné la volonté et la patience pour réaliser ce travail.

Nos remerciements les plus vifs sont adressés en premier lieu à :

Notre promotrice **M^{me} BENOUFELLA-KITOUS K.** Maitre de conférences A à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour son encadrement, orientation, disponibilité, gentillesse et ses précieux conseils.

En second lieu, nous tenons à remercier :

M^{me} MEDJDOUB-BENSAAD F., Professeur à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour avoir accepté de présider ce jury.

M^{elle} CHOUGAR S., Maitre Assistante A à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour avoir accepté d'examiner et de juger ce travail.

Nous remercions **M^{me} AOUAR-SADLI M.** Maitre de conférences A à la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, de nous avoir accueilli dans son laboratoire.

Nos remerciements s'adressent également à **M^{elle} ALI AHMED S.** pour avoir bien voulu nous traiter les résultats avec des analyses statistiques.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents qui ont été toujours là pour moi au cours de toutes ces années, sans lesquels je ne serai pas là aujourd'hui. Je prie le tout puissant pour qu'il vous prête longue vie et que l'avenir soit pour vos soulagements et satisfaction. Retrouvez ici ma profonde considération et gratitude.

A mes frères Djamel, Sofiane et Mhenni pour leur encouragement.

A tous mes parents paternels et maternels, à mon fiancé et sa famille. Vous tous qui m'avez soutenu dans mes moments d'étude, acceptez mes remerciements et ma profonde reconnaissance.

A ma binôme Hafida pour sa compréhension et sympathie.

A mes amis (es) et tous ceux que j'aime.

Amel

Liste des figures

Figure 1 : Système racinaire (ORIGINALE, 2017)	5
Figure 2 : Feuilles et tiges (ORIGINALE, 2017).....	5
Figure 3 : Fleurs (ORIGINALE, 2017).....	5
Figure 4 : Fruits et graines (ORIGINALE, 2017)	5
Figure 5 : Symptômes du Botrytis (STODDARD et <i>al.</i> , 2010)	9
Figure 6 : Symptômes de l'Anthracnose (STODDARD et <i>al.</i> , 2010)	9
Figure 7 : Symptômes de la Rouille (SILLERO et <i>al.</i> , 2011).....	9
Figure 8 : Symptômes du Mildiou (STODDARD et <i>al.</i> , 2010)	9
Figure 9 : Adulte de la Sitone du pois (FRAVAL, 2006)	11
Figure 10 : Adulte du Lixé poudreux (KHELOUL, 2014)	11
Figure 11 : Adulte de la Bruche de la fève (G : 10X40) (KHELOUL, 2014).....	11
Figure 12 : Colonies du Puceron noir de la fève (ORIGINALE, 2017)	11
Figure 13 : Adulte aptère d' <i>A. fabae</i> (G : 2x10) (ORIGINALE, 2017).....	13
Figure 14 :Adulte ailée d' <i>A. fabae</i> (G : 2x10) (ORIGINALE, 2017)	13
Figure 15 :Différents stades de développement d' <i>A. fabae</i>	13
Figure 16 : Cycle biologique d' <i>A. fabae</i> (JOSEPHYNE, 2012)	14
Figure 17 : Manchons d' <i>A. fabae</i> sur la fève (ORIGINALE, 2017).....	17
Figure 18 : Dégâts directs occasionnés par <i>A. fabae</i> sur les feuilles (ORIGINALE, 2017)	17
Figure 19 : Dégâts d' <i>A. fabae</i> sur les gousses (ORIGINALE, 2017)	17
Figure 20 : Brulures sur le feuillage et développement de fumagine (ORIGINALE, 2017) ...	17
Figure 21 : Symptômes de virose sur les feuilles de <i>V. faba</i> (ORIGINALE, 2017).....	17
Figure 22 : Pucerons noirs de la fève (ORIGINALE, 2017).....	20
Figure 23 : Graines de fève (ORIGINALE, 2017).....	20
Figure 24 : Feuilles d'oranger (ORIGINALE, 2017).....	21
Figure 25 : Fleurs d'oranger (ORIGINALE, 2017)	21
Figure 26 : Feuilles de citronnier (ORIGINALE, 2017).....	21
Figure 27 : Fleurs de citronnier (ORIGINALE, 2017).....	21
Figure 28 : Feuilles de clémentinier (ORIGINALE, 2017)	22
Figure 29 : Fleurs de clémentinier (ORIGINALE, 2017)	22
Figure 30 : Infestation des plants (ORIGINALE, 2017).....	23
Figure 31 : Couverture des pots (ORIGINALE, 2017).....	23
Figure 32 : Méthode d'obtention des extraits végétaux (ORIGINALE, 2017)	23
Figure 33 : Extrait brut (ORIGINALE, 2017)	24

Figure 34 : Extrait dilué dans l'eau distillée (ORIGINALE, 2017)	24
Figure 35: Pulvérisation du traitement (ORIGINALE, 2017)	24
Figure 36: Dénombrement des pucerons (ORIGINALE, 2017)	25
Figure 37 : Nombre d'individus morts et vivant traités aux 5 doses d'extrait de feuilles d'oranger.....	26
Figure 38 : Nombre d'individus morts et vivant traités aux 5 doses d'extrait de fleurs d'oranger.	27
Figure 39 : Nombre d'individus morts et vivant traités aux 5 doses d'extrait de feuilles de citronnier.....	27
Figure 40: Nombre d'individus morts et vivant traités aux 5 doses d'extrait de fleurs de citronnier.....	28
Figure 41: Nombre d'individus morts et vivant traités aux 5 doses d'extrait de feuilles de clémentinier.	29
Figure 42 : Nombre d'individus morts et vivant traités aux 5 doses d'extrait de fleurs de clémentinier.	29
Figure 43 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de feuilles d'oranger, en fonction du temps après traitement	30
Figure 44 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de fleurs d'oranger, en fonction du temps après traitement.	31
Figure 45 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de feuilles de citronnier, en fonction du temps après traitement.....	32
Figure 46 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de fleurs de citronnier, en fonction du temps après traitement.....	32
Figure 47 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de feuilles de clémentinier, en fonction du temps après traitement.....	33
Figure 48: Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de fleurs de clémentinier, en fonction du temps après traitement.....	34
Figure 49: Variation du taux de mortalité d' <i>A. fabae</i> selon les 6 extraits testés.	35

Sommaire

Introduction	1
 Chapitre I : Aperçu bibliographique sur la plante hôte : <i>Vicia faba</i>	
1- Origine et répartition géographique	3
2- Position systématique.....	3
3- Description de la fève	3
4- Cycle biologique	5
5- Intérêts de la culture	5
6- Contraintes de la culture de la fève.....	7
6-1 Contraintes culturelles.....	7
6-2- Contraintes socio-économiques	7
6-3- Contraintes abiotiques	7
6-4- Contraintes biotiques	8
 Chapitre II : Aperçu bibliographique sur le ravageur : <i>Aphis fabae</i>	
1- Systématique d' <i>A. fabae</i>	12
2- Description.....	12
3- Biologie et cycle de vie.....	13
4- Facteurs de pullulation.....	15
5- Dégâts causés par <i>A. fabae</i>	15
6- Moyens de lutte.....	16
 Chapitre III : Matériel et Méthodes	
1- Matériel d'étude	19
1-1- Matériel de laboratoire.....	19
1-2- Matériel biologique.....	19
1-2-1- Pucerons	19
1-2-2- Plantes hôtes (<i>Vicia faba</i>).....	20
1-2-3- Extraits végétaux	20
2- Méthode expérimentale.....	22
2-1- Dispositif expérimental.....	22
2-2- Méthode d'infestation.....	22
2-3- Méthode d'obtention des extraits végétaux	23
2-4- Préparation des doses.....	24

2-5- Application du traitement	24
2-6- Dénombrement de la population d' <i>A. fabae</i>	25
3- Exploitation statistique des résultats	25

Chapitre IV : Résultats et discussion

1-Résultats	26
1-1-Effet de la dose sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d' <i>A. fabae</i>	26
1-1-1- Extrait de feuilles d'oranger	26
1-1-2- Extrait de fleurs d'oranger	26
1-1-3- Extrait de feuilles de citronnier	27
1-1-4- Extrait de fleurs de citronnier	28
1-1-5- Extrait de feuilles de clémentinier	28
1-1-6-Extrait de fleurs de clémentinier	29
1-2-Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d' <i>A. fabae</i>	30
1-2-1-Extrait de feuilles d'oranger	30
1-2-2-Extrait de fleurs d'oranger	31
1-2-3-Extrait de feuilles de citronnier	31
1-2-4-Extrait de fleurs de citronnier	32
1-2-5- Extrait de feuilles de clémentinier	33
1-2-6-Extrait de fleurs de clémentinier	33
1-3-Effet de la nature de l'extrait sur les populations d' <i>A. fabae</i>	35
2-Discussion	36
Conclusion	40
Références bibliographies	42

Introduction générale

Les légumineuses sont les premières plantes, consommées et cultivées depuis plusieurs milliers d'années par différents peuples. Elles constituent un taxon végétal très important d'un point de vue biologique, écologique, agronomique et environnemental. C'est la base de l'alimentation pour une grande partie de la population mondiale (MICHAEL et LATHAM, 2001). L'espèce *Vicia faba* L. est l'une des légumineuses alimentaires qui fait partie de nos systèmes agraires depuis longtemps. C'est une culture importante, considérée comme une source cruciale de protéines pour les humains et les animaux (CREPONA et *al.*, 2010). Elle joue également un rôle dans la rotation des cultures, la fixation de l'azote atmosphérique et dans la fertilité des sols. Cette culture est malheureusement sujette à une série de contraintes d'ordre abiotiques et biotiques, qui font que les rendements sont faibles et irréguliers (WANG et *al.*, 2012).

Parmi les ravageurs de la fève, les pucerons occupent une place importante. Ils absorbent la sève élaborée des plantes détournant à leur profit une partie des éléments nutritifs nécessaires à la croissance de ces derniers. De plus, au cours de leur prise alimentaire, ils injectent une salive souvent toxique pour la plante et peuvent lui transmettre des virus à l'origine de graves maladies. Ils concourent donc à affaiblir les plantes de diverses manières du fait de leur fort pouvoir de multiplication et de leur capacité de dispersion. Ils sont responsables de pertes importantes de rendement chez de nombreuses plantes cultivées (DEDRYVER, 2010).

La lutte contre les ravageurs des cultures en Algérie passe généralement par l'utilisation d'insecticides. Mais, ces traitements s'avèrent souvent insuffisamment efficaces. Ils interviennent dans l'élimination des insectes utiles. Ces traitements chimiques sont également d'emploi délicat pour la santé de l'homme et peuvent contribuer au développement d'insectes résistants (BARBOUCHE et *al.*, 2001). Afin de pallier à ces inconvénients, plusieurs chercheurs se penchent actuellement sur des moyens de lutte biologique dans le but de limiter les pullulations et la nocivité des divers ennemis des cultures (SAHARAoui et HEMPTINNE, 2009).

L'utilisation d'extrait des plantes comme insecticide est connue depuis longtemps. En effet, le pyrèthre, la nicotine, la roténone ont déjà été utilisés comme agents de lutte contre les ravageurs (CROSBY, 1966). Pour se protéger contre les insectes, de nombreuses plantes produisent diverses substances à effet toxique ou des composés intervenant dans la régulation de la croissance des insectes. En effet, les extraits naturels des plantes sont une véritable richesse et peuvent être à l'origine d'un grand nombre de substances acaricides et insecticides

exploitables dans le contrôle des ravageurs (ISMAN, 2001). C'est dans ce sens, que s'inscrit notre étude qui a pour objectif d'évaluer la toxicité des extraits aqueux des fleurs et des feuilles d'Oranger, de Citronnier et de Clémentinier à l'égard du puceron noir de la fève.

Partant de cela, nous avons partagé le travail en plusieurs chapitres. Le premier est consacré à la description de la plante hôte (la fève). Le deuxième concerne les aphides. Le troisième chapitre est consacré au matériel utilisé et à la méthodologie de travail qui renferme les différentes étapes utilisées au laboratoire ainsi que les techniques de traitement des données. Le dernier chapitre concerne les résultats obtenus et la discussion de ces derniers. Enfin, nous terminerons par une conclusion assortie de perspectives.

Chapitre I

Aperçu bibliographique sur la fève

Vicia faba

Introduction

D'après GEPTS et *al.* (2005), la famille des légumineuses est subdivisée en trois sous famille : Caesalpinieae, Mimosoideae et Papilionoideae ou Faboideae. Cette dernière inclus les légumineuses à graines dont *Vicia faba* L. La fève est une culture vivrière très appréciée par les agriculteurs car elle constitue une source importante de protéine aussi bien pour l'alimentation humaine qu'animale et permet une économie de la fertilisation azotée (DRIDI et *al.*, 2011).

1- Origine et répartition géographique

La fève aurait été cultivée dès la fin du néolithique. Elle a constitué durant toute l'antiquité et le moyen âge, une base alimentaire importante jusqu'au développement du haricot et de la pomme de terre (HULLE et *al.*, 1999). Selon PERON (2006), la fève serait originaire des régions méditerranéennes du Moyen-Orient. À partir de là, se serait opérée une progression selon quatre itinéraires : L'Europe à travers les Balkans, le littoral Nord-Africain jusqu'à l'Espagne, l'Éthiopie, par le Nil, Mésopotamie, puis l'Inde (CHAUX et FOURY, 1994).

2- Position systématique

Selon KOLEV (1976), la fève est classée comme suit :

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

3-Description de la fève

Vicia faba est une plante diploïde ($2n= 12$ chromosomes) et partiellement allogame (WANG et *al.*, 2012). Elle est formée d'un appareil végétatif et d'un appareil reproducteur. L'appareil végétatif comprend : les racines, la tige et les feuilles. Quant à son appareil reproducteur, il est formé par les fleurs qui sont à l'origine des fruits et des graines.

3-1- Racines

Selon DUC et *al.* (2010), le système racinaire de *V. faba* est formé par une racine principale pivotante et des racines secondaires (Fig.1). Ces dernières portent des nodosités contenant des bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium leguminosarum*).

3-2- Tige

La tige est simple, dressée, creuse et de section quadrangulaire (Fig. 2). Sa hauteur est généralement comprise entre 0,80 à 1,20 m. Elle est pourvue d'un ou plusieurs rameaux à la base et présente un type de croissance indéterminé (DUC et *al.*, 2010).

3-3- Feuilles

Les feuilles alternées et pennées sont constituées de 2 à 4 paires de folioles ovales, amples, de couleur vert glauque ou grisâtre (Fig. 2). Les stipules sont bien visibles en forme dentées (CHAUX et FOURY, 1994).

3-4- 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 (Fig. 3) (COPLEN et MARMY, 2009).

3-5- Fruits

Les fruits sont des gousses vertes (Fig. 4). Ils contiennent 4 à 8 graines selon la variété (BRINK et BELAY, 2006).

3-6- Graines

Les graines sont charnues, de couleur verte à l'état immature (Fig.4). A maturité complète, elles développent un tégument épais, de couleur brun rouge à blanc verdâtre et prennent une forme aplatie à contour presque circulaire (CHAUX et FOURY, 1994).



Fig. 1 : Système racinaire de *V. faba* (ORIGINALE, 2017)



Fig. 2 : Feuilles et tiges de *V. faba* (ORIGINALE, 2017)



Fig. 3 : Fleurs de *V. faba* (ORIGINALE, 2017)



Fig. 4 : Fruits et graines de *V. faba* (ORIGINALE, 2017)

4- Cycle biologique

La fève est une plante annuelle, son cycle complet de la graine à la graine est d'environ 5 mois. Le développement de la fève est caractérisé par cinq stades principaux : la germination et la levée, le développement végétatif, le développement reproductif, la sénescence de la gousse et la sénescence de la tige (BRINK et BELAY, 2006).

5- Intérêts de la culture

L'utilité de la fève dans l'alimentation humaine et animale comme source de protéines ainsi que leur effet bénéfique sur la fertilité des sols sont largement reconnus.

5-1- Intérêt agronomique

Les racines de *V. faba* L. vivent en symbiose avec des bactéries du genre *Rhizobium*, leur permettant de fixer l'azote atmosphérique et d'enrichir le sol en azote (SILLERO et al., 2010). LOPEZ-BELLIDO et al. (2005) rapportent que *V. faba* L. joue un rôle dans la rotation des cultures améliorant ainsi la fertilité du sol et réduisant l'incidence des mauvaises herbes, des maladies et des insectes ravageurs. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique.

5-2- Intérêt alimentaire

La fève est l'une des légumineuses à graines les plus connues, elle est souvent dans les régimes alimentaires de l'humanité comme du bétail. La valeur nutritionnelle de la fève est attribuée à sa teneur élevée en protéines. Les graines de fève sont aussi une bonne source de glucides (50 à 60 % d'amidon), de minéraux, de fibres et de vitamines (CREPON et *al.*, 2010). Elle constitue une source considérable d'énergie et peut efficacement remplacer les protéines animales dans les pays pauvres (CHAIEB et *al.*, 2011).

5-3- Aspect économique

Les données statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève dans la Wilaya de Tizi-Ouzou pour la décennie 2006-2016 sont consignées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Evaluation de la superficie et production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (D.S.A.T.O., 2016)

Campagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2006-2007	815	53286	65,38
2007-2008	1055	72131	68,37
2008-2009	1107	83965	75,84
2009-2010	1205,5	95865,5	79,52
2010-2011	1099	73699	67,06
2011-2012	1269	99116	78,10
2012-2013	1239	100954	81,48
2013-2014	1128	97283	86,24
2014-2015	1009,1	76518	75,82
2015-2016	1001,1	82809	82,71
Moyenne	1092,7	83562,65	76,05

Les superficies emblavées en *V. faba* varient d'une année à une autre. Elles oscillent de 815 à 1269 ha. La production annuelle dans la wilaya de Tizi-Ouzou varie de 53286 à 100954 quintaux. Nous constatons également des fluctuations du rendement. Le rendement

maximal a été noté durant la campagne agricole 2013-2014 avec 86,24qx/ha, par contre le rendement minimal est enregistré à 65,38qx/ha durant l'année 2006-2007(Tab. 1).

D'après SELLAMI et BOUSNINA (1996), la production et les rendements de la fève subissent d'énormes fluctuations qui ont pour cause plusieurs facteurs qui peuvent être d'ordre climatique, agro-technique et phytosanitaire. HAMMADACHE et *al.* (1996) affirment que les contraintes biotiques sont certainement à l'origine de la baisse de la productivité de cette culture en Algérie.

6-Contraintes de la culture

La culture de la fève subit des contraintes d'ordres culturelles, socio-économiques, abiotiques et biotiques qui causent une instabilité des rendements et une baisse de la production.

6-1-Contraintes culturelles

D'après ZAGHOUE (1991), la conduite culturale de la fève subit des contraintes qui se caractérisent par :

- L'absence de cultivars résistants.
- L'indisponibilité de graines certifiées.
- La fertilisation minérale dont le phosphore et le potassium (P et K) est très limitée.
- Le manque de machines de récolte et de battage adéquat qui fait que ces opérations sont effectuées à la main.

6-2-Contraintes socio-économiques

La culture de la fève impose des charges de main d'œuvre élevées. De plus, les prix à la production offerts aux agriculteurs sont insuffisants pour que cette culture soit vue comme profitable. De même, très peu d'efforts financiers sont consentis pour cette culture par les agriculteurs qui en font 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 :

- Les gelées printanières et le froid hivernal provoquent la coulure des fleurs et aussi la mort des plantes.
- La sécheresse à différents stades de croissance.

- La chaleur est une contrainte dans les zones sahariennes, les hauts plateaux et dans les plaines intérieures où les vents chauds et secs (Siroco) affectent la production.
- La salinité au niveau des zones sahariennes où la fève est irriguée avec des eaux chargées en sodium d'où une réduction de productivité par les effets néfastes de ce dernier sur les plantes.

6-4- Contraintes biotiques

La fève est exposée à un très grand nombre de contraintes biotiques dont les maladies fongiques, les maladies virales, les parasites et les insectes ravageurs.

6-4-1- Maladies fongiques

6-4-1-1- Taches chocolat (*Botrytis fabae*)

La maladie taches chocolat est l'une des plus destructrice affectant la fève. Cette maladie est causée par un champignon *Botrytis fabae*. 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 (Fig. 5). La sévérité de la maladie est favorisée par une température de 15 à 22 °C et une humidité relative élevée (>80 %) causant une défoliation et tuant la plante en seulement 2 jours (STODDARD et al., 2010).

6-4-1-2-Anthraxnose

L'anthraxnose est une maladie causée par un champignon *Ascochyta fabae*. Elle se manifeste par la formation de taches brunes sur l'épiderme des gousses, sur les feuilles et sur les tiges (Fig. 6). Les graines sont ensuite contaminées et provoquent l'éclatement des gousses (SILLERO et al., 2010).

6-4-1-3- Rouille

Selon SILLERO et al. (2010), *Uromyces vicia fabae* est le champignon en cause de la rouille chez la fève. C'est l'une des maladies les plus sévères dans le monde. Elle se distingue par la présence de pustules de forme ovale (Fig. 7). Elle conduit à l'affaiblissement des plantes et à la diminution du nombre et du remplissage des gousses. Dans les cas les plus graves, des dessèchements prématurés peuvent être observés (STODDARD et al., 2010).

6-4-1-4- Mildiou

Les agents responsables du mildiou sont *Peronospora fabae* et *Peronospora viciae*. Suite aux attaques précoces sur les plantes jeunes, le mildiou entraîne le nanisme et la

déformation de la tige et des feuilles) (Fig. 8). Les attaques tardives montrent la formation d'un feutrage gris à la face inférieure des folioles (STODDARD et *al.*, 2010).



Fig. 5 : Symptômes du botrytis (STODDARD et *al.*, 2010)



Fig. 6 : Symptômes de l'anthracnose (STODDARD et *al.*, 2010)



Fig. 7 : Symptômes de la rouille (SILLERO et *al.*, 2011).



Fig. 8 : Symptômes du mildiou (STODDARD et *al.*, 2010)

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 (Faba Bean Necrotic Yellow Virus : FBNYV) transmis par les pucerons selon le mode persistant.

6-4-3-Plante parasite(Orobanche)

La fève peut être parasitée par 3 espèces d'orobanche : *Orobanche crenata*, *Orobanche foetida* et *Phelipancheae gyptiaca* (PEREZ-DE-LUQUE et al., 2010). MAALOUF 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 sels minéraux du xylème de leur plante hôte. En fait, le parasitisme des Orobanches concerne surtout les racines des fèves sur lesquelles elles mettent en place des suçoirs qui leur permettent d'absorber les éléments minéraux indispensables à leur croissance. Les plantes s'en trouvent affaiblies et sont donc plus petites et chétives et les rendements en fruits sont réduits (BLANCARD, 2009).

6-4-4- Nématodes

Parmi les espèces de nématodes affectant la fève, le nématode des tiges (*Ditylenchus dispaci* (Kuhn, 1857) est le plus fréquent et le plus destructif. Cet endoparasite limite le développement de la culture. Il provoque des nécroses localisées, un gonflement et une distorsion au niveau de la tige avec une décoloration des parties de la plante (SILLERO et al., 2010).

6-4-5- Insectes ravageurs

La fève est sujette à l'attaque de plusieurs insectes qui limitent sa production. Les plus importants sont :

6-4-5-1-Sitone du pois *Sitona lineatus* (Linnaeus, 1758)

Lasitone du pois (Coleoptera, Curculionidae) est un charançon brun grisâtre (Fig.9). Les adultes se nourrissent du feuillage des plantules en provoquant des encoches en forme de U. Les larves de cet insecte infestent les nodosités des racines, ce qui perturbe l'alimentation azotée (AVERSENQ et al., 2008).

6-4-5-2-Lixepoudreuxdes fèves *Lixus algerus* (Linnaeus, 1767)

Le lixe poudreux (Coleoptera, Curculionidae) est un insecte souvent revêtu d'une pruinosité dense, jaune, brun rouge ou blanchâtre (Fig.10). Les larves évoluent à l'intérieur de la tige où elles creusent des galeries descendantes. Les adultes quant à eux se nourrissent du feuillage, des jeunes pousses et même des inflorescences (RACHEF et al., 2005).

6-4-5-3-Bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (Boheman, 1833)

L'adulte de *B. rufimanus* (Coleoptera, Bruchidae) mesure 3 à 5 mm de long (Fig. 11). Il présente un pronotum aussi long que large avec une tache blanche très vague devant l'écusson. Le pygidium est de couleur gris pâle. La femelle pond sur les gousses et les larves se développent au dépend des graines qui perdent leur pouvoir germinatif et leur poids (RACHERF et al., 2005).

6-4-5-4- Puceron noir de la fève *Aphis fabae* (Scopoli, 1763)

Le puceron noir (Homoptera, Aphididae) est le principal ravageur de la fève. Cette espèce forme des colonies en manchon autour des tiges (Fig. 12). Il est à l'origine de pertes importantes de rendement. En présence de grandes colonies, les feuilles se recroquevillent sous l'effet de la ponction de sève. La croissance est altérée et la toxicité de la salive peut faire avorter les fleurs et l'éclatement des gousses fortement attaquées. Ce puceron est aussi le vecteur de maladies à virus, il peut transmettre plus de 30 virus pathogènes (DIDIER et GUYOT, 2012). Ce ravageur fera l'objet d'une étude bibliographique dans le chapitre suivant.

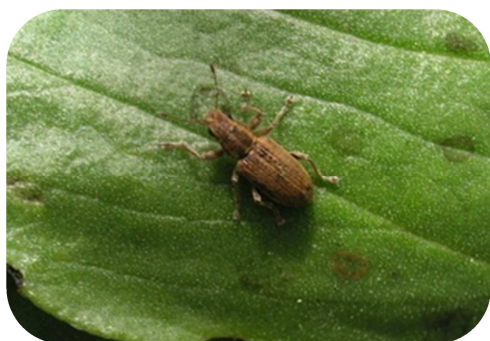


Fig. 9 : Adulte de la Sitone du pois (FRAVAL, 2006)



Fig. 10 : Adulte du Lixepes poudreux (KHELOUL, 2014)



Fig. 11 : Adulte de la Bruche de la fève (G : 10X40) (KHELOUL, 2014)

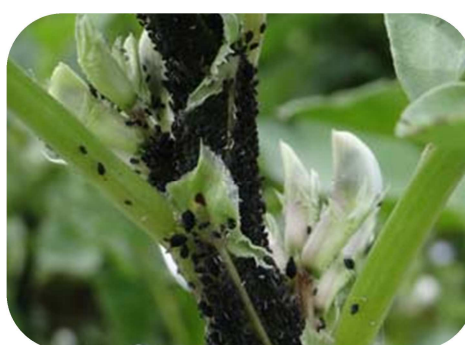


Fig. 12 : Colonies du Puceron noir de la fève (ORIGINALE, 2017)

Chapitre II

Aperçu bibliographique sur le ravageur

Aphis fabae

Introduction

Les pucerons sont apparus il y a environ 280 millions d'années et leur diversification est concomitante avec la radiation des Angiospermes (BONNEMAISON, 2010). Ils ont colonisé la plupart des plantes à fleurs mais aussi les résineux, quelques fougères et mousses (TURPEAU et *al.*, 2011). La plupart est inféodée à une seule espèce végétale, mais certains font preuve d'une polyphagie étendue (FRAVAL, 2006). Parmi les espèces polyphages, le puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 avec plus de 200 plantes hôtes (TURPEAU et *al.*, 2011). Il se développe sur des cultures aussi différentes que la betterave, la pomme de terre, le tabac, le tournesol et le colza, avec cependant une préférence pour les Fabacées. Ce puceron est très commun dans le monde. Il se trouve en Europe de l'Ouest, en Asie, en Afrique et au Nord et Sud de l'Amérique (ZAMANI et *al.*, 2013).

1- Systématique d'*A. fabae*

REMAUDIERE et REMAUDIERE (1997) subdivisent la famille des Aphididae en 25 sous-familles et 18 tribus. Selon les mêmes auteurs, *A. fabae* (puceron noir de la fève) appartient au ;

Règne	Animalia
Embranchement	Arthropoda
Classe	Insecta
Super-ordre	Hemipteroidea
Ordre	Homoptera
Famille	Aphididae
Genre	<i>Aphis</i>
Espèce	<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763

2- Description

A. fabae sous sa forme aptère est un puceron globuleux, trapu, noir mat à verdâtre, avec trois paires de taches blanches cireuses sur l'abdomen. Il mesure environ 2 mm (Fig. 13). L'ailéa un corps plus allongé que celui de l'aptère. Il possède des antennes courtes, de longueur environ les deux tiers du corps (Fig. 14). L'abdomen est foncé avec des taches blanches et des sclérites marginaux noirs. Les cornicules sont courtes et noires. La cauda est courte, trapue et noire (TURPEAU et *al.*, 2011).

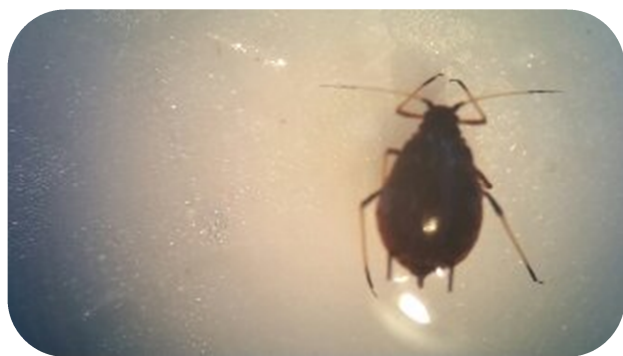


Fig. 13 : Adulte aptère d'*A. fabae*
(G : 2x10) (ORIGINALE, 2017)



Fig. 14 : Adulte ailé d'*A. fabae* (G : 2x10)
(ORIGINALE, 2017)

3-Biologie et Cycle de vie

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 (RABATEL, 2011).

Les pucerons sont des insectes à métamorphose incomplète (hétérométabole). Pour grandir, ils subissent des mues et passent par 4 stades larvaires (Fig. 15). Ces derniers, ressemblent aux adultes aptères mais de petite taille et certains caractères sont parfois moins prononcés (FREDON, 2008).

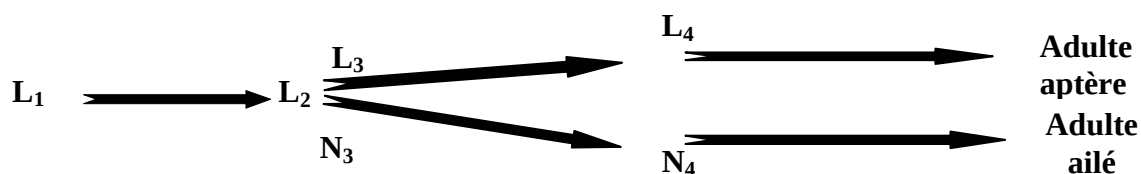


Fig. 15 : Différents stades de développement d'*A. fabae*

La plupart des espèces de pucerons présentent, au cours de leur cycle évolutif, une génération d'individus sexués (mâle, femelle) alternant avec une ou plusieurs générations se multipliant par parthénogenèse et constituées uniquement de femelles (parthénogenèse thélytoque) (TURPEAU et al., 2011).

D'après RABATEL (2011), les pucerons peuvent être divisés en deux groupes en fonction de leur cycle de vie au sein de l'holocyclie :

- **Les espèces monoéciques** qui se nourrissent sur les mêmes espèces de plantes vivaces ou herbacées tout au long de l'année ;
- **Les espèces dioéciques ou hétéroéciques** qui, au cours de leur cycle biologique, changent d'hôte et migrent d'un hôte primaire (souvent des plantes ligneuses, en hiver) vers une ou plusieurs espèces secondaires (telles des plantes herbacées durant l'été).

TURPEAU et *al.* (2011) affirment qu'*A.fabae* est holocyclique dioecique. Cette espèce alterne donc entre son hôte primaire, en général le fusain d'Europe (*Evonymus europaeus*), et ses hôtes secondaires, des plantes herbacées appartenant à de très nombreuses familles botaniques. Dès le mois de mars, les œufs d'hiver éclosent sur le fusain. Plusieurs générations parthénogénétiques se développent alors sur l'arbre. Les premiers ailés sont observés en avril. Leur proportion augmente ensuite rapidement au sein des populations. Ces ailés vont quitter les fusains. Ils seront à l'origine de nouvelles colonies en manchon dense, observées au cours de la belle saison sur les plantes herbacées sauvages et cultivées. Les ailés impliqués dans la reproduction sexuée apparaissent à l'Automne. Ils assurent le retour vers l'hôte primaire, le fusain (Fig. 16).

La fécondation et la ponte ont lieu dans le courant d'Octobre. La reproduction sexuée n'est pas toujours obligatoire chez le puceron noir de la fève. Dans les régions à climat doux, des populations peuvent en effet se maintenir tous l'hiver sur des hôtes secondaires herbacées en continuant à se multiplier par parthénogenèse. Les pullulations d'*A. fabae* sont spectaculaires, en particulier sur féverole. Elles dépendent des conditions climatiques et peuvent être régulées par la présence d'ennemis naturels.

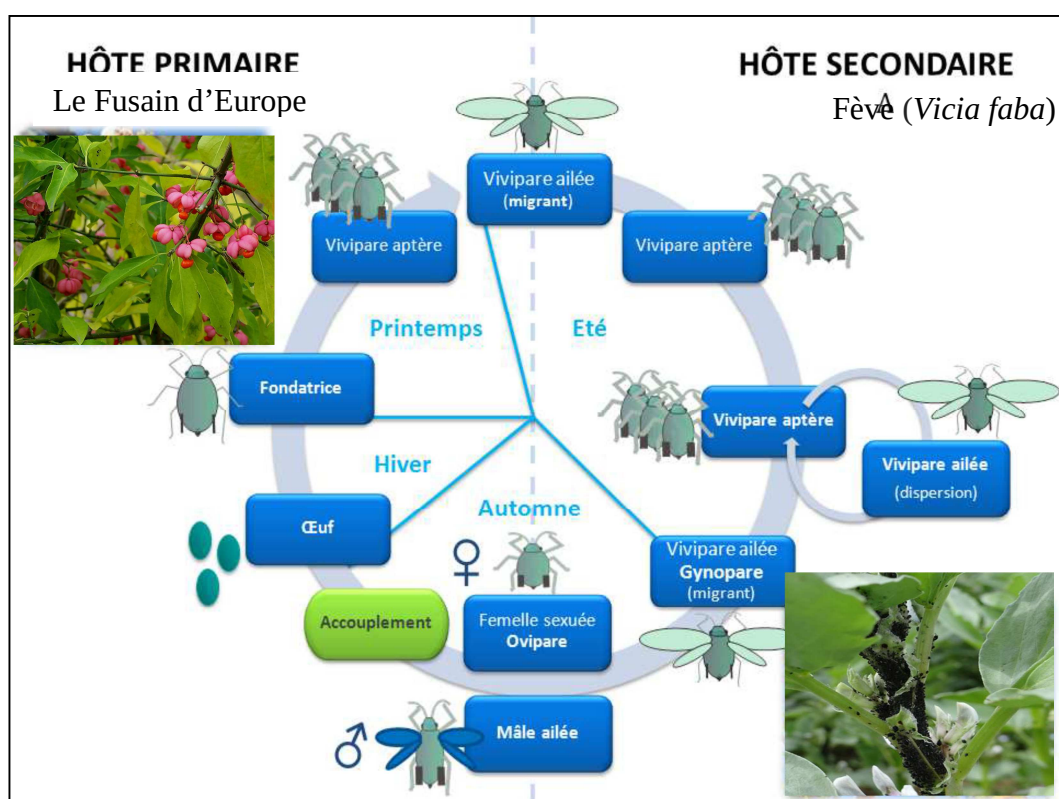


Fig. 16 : Cycle biologique d'*A.fabae*(JOSEPHYNE, 2012)

4- Facteurs de pullulation

Les facteurs intervenant dans le développement des populations de pucerons sont nombreux et peuvent être répartis en deux groupes :

D'une part les facteurs internes qui regroupent la plante hôte (certaines plantes se trouvent plus infestées par les aphides que d'autres), la compétition (de nombreux cas de compétition entre pucerons et divers organismes ont été signalés) et les ennemis naturels (les pucerons sont la proie de nombreux prédateurs. Ils sont aussi la cible de champignons entomopathogènes) (JOSEPHYNE, 2012). De nombreux pucerons trouvent une protection en s'associant avec des fourmis. Ces dernières ont l'avantage d'y trouver de la nourriture (GERARD C., 2009).

D'autre part les facteurs externes dont la température (elle joue un rôle important dans le développement, la longévité, la fécondité, le poids ainsi que l'envol des pucerons), la pluviométrie (une pluie abondante agit directement sur les pucerons en empêchant leur vol ou encore en délogeant les aptères des feuilles sur lesquelles ils se trouvent), le vent (la vitesse et la direction du vent conditionnent l'aptitude des pucerons à des déplacements plus ou moins lointains) et l'humidité relative de l'air (elle peut faciliter ou inhiber le vol des ailés. Les vols sont fréquents pour une humidité inférieure à 75% et une température comprise entre 20 et 30°C) (HULLE et al., 1999). Les colonies de pucerons peuvent littéralement exploser en quelques jours, surtout dans les conditions de température et d'humidité élevées (VINCENT, 2012).

5- Dégâts causés par *A. fabae*

Les pucerons noirs de la fève se développent très rapidement. Ils s'accrochent aux plantes colonisées et forment des manchons (taches noires sur la tige sur au moins 1 cm de long). Plus d'un millier d'individus peuvent être dénombrés par pied de féverole en cas de forte pullulation (Fig. 17). Ils colonisent les parcelles de fèves au printemps et peuvent entraîner jusqu'à 12 q/ha de pertes de rendement. (CHARBONNAUD et al., 2017).

Les pucerons occasionnent des dégâts directs, liés au prélèvement de sève et à la toxicité de la salive (TURPEAU et al., 2010). Le premier entraîne le flétrissement des plantes, une moindre croissance et une mauvaise fructification (Fig. 18). Quant à la toxicité, elle provoque la destruction, la déformation, la décoloration des tissus végétaux et un avortement des fleurs (CHARBONNAUD et al., 2017). D'importantes pertes de rendement et une altération de la qualité des produits végétaux comme les fruits (Fig. 19) sont les conséquences économiques de ces infestations (RABATEL, 2011).

Ces aphides sont également responsables de dégâts indirects. D'une part, par la production de miellat qui est à l'origine du développement de la fumagine (Fig. 20). Cette substance peut contrarier l'activité photosynthétique de la plante en bouchant les stomates, entravant ainsi la respiration et l'assimilation chlorophyllienne. Elle souille également les parties consommables (fruits) et les rendent ainsi impropres à la commercialisation (GIORDANENGO et *al.*, 2010). D'autre part, par la transmission de nombreux virus (Fig. 21). Le plus connu de ces derniers est le BLRV (Broad Leaf Roll Virus), mais il y a également le virus des taches nécrotiques (Broad Bean Stain Virus ou BBSV) (CHARBONNAUD et *al.*, 2017). Par cet aspect, les pucerons se montrent beaucoup plus nuisibles que par le prélèvement de sève (LECOQ, 1996).

6- Moyens de lutte

TROTTIN et *al.* (2014) estiment que les stratégies de protection vis-à-vis des pucerons sont étudiées depuis plusieurs années. Une diversité d'espèces de pucerons est notée pratiquement chaque année, ce qui rend plus complexe la mise au point de stratégies. À ce jour, les exigences sont croissantes pour une production plus respectueuse de la santé et de l'environnement. Ainsi, la stratégie de lutte doit être basée sur une combinaison de méthodes de protection :

- Une prophylaxie, notamment le contrôle des adventices dans la serre ou la parcelle et aux abords et surtout la vérification de l'état sanitaire des plants achetés, souvent porteurs de pucerons, ce qui implique alors une intervention rapide sur les plants ;
- Des observations régulières (tous les 8 à 15 jours) sur les différents organes des plantes susceptibles de porter des pucerons pour une détection précoce des premiers foyers de pucerons et/ou exuvies ;
- Des lâchers d'auxiliaires, avec des parasitoïdes relativement spécifiques, introduits seuls ou en mélange (2 à 6 espèces) et des prédateurs plus généralistes ;
- Une protection chimique raisonnée en complément, si nécessaire, avec des spécialités peu toxiques pour les auxiliaires. Ces derniers sont en mesure de faire retomber la pression des pucerons avant le seuil d'intervention.



Fig.17 : Manchons d'*A.fabae* sur la fève(ORIGINALE, 2017)



Fig.18 : Dégâts directs occasionnés par *A. Fabae* sur les feuilles(ORIGINALE, 2017)

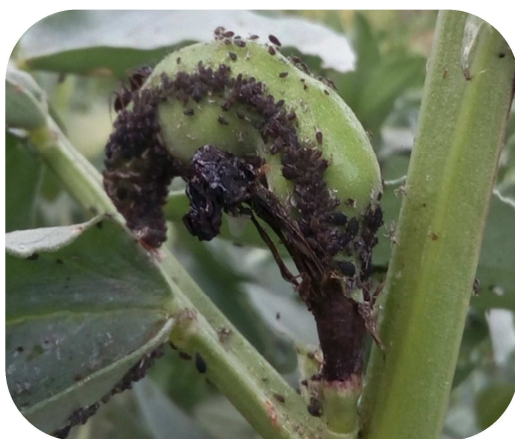


Fig.19 : Dégâts d'*A.fabae* sur les gousses (ORIGINALE, 2017)



Fig. 20 : Brulures sur le feuillage et développement de fumagine (ORIGINALE, 2017)

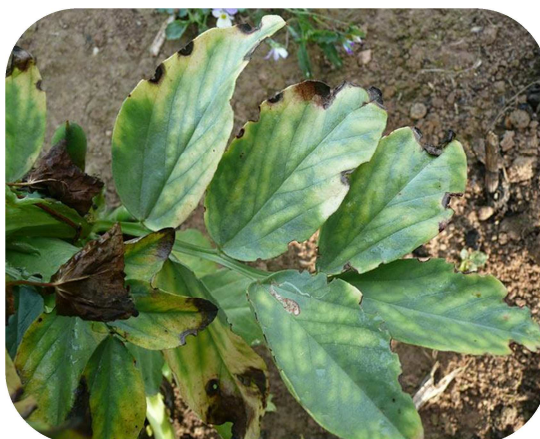


Fig. 21 : Symptômes de virose sur les feuilles de *V. faba* (ORIGINALE, 2017)

- Une **lutte biologique** basée sur l'utilisation des extraits végétaux est une des possibilités envisagées pour réduire l'utilisation de ces produits. En effet, selon HAMDANI(2012), les produits extraits à partir des végétaux sont utilisés comme bio pesticides contre ces ravageurs. Le pyrèthre, molécule issue de la plante de chrysanthème *Chrysanthemum cinerariifolium*, agit par contact en paralysant les pucerons (LAMBERT, 2005).

Chapitre III

Matériel et Méthodes

Introduction

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence l'effet biocide de six extraits végétaux à savoir celui de l'oranger feuille, l'oranger fleur, du citronnier feuille, citronnier fleur, du clémentinier feuille et du clémentinier fleurs à l'égard du puceron noir de la fève *A. fabae*. Pour y parvenir, un travail expérimental est mené au niveau du laboratoire d'Entomologie de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

1- Matériel d'étude

1-1- Matériel de laboratoire

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

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

Pour la préparation du traitement nous avons utilisé :

- De l'eau distillée.
- Un bécher de 50 ml
- Des pulvérisateurs.
- Des pipettes de 1 et 5 ml.

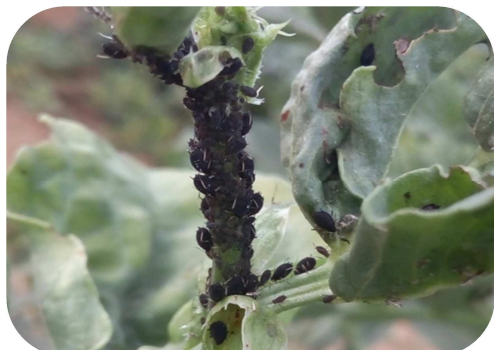
1-2- Matériel biologique

1-2-1- Pucerons

Il s'agit du puceron noir de la fève *A. fabae* (Fig. 22). Les individus de pucerons utilisés sont prélevés sur des plants de fève dans une parcelle située dans la région de Tigzirt (village Ait Iftene) à environ 28 km de la wilaya de Tizi-Ouzou et à une altitude de 700 m.

1-2-2- Plante hôte (*Vicia faba*)

Il s'agit de jeunes plants de fève de la variété Séville, de 15 cm de hauteur, issus de semis dans des pots au laboratoire (Fig. 23).



**Fig.22 : Pucerons noirs de la fève
(ORIGINALE, 2017)**



**Fig.23 : Graines de fève
(ORIGINALE, 2017)**

1-2-3- Extraits végétaux

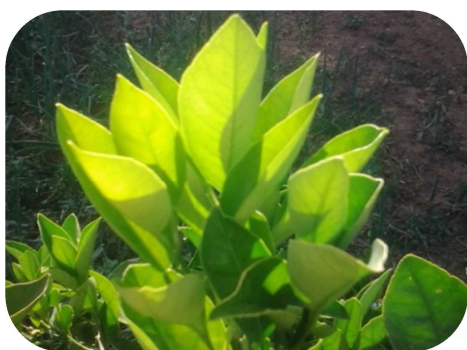
Les agrumes regroupent plusieurs espèces dont les plus connues sont les citrons, les oranges, les pamplemousses, les mandarines et les clémentines (ESCARTIN, 2011). Les extraits utilisés dans la présente étude sont obtenus à partir des feuilles et des fleurs d'oranger, des feuilles et des fleurs de citronnier et des feuilles et des fleurs de clémentinier. Ils ont été récoltés dans un jardin privé situé dans la région de Tizi-Rached à 13km de la wilaya de Tizi-Ouzou et à une altitude de 310 m.

D'après ADJDIR et BENSNOUSSI (2009), la position systématique des agrumes est la suivante:

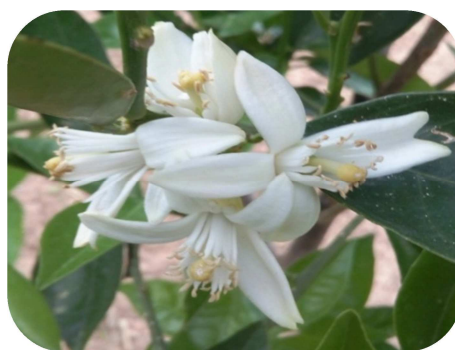
Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous- embranchement	Angiospermes
Classe	Eu dicotylédones
Sous – Classe	Archichlomydeae
Ordre	Geniales (Rutales)
Famille	Rutaceae
Tribu	Citreae
Genre	<i>Poncirus, Fortunella</i> et <i>Citrus</i>

1-2-3-1- Oranger (*Citrus sinensis*)

L'oranger est un arbre à croissance rapide. Son aspect est plutôt arrondi et symétrique. Les branches portent des feuilles d'un vert sombre, ovales, brillantes et coriaces avec un apex aigu et une base arrondie. Le pétiole est légèrement ailé (Fig. 24). Les fleurs sont blanches et très odorantes, isolées ou en groupe, la corolle possède 5 pétales blancs recourbés vers l'arrière (Fig. 25). Le fruit est une baie généralement ronde (COLOMBO, 2004).



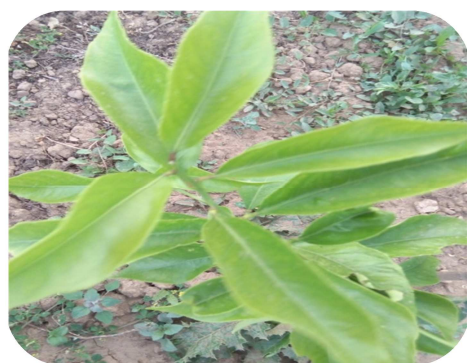
**Fig. 24 : Feuilles d'oranger
(ORIGINALE, 2017)**



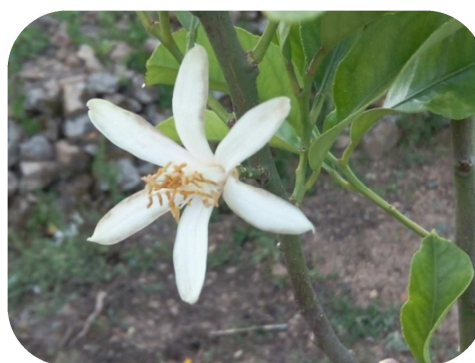
**Fig. 25 : Fleurs d'oranger
(ORIGINALE, 2017)**

1-2-3-2- Citronnier (*Citrus limon*)

Le citronnier est un arbuste vigoureux aux branches robustes et épineuses. Les feuilles alternes et coriaces sont grandes et très parfumées, le pétiole est légèrement ailé (Fig. 26). Les fleurs sont blanches et peu odorantes, regroupées à l'aisselle des feuilles (Fig. 27) (COLOMBO, 2004). Les fruits sont des baies ovales, d'un jaune vif, avec un mamelon au sommet (ESCARTIN, 2011).



**Fig.26 : Feuilles de citronnier
(ORIGINALE, 2017)**

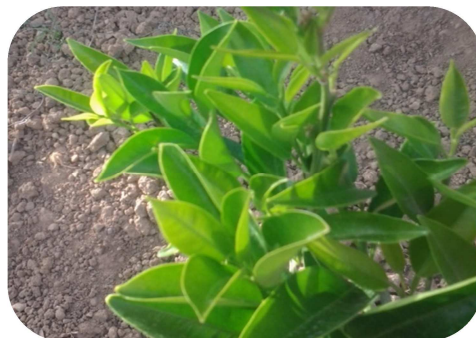


**Fig. 27 : Fleurs de citronnier
(ORIGINALE, 2017)**

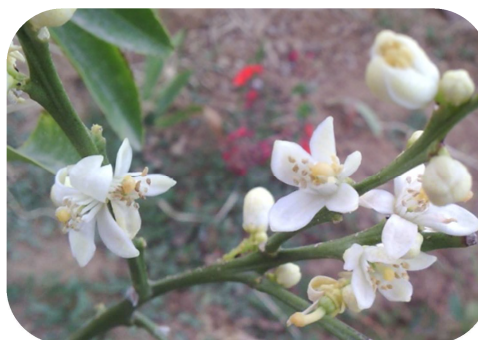
1-2-3-3- Clémentinier (*Citrus clementina*)

Le clémentinier est un petit arbre souvent épineux, avec des rameaux élancés. Sa forme est arrondie assez ouverte. Les feuilles sont lancéolées, d'un vert brillant, avec des pétioles légèrement ailés (Fig. 28). Les fleurs, solitaires ou en petites inflorescences, sont très

parfumées (Fig. 29). Les fruits ont une écorce fine, orange et une pulpe douce (COLOMBO, 2004).



**Fig. 28 : Feuilles de clémentinier
(ORIGINALE, 2017)**



**Fig. 29 : Fleurs de clémentinier
(ORIGINALE, 2017)**

2- Méthode expérimentale

Le travail expérimental a commencé le 24/04/2017 par le semis des graines de fève, dans des pots au niveau du laboratoire.

2-1- Dispositif expérimental

En plus des 3 pots témoins (non traités), le dispositif est formé de 90 pots divisés en six parties, 15 pots ont subi une application du traitement par chaque extrait (feuilles d'oranger, fleurs d'oranger, feuille de citronnier, fleur de citronnier, feuille de clémentinier et fleur de clémentinier), dont chacun correspond à une dose, avec 3 répétitions pour chaque dose. À savoir des doses de 10%, 20%, 30%, 40% et 50%.

2-2- Méthode d'infestation

L'infestation est effectuée le 03/05/2017 au niveau du laboratoire, avec des individus d'*A. fabae* pris à partir des plants de fève déjà infestés. A l'aide d'un pinceau, les pucerons sont disposés avec soin sur les jeunes plants de fève, à raison de 30 pucerons par pied (Fig. 30). Chaque pot est recouvert avec un tissu moustiquaire afin d'éviter le déplacement des individus (Fig. 31).



**Fig. 30 : Infestation des plants
(ORIGINALE, 2017)**



**Fig. 31 : Couverture des
pots (ORIGINALE, 2017)**

2-3-Méthode d'obtention des extraits végétaux

Chaque extrait végétal utilisé est obtenu par pression des feuilles et des fleurs des trois plantes. Ces dernières sont lavées, séchées, écrasées et broyées, Nous avons récupéré dans un tissu perméable la pâte obtenue qui fut pressée par la suite pour obtenir les extraits bruts que nous avons filtré dans une passoire. Les filtrats obtenus sont versés dans des bécher (Fig. 32).



a- Feuilles



b-Broyage des feuilles



d- Extrait brut



c- Pressage des feuilles

Figure 32 : Méthode d'obtention des extraits végétaux (ORIGINALE, 2017)

2-4- Préparation des doses

Cinq doses dont la concentration varie en fonction de la dilution de la solution mère dans l'eau distillée sont employées (Fig. 33 ; Fig. 34). Ainsi,

- La dose D1 = 10% correspond à 1 ml d'extrait de plantes et 9 ml d'eau distillée.
- La dose D2 = 20% correspond à 2 ml d'extrait de plantes et 8 ml d'eau distillée.
- La dose D3 = 30% correspond à 3 ml d'extrait de plantes et 7 ml d'eau distillée.
- La dose D4 = 40% correspond à 4 ml d'extrait de plantes et 6 ml d'eau distillée.
- La dose D5 = 50% correspond à 5 ml d'extrait de plantes et 5 ml d'eau distillée.



Fig. 33 : Extrait brut
(ORIGINALE, 2017)



Fig. 34 : Extrait dilué dans l'eau distillée
(ORIGINALE, 2017)

2-5-Application du traitement

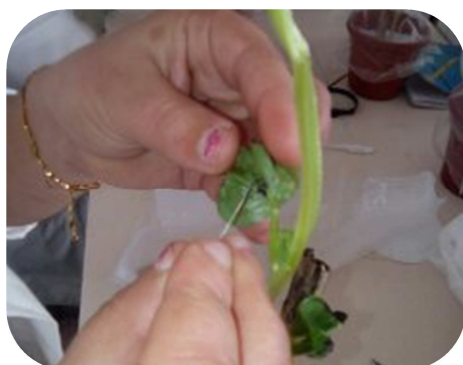
Le traitement a été appliqué le 04/05/2017, soit un jour après l'infestation des plantes par les individus de pucerons. Le traitement est appliqué par pulvérisation sur les colonies d'*A. fabae* (Fig. 35).



Fig. 35 : Pulvérisation du traitement (ORIGINALE, 2017)

2-6-Dénombrement de la population d'*A. fabae*

Le dénombrement est effectué après traitement à l'aide d'une loupe manuelle (Fig. 36). Plusieurs observations à intervalle de deux jours entre elles sont effectuées. Ces observations ont permis de comptabiliser les individus morts et vivants.



a - Pucerons vivants



b - Pucerons morts

Fig. 36 : Dénombrement des pucerons (ORIGINALE, 2017)

3-Exploitation statistique des résultats

Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance à deux critères de classification en utilisant le logiciel STAT BOX, VERSION 6.4 pour déterminer l'effet bioinsecticide des feuilles et des fleurs des trois espèces d'agrumes : l'oranger, le citronnier et le clémentinier vis-à-vis du puceron noir de la fève (*A. fabae*). Lorsque cette analyse montre des différences significatives, elle est complétée par le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% afin de comparer les moyennes et de déterminer les groupes homogènes. Lorsque la probabilité (p) est :

$P > 0,05$: Il n'y a pas de différence significative

$0,05 \geq P > 0,01$: Il y a une différence significative

$0,01 \geq P > 0,001$: Il y a une différence hautement significative

$P \leq 0,001$: Il y a une différence très hautement significative (DAGNELIE, 1975).

Chapitre IV

Résultats et discussion

Introduction

Lors de notre travail nous avons cherché à vérifier l'effet biocide de six extraits végétaux à partir des feuilles et des fleurs de trois espèces d'agrumes, à savoir l'oranger, le citronnier et le clémentinier sur les populations du puceron noir de la fève. Cette étude est réalisée à travers l'évaluation de la mortalité des individus de pucerons exposés aux différentes doses. Leur efficacité est testée selon plusieurs paramètres, à savoir la concentration, 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 des feuilles d'oranger

Les résultats obtenus après traitement de la population d'*A.fabae* avec l'extrait à base des feuilles d'oranger sont illustrés dans la figure 37.

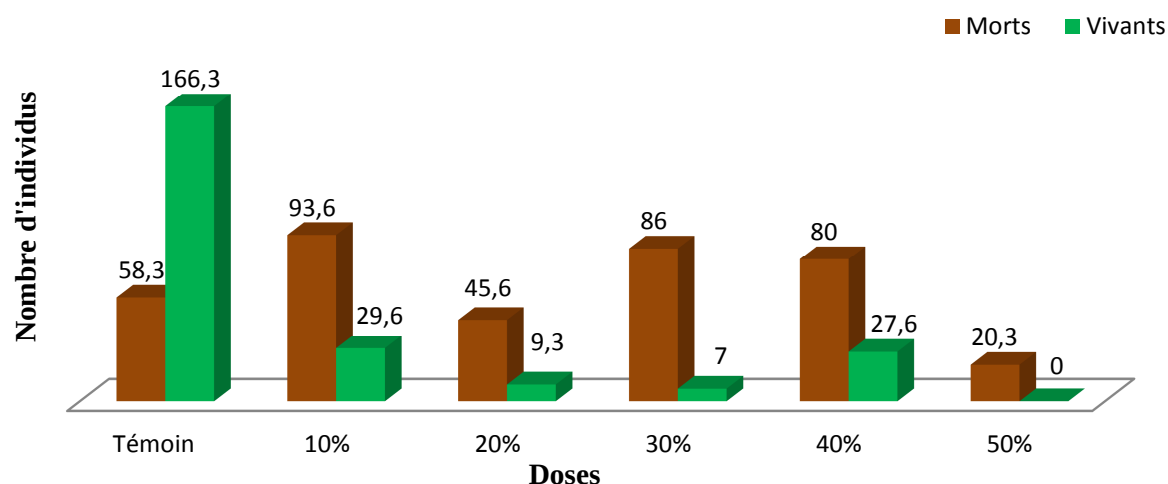


Fig. 37 : Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses d'extrait de feuilles d'oranger

Les résultats présentés dans la figure 37montrent que chez les populations traitées à l'extrait des feuilles d'oranger la moyenne des morts n'augmente pas avec la dose. En effet, les doses de 20% et 30% sont plus efficaces avec respectivement une moyenne de 9,3 et 7 individus vivants que la dose de 40% avec 27,6 individus. Nous remarquons cependant que la dose de 50 % conduit à une mortalité totale.

1-1-2- Extrait des fleurs d'oranger

Les résultats obtenus après traitement de la population d'*A.fabae*avec l'extrait de fleurs d'oranger sont illustrés dans la figure 38.

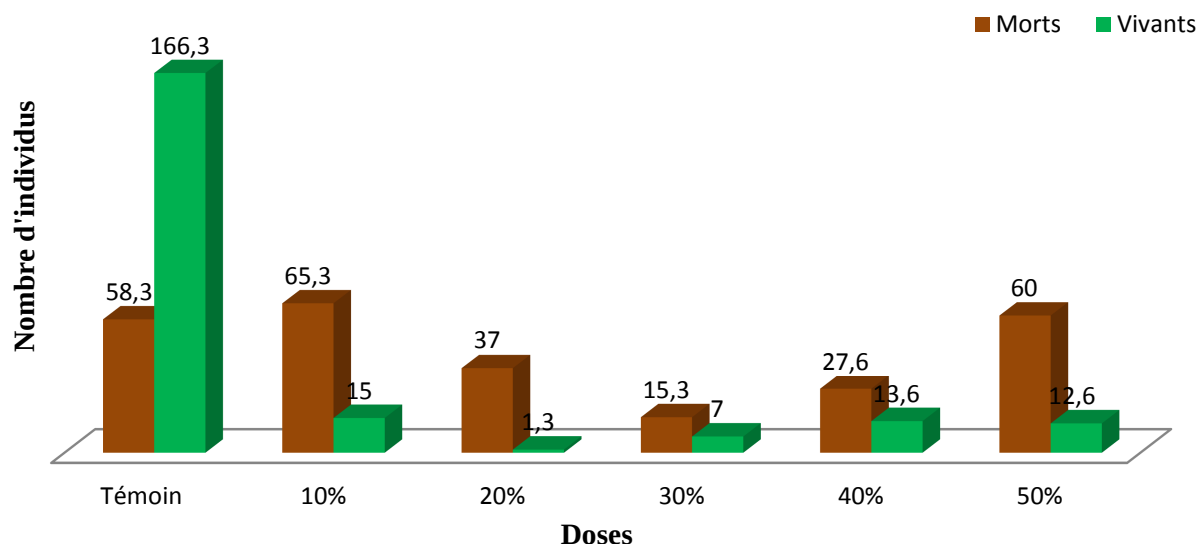


Fig. 38 : Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses d'extrait de fleurs d'oranger

Nous constatons que les niveaux de populations des pucerons morts enregistrés dans les lots traités à l'extrait des fleurs d'oranger n'augmentent pas au fur et à mesure que nous augmentons la dose. En effet, Le nombre moyen de pucerons vivants le plus faible (1,3 individus vivant) est obtenu à la dose de 20% (Fig. 38).

1-1-3- Extrait des feuilles de citronnier

Les résultats obtenus après traitement de la population d'*A.fabae* avec l'extrait des feuilles de citronnier sont illustrés dans la figure 39.

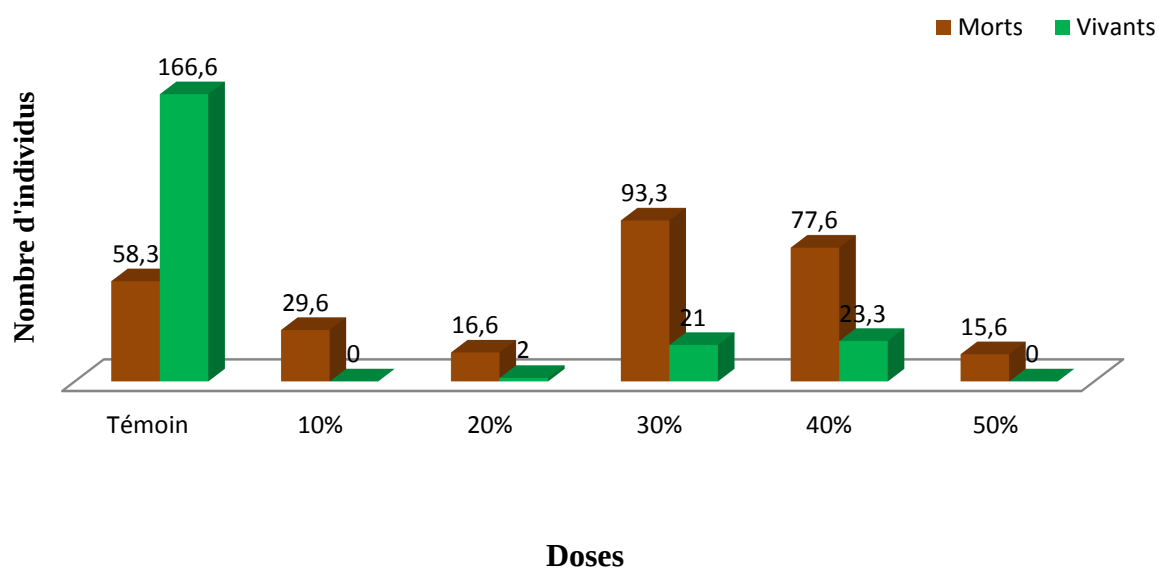


Fig.39 : Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses d'extrait de feuilles de citronnier

Les résultats obtenus avec le traitement à base de l'extrait des feuilles de citronnier indiquent que les doses de 10 % et 50% sont les plus efficaces enregistrant une mortalité totale (Fig. 39).

1-1-4- Extrait des fleurs de citronnier

Les résultats obtenus après traitement de la population d'*A.fabae* avec l'extrait des fleurs de citronnier sont illustrés dans la figure 40.

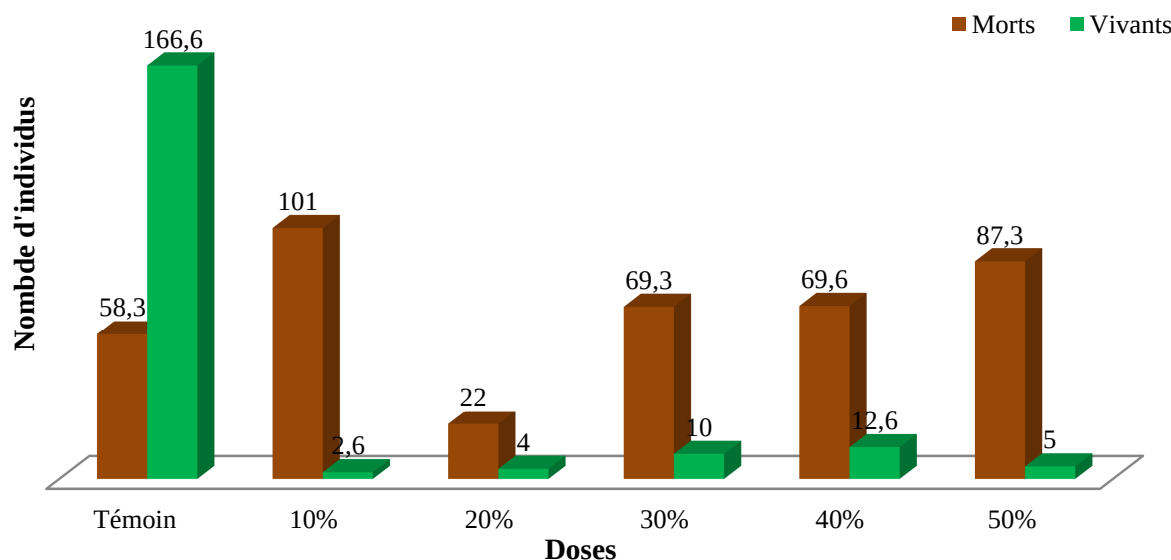


Fig. 40 : Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses d'extrait de fleurs de citronnier

Les résultats montrent que la mortalité chez la population aphidienne traitée par le biocide à base des feuilles de citronnier n'augmente pas avec l'augmentation de la dose. Nous remarquons que la dose 10 % est la plus toxique avec un nombre moyen de 101 individus morts contre 2,6 individus vivants (Fig. 40).

1-1-5- Extrait des feuilles de clémentinier

Les résultats obtenus après traitement de la population d'*A.fabae* avec l'extrait des feuilles de clémentinier sont illustrés dans la figure 41.

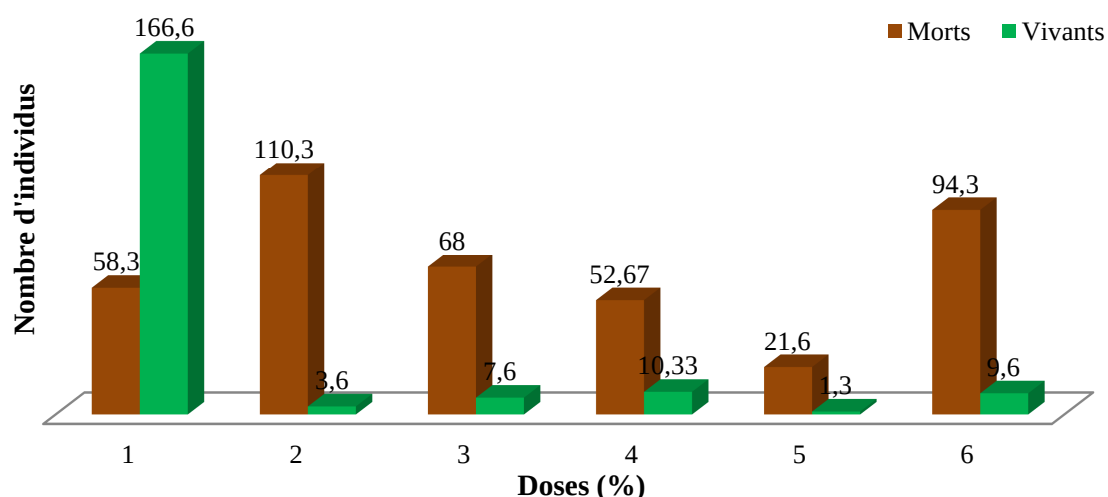


Fig. 41 : Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses d'extrait de feuilles de clémentinier

La figure 41 révèle que les nombres d'individus morts obtenus après traitement des pucerons avec l'extrait des feuilles de clémentinier sont élevés aux doses 10 % et 40% avec des moyennes de respectivement 3,6 et 1,3 puceron vivant. Cependant la mortalité la plus faible est observée à la dose 30 % avec un nombre moyen de 10,3 individus vivants.

1-1-6- Extrait des fleurs de clémentinier

Les résultats obtenus après traitement de la population d'*A.fabae* avec l'extrait des fleurs de clémentinier sont illustrés dans la figure 42.

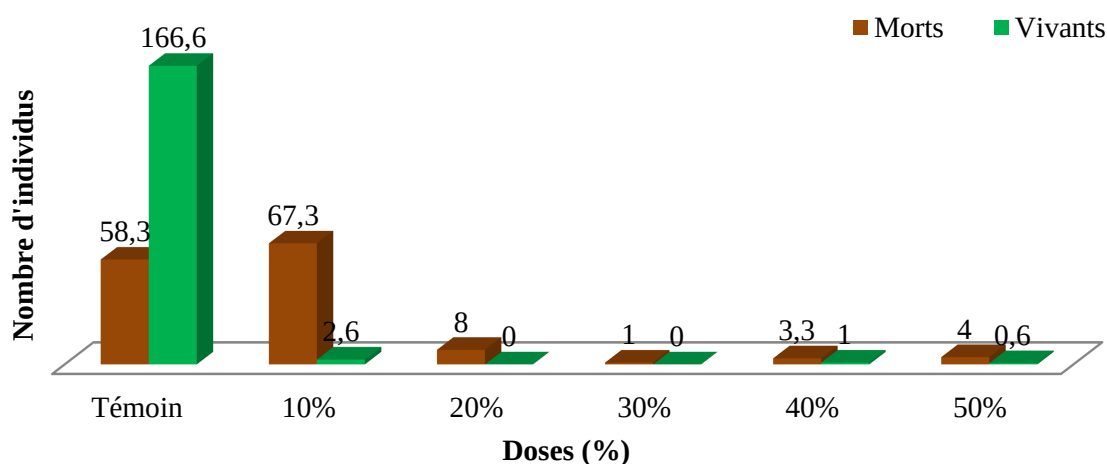


Fig. 42 : Nombre d'individus morts et vivants traités aux 5 doses d'extrait de fleurs de clémentinier

Les observations effectuées sur les populations traitées par le biocide à base des fleurs de clémentinier montrent que les doses de 20% et 30% sont les plus efficaces provoquant des taux de mortalité de 100% (Fig. 42).

L'analyse de la variance à deux facteurs montre une différence non significative pour le facteur dose ($P = 0,725$).

1-2- Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d'*A. fabae*

1-2-1- Extrait des feuilles d'oranger

L'efficacité de l'extrait des feuilles d'oranger appliqué par voie de contact au fil du temps sur la population de pucerons est représentée dans la figure 43.

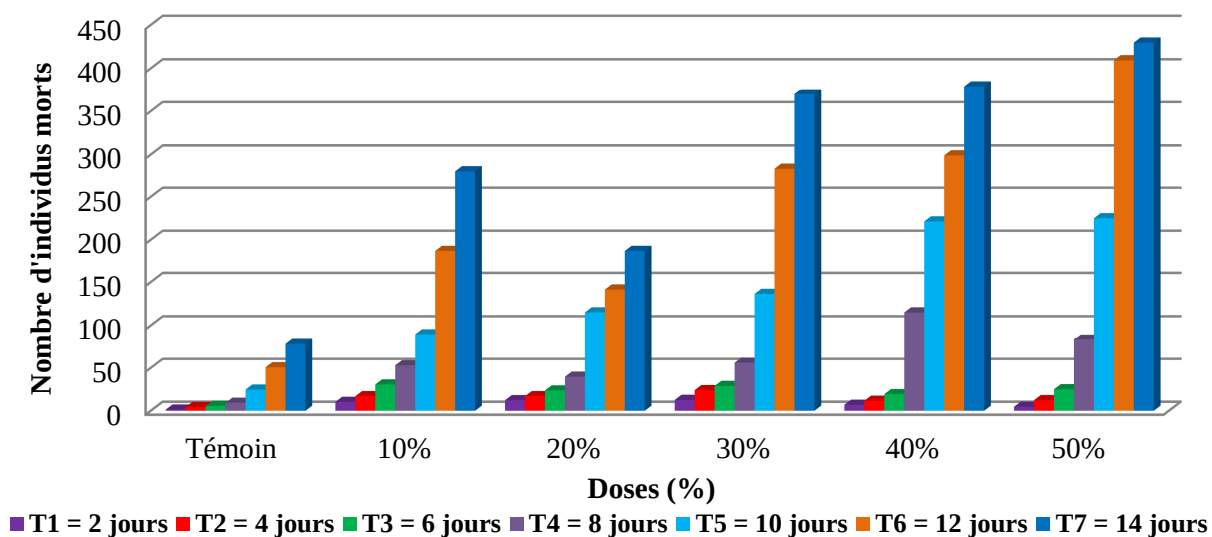


Fig. 43 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de feuilles d'oranger, en fonction du temps après traitement

L'évolution temporelle de la mortalité des populations d'*A. fabae* après l'application du traitement à base d'extrait de feuilles d'oranger montre que le traitement est plus efficace à la septième observation, à savoir 14 jours après l'application. En effet, le taux de mortalité des populations d'*A. fabae* 8 jours après la pulvérisation de l'extrait est faible par rapport à celui obtenu 10, 12 et 14 jours après et ceux pour toutes les doses (Fig. 43). Le nombre de pucerons morts passe de 4,46 individus (1ère observation) à 429, 66 individus (7ème observation) à la dose de 50%.

1-2-2- Extrait des fleurs d'oranger

L'efficacité de l'extrait des fleurs d'oranger appliqué par voie de contact au fil du temps sur la population de pucerons est représentée dans la figure 44.

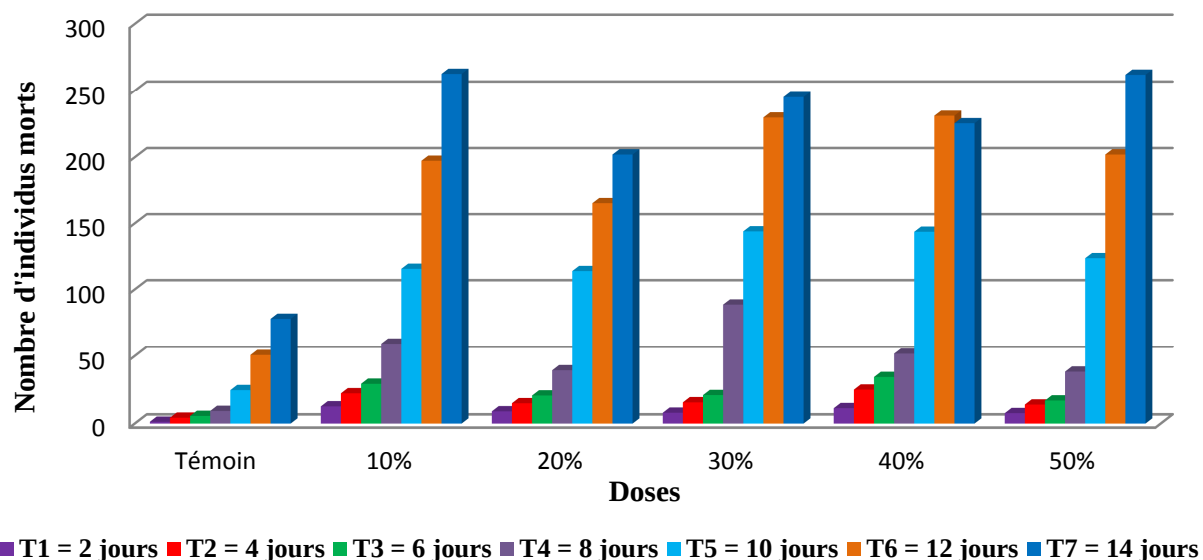


Fig. 44 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de fleurs d'oranger, en fonction du temps après traitement

Les observations effectuées sur les populations traitées par le biocide à base de fleurs d'oranger montrent que la moyenne de mortalité la plus élevée est marquée au temps T7 soit 14 jours après la pulvérisation des 5 doses, avec 262 individus contre 7,66 individus au temps T1, deux jours post traitement à la dose de 50% (Fig. 44).

1-2-3- Extrait des feuilles de citronnier

L'efficacité de l'extrait des feuilles de citronnier appliqué par voie de contact au fil du temps sur la population de pucerons est représentée dans la figure 45.

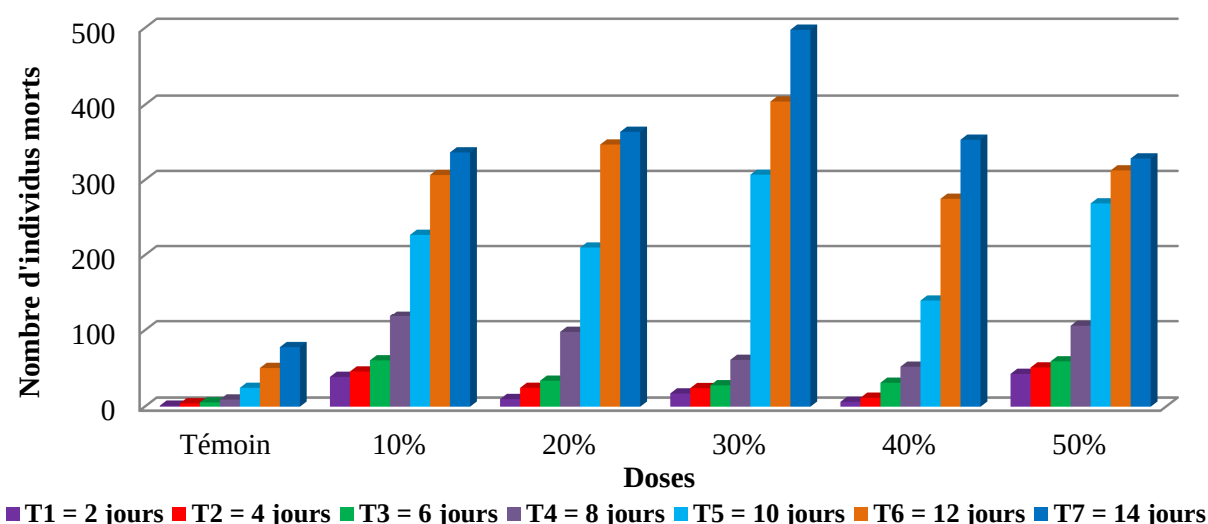


Fig. 45 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait des feuilles de citronnier, en fonction du temps après traitement

Le biocide à base de l'extrait des feuilles de citronnier se montre plus efficace au fur et à mesure que le temps passe quelle que soit la dose utilisée. Nous avons noté une importante augmentation du nombre d'individus mort à la dose (30%) à partir du temps T5 (10 jours après l'observation) (Fig. 45).

1-2-4- Extrait des fleurs de citronnier

L'efficacité de l'extrait des fleurs de citronnier appliqué par voie de contact au fil du temps sur la population de pucerons est représentée dans la figure 46.

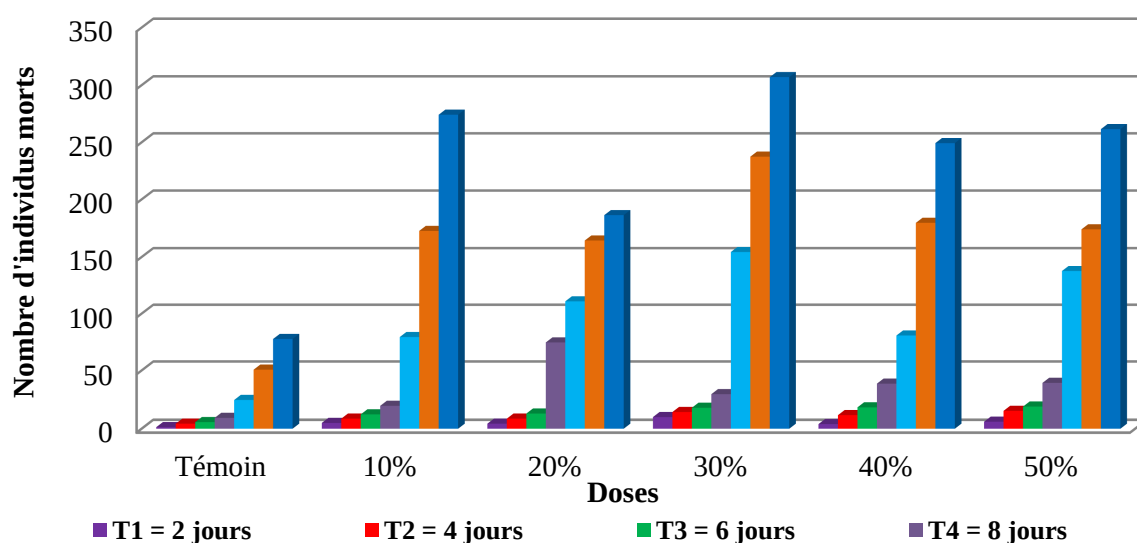


Fig. 46 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de fleurs de citronnier, en fonction du temps après traitement

Les résultats présentés dans la figure 46 montrent que le nombre moyen d'individus morts après traitement à base d'extrait de fleurs de citronnier augmente avec le temps pour toutes les doses. Des mortalités importantes avec 237,6 et 307 individus sont enregistrées, 12 jours et 14 jours respectivement après traitement la dose de 30 %.

1-2-5- Extrait des feuilles de clémentinier

L'efficacité de l'extrait des feuilles de clémentinier appliqué par voie de contact au fil du temps sur la population de pucerons est représentée dans la figure 47.

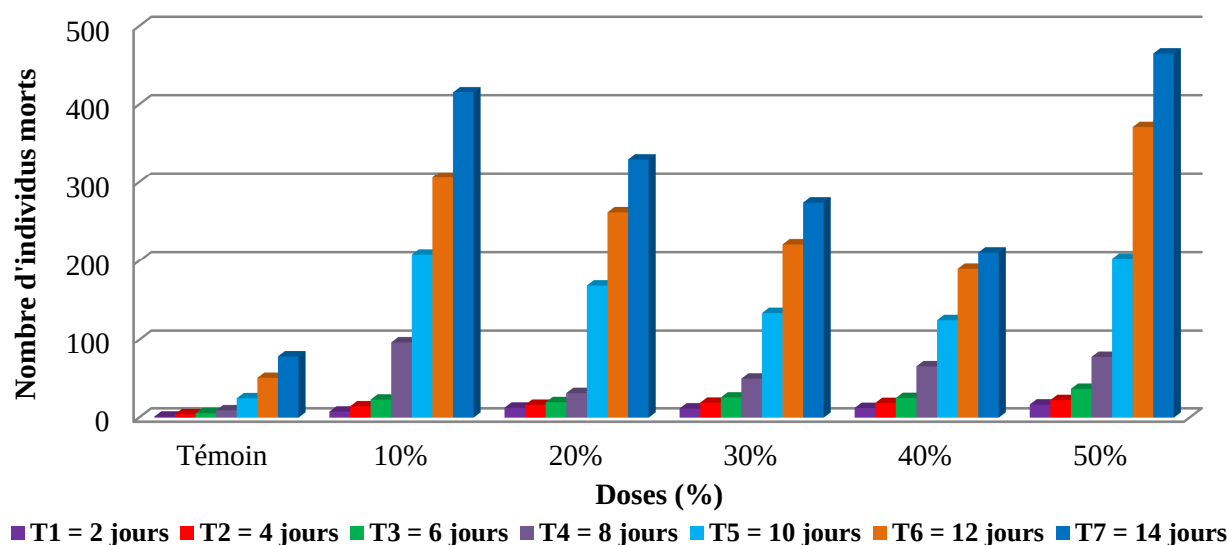


Fig. 47 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de feuilles de clémentinier, en fonction du temps après traitement

Les observations effectuées sur les populations traitées par le biocide à base d'extrait de feuilles de clémentinier montrent que la moyenne de mortalité la plus élevée est marquée au temps T7 soit 14 jours après la pulvérisation des 5 doses, avec 465,66 individus contre 16,66 individus au temps T1, deux jours post traitement à la dose de 50%. Suivi de 416,66 individus contre 7,66 individus à la dose de 10% (Fig. 47).

1-2-6- Extrait des fleurs de clémentinier

L'efficacité de l'extrait des fleurs de clémentinier appliqué par voie de contact au fil du temps sur la population de pucerons est représentée dans la figure 48.

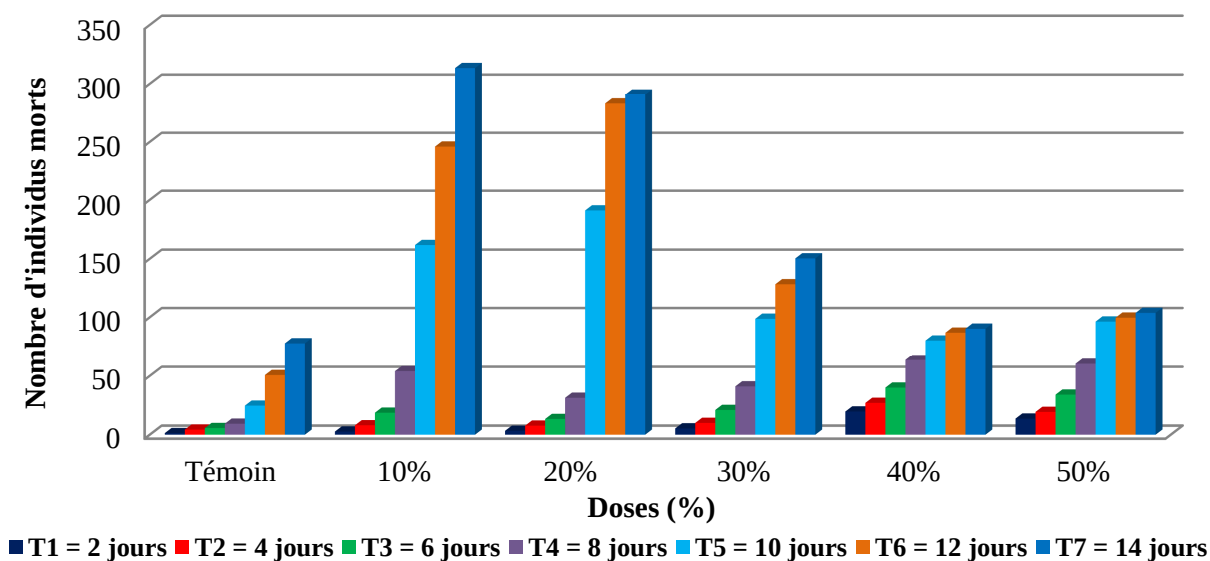


Fig. 48 : Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de fleurs de clémentinier, en fonction du temps après traitement

Les résultats obtenus sur les populations d'*A.fabae* traitées par le biocide à base d'extrait de fleurs de clémentinier révèlent que la moyenne de mortalité la plus élevée est marquée au temps T7 (14 jours après le traitement) pour toutes les doses (Fig. 48).

L'analyse de la variance à deux facteurs montre une différence très hautement significative pour le facteur temps ($p < 2.2e-16$).

Tableau 2: Résultats du test NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur temps sur le taux de mortalité du puceron noir de la fève (*A. fabae*)

Temps	Moyennes d'exposition	Groupes homogènes						
T18	538	A						
T16	499.1		B					
T14	428.5			C				
T12	318.2				D			
T10	209					E		
T8	138.2						F	
T6	77.49							G

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% de signification classe la durée d'exposition dans sept groupes homogènes (Tab.2). Les durées d'exposition ont toutes montré des valeurs de moyennes différentes, elles sont classées dans des groupes différents.

1-3-Effet de la nature de l'extrait sur les populations d'*A. fabae*

La différence entre l'efficacité des six extraits appliqués par voie de contact à savoir : les feuilles et les fleurs d'oranger, les feuilles et les fleurs de citronnier, les feuilles et les fleurs de clémentinier est illustrée dans la figure 49.

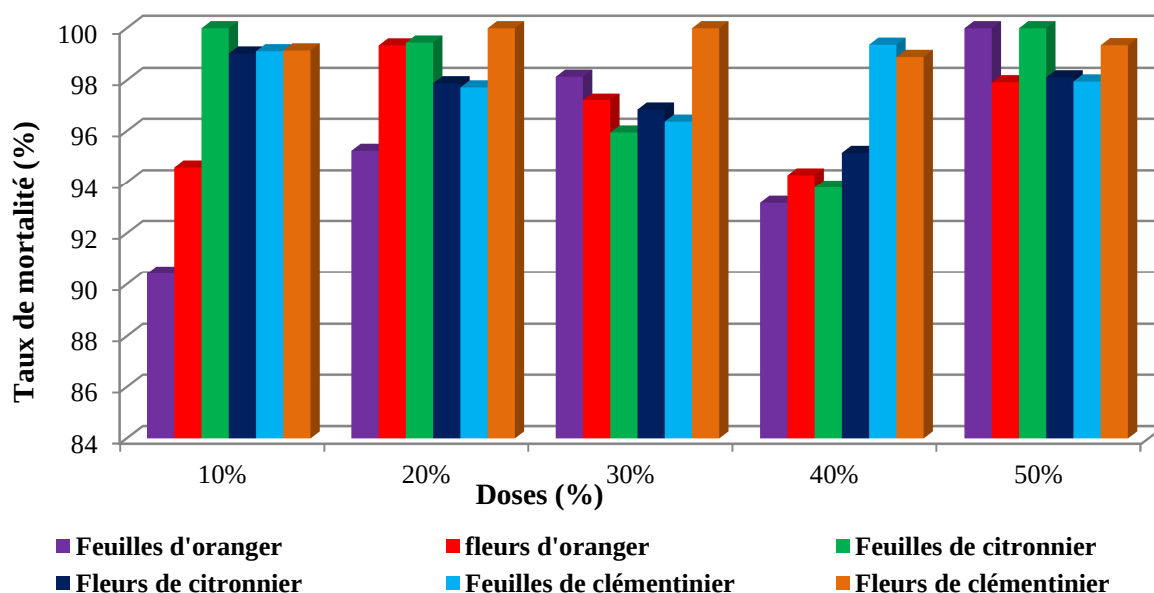


Fig. 49 : Variation du taux de mortalité d'*A. fabae* selon les 6 extraits testés

Le taux de mortalité varie selon les extraits et selon les doses également. Les extraits des feuilles de citronnier et des fleurs de clémentinier semblent être les plus toxiques puisqu'ils provoquent un taux de mortalité de 100 % dès les doses de 10 % et 20 % respectivement. Le biocide à base des feuilles d'oranger provoque un taux de mortalité de 100 % à la dose de 50%. Les fleurs d'oranger, les fleurs de citronnier et les feuilles de clémentinier constituent les extraits les moins efficaces (Fig. 49).

L'analyse de la variance à deux facteurs montre une différence hautement significative pour le facteur extrait ($P = 0,001691$)

Tableau 3: Résultats du test NEWMAN et KEULS concernant l'effet du facteur extrait de feuilles et fleurs de trois plantes d'agrumes (oranger, citronnier, clémentinier) sur la mortalité du puceron noir de la fève (*A. fabae*)

Extraits	Moyennes	Groupes homogènes	
Feuilles de citronnier	369.8	A	
Feuilles de clémentinier	330	A	B
Feuilles d'oranger	323.6	A	B
Fleurs d'oranger	323.2	A	B
Fleurs de clémentinier	284.2		B
Fleurs de citronnier	272.2		B

Le test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% de signification classe la nature de l'extrait dans trois groupes homogènes (Tab.3). L'extrait de feuilles de citronnier est classée dans le groupe A. Par contre, les extraits de feuilles de clémentinier, de feuilles d'oranger et de fleurs d'oranger ont montré des valeurs proches de moyennes de 330 à 323,2. Ces valeurs sont classées dans le groupe AB. Pour ce qui concerne les extraits de fleurs de citronnier et de fleurs de clémentinier, ils sont classés dans le groupe B.

2- Discussion

Les extraits aqueux de l'oranger, du citronnier et du clémentinier utilisés dans cette étude expérimentale semblent avoir tous un effet biocide sur les populations d'*A. fabae*.

L'évaluation de la mortalité des populations traitées par voie de contact montre que celle-ci est indépendante de la dose. En effet, les doses de 20 % et 30% provoquent une mortalité plus élevée que la dose de 40% pour l'extrait de feuilles d'oranger. Toutefois, la dose de 50% se révèle la plus toxique avec 0 individu vivant (Fig. 37). L'extrait de fleurs d'oranger montre une toxicité importante à la dose de 20% avec une moyenne de 1,3 individu vivant (Fig. 38). L'extrait de feuilles de citronnier provoque une mortalité totale aux doses 10% et 50% (Fig. 39). La dose de 10% est la plus toxique avec un nombre moyen de 101 individus morts pour l'extrait de fleurs de citronnier (Fig. 40). L'extrait de feuilles de clémentinier provoque une mortalité élevée aux doses de 10% et 40% (Fig. 41). Concernant l'extrait de fleurs de clémentinier, celui-ci provoque une mortalité totale aux doses de 20 % et 30 % (Fig.42). Ces résultats concordent avec ceux de BEKHTI et BELKACEM (2013), qui en

étudiant l'effet biocide de l'extrait aqueux de la menthe poivrée (*Mentha piperita*) sur *A. fabae*, notent que la dose de 30% entraîne le taux de mortalité le plus élevé avec 75,4% comparée au plus fortes doses, à savoir 40% et 50% qui provoquent des taux de mortalité de respectivement 46,1% et 44,1%. De même, BENOUFELLA-KITOUS (2015) signale que l'efficacité des extraits aqueux à base de laurier noble (*Laurus nobilis*) et de sauge (*Salvia officinalis*) sur les populations du puceron noir de la fève est plafonnée à la plus faible dose (10%) où le taux de mortalité a atteint 49% pour le premier extrait et 85% pour le second extrait.

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

Nos résultats ne sont pas en accord avec ceux de BOURBIA et TAMERT (2013) qui affirment que le taux de mortalité d'*A. fabae* traité aux huiles essentielles de menthe (*Mentha spicata*) et de lavande (*Lavandula stoechas*) augmente avec l'élévation de la dose et que la dose de 50% est la plus efficace enregistrant un taux de mortalité de 100%. Nos résultats ne concordent pas avec ceux de BENOUFELLA-KITOUS et *al.* (2014), qui en traitant des populations du puceron noir de la fève avec différentes doses de solutions aqueuses à base d'extraits de feuilles d'ortie (*Urtica dioica*) et de fougère (*Dryopteris filixmas*), constatent que les faibles doses n'ont pas un effet important sur la mortalité des populations d'*A. fabae* contrairement aux fortes doses (40% et 50%). A la dose de 10%, le taux de mortalité obtenu est de 23% et il s'élève jusqu'à 97% à la dose de 50% pour l'extrait de fougère. Pour l'extrait d'ortie, ce taux est de 11,2% et 89% aux doses de 10% et 50% respectivement.

Dans une étude similaire, MAHAMAT (2005) signale que la population du puceron noir de l'oranger (*Tauxoptera aurantii* Boyer de Fonscolombe, 1841) traitée à l'extrait

hétéroside stériodique du laurier rose (*Nerium oleander*) diminue au fur et à mesure que la dose de l'extrait végétal augmente. En effet, aux doses 5,10 et 20 ml, cet auteur constate des taux de mortalité des populations aphidiennes de respectivement 9%, 60% et 100%. De même, AMIRAT et al. (2011) montrent que l'huile essentielle de la lavande manifeste des effets toxiques vis-à-vis du puceron vert du pommier *Aphis pomi* De Geer, 1773 et que les taux de mortalité des individus de ces derniers augmentent proportionnellement avec la dose.

L'étude de l'efficacité des extraits des feuilles et des fleurs d'oranger, de citronnier et de clémentinier au fil du temps montre que ces derniers présentent un effet biocide long et ce aux différentes doses testées. En effet, le taux de mortalité le plus faible est enregistré au temps T1, soit deux jours après le traitement. L'action toxique de ces solutions contre les pucerons se révèle être la plus importante au temps T7, soit 14 jours post-traitement. Il ressort donc que le facteur temps joue un rôle important dans l'efficacité du traitement, plus la période d'activité des bioinsecticides est longue plus leur action biocide est grande. Ces résultats concordent avec les résultats trouvés par YAKOUBI (2004) qui a enregistré chez les populations d'*A. fabae* traitées à l'extrait alcaloïde de la stramoine (*Datura stramonium* L.), des taux de mortalité de 84,02% 48h après le traitement, de 92,38% après 72 h et une mortalité totale après une semaine. De même, SAIDJ et RAHMOUNE (2010) signalent que les populations d'*A. fabae* traitées aux extraits d'ortie et de fougère, diminuent lorsque la période après traitement est longue. Ces auteurs notent que le taux de mortalité des populations d'*A. fabae* 3 jours après l'application des traitements (29% pour l'extrait d'ortie et 31% pour l'extrait de fougère) est nettement plus faible que celui observé 6 jours après (89,5% pour l'extrait d'ortie et 97% pour l'extrait de fougère).

Nos résultats sont similaires à ceux de BEKHTI et BELKACEM (2013) qui montrent que le taux de mortalité du puceron noir de la fève traité aux extraits d'ail, de lavande dentée, et de menthe poivrée augmente au fil du temps. Ainsi, le nombre moyen de pucerons morts passe de 187,8 individus (3 jours post-traitement) à 252,6 individus morts pour le premier extrait. Il passe de 151,6 individus morts (3 jours post-traitement) à 166,9 pucerons morts (6 jours post-traitement) pour le deuxième extrait. Il est de 15,2 pucerons morts 3 jours post-traitement et de 112,6 pucerons morts 6 jours post-traitement pour l'extrait de menthe poivrée. SIHALI et FODIL (2014) rapportent que les taux de mortalité des individus d'*A. fabae* obtenus après pulvérisation des extraits de laurier, d'origan (*Origanum vulgare*) et de sauge augmentent au fur et à mesure que le temps passe. Ces valeurs sont respectivement de 2,8, 10,8 et 2,8 pucerons morts le 4^{ème} jour post-traitement et de 145,4, 155,4 et 41,8 individus

morts le 11^{ème} jour post-traitement. Nos résultats ne concordent pas avec ceux enregistrés par BAROFFIO et *al.* (2009) qui signalent que l'efficacité du traitement à base de l'huile de sésame (*Sesamum indicum*) sur le puceron de sureau *Aphis sambuci* diminue au fil du temps, et qui notent que les pourcentages d'ombelles attaqués par ce puceron après 2 ; 10 ; 17 ; et 27 jours de l'application du traitement sont respectivement de 5 %, 6%, 29%, et 36%.

L'efficacité des extraits testés diffère selon la nature de l'extrait. Les résultats obtenus révèlent qu'à l'application du traitement par voie de contact, les biocides à base de fleurs de clémentinier et de feuilles de citronnier sont les plus toxiques avec des taux de mortalité élevés pratiquement pour toutes les doses. Les solutions à base de fleurs de citronnier et feuilles de clémentinier semblent avoir la même toxicité vis-à-vis d'*A.fabae*. L'extrait de fleurs d'oranger semble être moins toxique. Le biocide à base de feuilles d'oranger enregistre le taux de mortalité le plus faible (90,43 %). Cela pourrait s'expliquer par la composition chimique des différents extraits. En effet, l'étude menée par ONDET et SALVA en 2005, montre que l'effet thérapeutique des traitements à base d'extraits végétaux vis-à-vis des insectes piqueurs suceurs diffère selon la nature et la composition chimique de l'extrait utilisé. Dans une étude similaire, CASIDA (1990) note que les effets toxiques des extraits aqueux des plantes pourraient dépendre de leur composition chimique et du niveau de sensibilité des insectes. SIHALI et FODIL (2014) signalent que les taux de mortalité des populations d'*A.fabae*, après l'application des biocides à base de trois extraits végétaux (sauge, origan et laurier), dépendent de la nature des extraits testés, avec une efficacité marquée pour l'extrait de sauge. Selon CHIASSON et BELOIN (2007), les modes d'actions des extraits végétaux sont encore mal connus. Ils peuvent être d'ordre physiologique ayant des effets anti-appétant, affectant la croissance, la mue, la fécondité et le développement des insectes ou physique en agissant directement sur la cuticule du ravageur. De même, selon LAMBERT et *al.* (1985), la différence d'action des extraits végétaux serait liée à la composition chimique des extraits, qui à son tour dépend de la méthode d'extraction, de la partie de la plante utilisée et du mode d'application. En effet, les extraits utilisés sont des mélanges de composés chimiques de nature et de fonctions différentes.

Conclusion

La présente étude a porté sur l'effet bioinsectecide de six extraits végétaux à partir des feuilles et des fleurs de trois espèces d'agrumes, à savoir l'oranger, le citronnier et le clémentinier sur les colonies du puceron noir de la fève (*A. fabae*).

En tenant compte des résultats obtenus, nous pouvons conclure que les six extraits aqueux appliqués par pulvérisation ont une activité insecticide à l'égard du puceron noir *A. fabae*.

L'efficacité de ces extraits est indépendante de la dose.

L'efficacité des biocides appliqués par voie de contact est proportionnelle au temps. Pour les six extraits testés les taux de mortalité enregistrés le 14^{ème} jour post-traitement sont plus élevés que ceux enregistrés le 2^{ème} jour post- traitement.

L'effet biocide dépend de la nature de l'extrait. Les extraits à base de fleurs de clémentinier et de feuilles de citronnier sont les plus toxiques avec des taux de mortalité élevés pratiquement pour toutes les doses.

L'utilisation des extraits végétaux comme bioinsecticides dans la lutte phytosanitaire semble être une alternative écologique aux pesticides chimiques. Cette lutte ouvre de nouvelles perspectives de recherche. Il serait donc important d'identifier et d'isoler la substance active de ces plantes, leur mode d'action sur le ravageur, et connaître les effets des toxines de ces extraits sur la plante hôte, le consommateur et la faune auxiliaire.

Nous suggérons que d'autres études soient réalisées afin de tester l'effet toxique des extraits végétaux sur un large éventail de ravageurs. Il serait intéressant de tester ces extraits de plantes en plein champ.

***Références
bibliographiques***

- 1-AMIRAT N., TEBBOUB S. et SEBTI M., 2011.** Effet insecticide des huiles essentielles chémotypées de deux plantes aromatiques *Lavendula stoechas* et *Origamum glandulosum* de la région de Djidjel. Communication affichée. Année internationale des forêts. 1 p.
- 2-AVERSENQ P., GOUTIER J. et GUGUEN M., 2008.** Le truffaut. Anti maladies et parasites. Larousse. Ed. Octavo. Paris. 224 p.
- 3-BARBOUCHE N., HAJJEM B., LOGNAY G. et AMMAR M., 2001.** Contribution à l'étude de l'activité biologique d'extraits de feuilles de *Cestrum parqui*. (Solonaceae) sur le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskal). Biotechnologie Agronomie. Société et Environnement. 5. 2. 85-90.
- 4-BAROFFIO C.A., MITAZ C. et CARLEN E., 2009.** Stratégie de lutte contre le puceron de sureau *Aphis sambuci*. Suisse VLTIC. Arboric. Hortic. Vol (41) (6), pp 351-354.
- 5-BEKHTI R. et BELKACEM D., 2013.** Evaluation de l'effet bioinsecticide de trois extraits végétaux : l'ail (*Allium sativum*), la 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 Sciences biologiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 34p.
- 6-BENOUFELLA-KITOUS K., DOUMANDJI S., FELLAG H. et HANCE T., 2014.** Bioinsecticide effect of the extracts of *Urtica dioica* and *Dryopteris filix-max* on *Aphis fabae* (Homoptera : Aphididae). Int. J. Biol. Technology, 5(2) : 13-18.
- 7-BENOUFELLA-KITOUS K., 2015.** Bioécologie des pucerons de différentes cultures et leurs ennemis naturels à Oued-Aissi et Draa Ben Khedda (Tizi-Ouzou). Thèse de Doctorat. ENSA. El Harrach. Alger. 234p.
- 8-BLANCARD D., 2009.** Les maladies de la tomate : Identifier, connaître, maîtriser. Ed. Quae. INRA. Paris. 279 p.
- 9-BONNEMAISON L., 2010.** Aphids as biological models and agricultural pests. C. R. Biologies. 333 : 461- 463.
- 10-BOURBIA H. et TAMERT N., 2013.** Effet bioinsecticide des extraits aqueux et des huiles essentielles (la menthe : *Mentha pycnantha* et la lavande : *Lavendula stoechas*) à l'égard du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera, Aphididae). Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 68p.
- 11-BRINK M. et BELAY G., 2006.** Céréales et légumes secs : ressources végétales de l'Afrique tropicale 1. Ed. Prota. Wageningen. Paris-Bas. 328 p.
- 12-CASIDA J.E. et MELIOT T., 1990.** Preparation of dithianes as pesticides drugs. European Patent Applications. 13-23.

- 13-CHAIEB N., BOUSLAMA M. et MARS M., 2011.**Growth and yield parameters variability among faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. Journal of Product and Plant Resources.1(2) : 81-90.
- 14- CHARBONNAUD J., LIEVEN J., RABOURDIN N., TOURTON E. et PENANT A., 2017.**Puceron noir de la fève. L'agronomie en mouvement, Terres Inovia. ACTA. 1p.
- **CHAUX C.L. et FOURY C.L., 1994.** Production légumière : légumineuse potagères, légumes fruits. Ed. Lavoisier. Paris. 854 p.
- 15-CHIASSEON H. et BELOIN N., 2007.** Les huiles essentielles, des biopesticides« Nouveau genre ».Bulletin de la société d'entomologie du Québec 14 (1) : 3-6.
- 16-COLOMBO A., 2004.** La culture des agrumes. Ed. De VicchiS.A. Paris. 142 p.
- 17-COUPLEN F. et MARMY F., 2009.** Jardinez au naturel. Le jardin bio facile.EdEyrolles. France.249 p.
- 18-CREPON K., MARGET P., PEYRONNET C., CARROUEE B., ARESE P. et DUC G., 2010.** Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L). Seeds for feed and food. Field Crops Research.115: 329-339.
- 19-CROSBY D.G., 1966.** Natural pest control agents. In Gould, R.F. (Ed.). Natural Pest Control Agents. Advances in Chemistry Series. 53 : 1-16.
- 21-DAGNELIE P., 1975.**Théories et méthodes statistiques. Vol 2. Ed. Les presses Agronomiques de Gembloux, Belgique. 463p.
- 22-DEDRYVER C.A., 2010.** Les pucerons : biologie, nuisibilité, résistance des plantes. Ed. ITAB. Angers. 71p.
- 23-DIDIE B. et GUYOT H., 2012.** Des plantes et leurs insectes. Ed .Quae. Paris, 253 p.
- 24-DRIDI B-A-M., LOUMEREM M., HOUIMLI S-I-M., JABBES N. ET TLAHIG S., 2011.** Caractérisation phéno-morphologique de quelques lignées de fève *Vicia faba* L. sélectionnées et adaptées aux conditions de culture dans les régions arides en Tunisie. Africa focus 24(1): 71-94.
- 25-DUC G., SHIYING-BAO B., BAUMC M., REDDENB B., SADIKI M.E., SUSO M.J., VISHNIAKOVA M. et ZONG X., 2010.** Diversity maintenance and use of *Vicia faba* L. Genetic resources. Field Crops Research115 : 270-278.
- 26-ESCARTIN I., 2011.** Guide des agrumes. Protection et valorisation du patrimoine végétal. Institut Klorane. CIRAD, Montpellier. 19 p.
- 27-FRAVAL A., 2006.** Les pucerons. Insectes. 41 : 3-8.
- FRAVAL A., 2007.** Capture et collection. Insectes, 128 : 27-32.
- 28-FREDON., 2008.** Fiche technique sur les pucerons. France. 1p.

- 29-GEPTS P., BEAVIS WD., BRUMMER EC., 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 oof the crosse legume advences throgh genomics conference. Plant physiology 137 : 1228-1235.
- 30-GERARD C., 2009.** Comprendre l'évolution : 150 ans après Darwin. Ed de boeck. Belgique. 279 p.
- 31-GIORDANENGO P., BRUNISSEN L., RUSTERUCCI C., VINCENT C., BEL V., DINANT S., GIROUSSE C., FAUCHER M. et BONNEMAINJ.L., 2010.** Compatible plant-aphid interactions: How aphids manipulate plant responses. C. R. Biologies333 : 516-523.
- 32- HAMDANI D., 2012.** Action des poudres et des huiles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche du Haricot, *Acanthosceli desobtectus* Say. (Coleoptera : Bruchidae). Mémoire de Magister en Sciences Biologiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 126p.
- 33-HAMMADACHE A., AIT-ABDALLAH F. et BELLOULA B., 1996.** Effet de l'environnement, de la date de semis et du désherbage sur le rendement en grain et ses composants chez la fève (*Vicia faba* L.). Céréaliculture. 29 : 15-18.
- 34-HULLE M., TURPEAU-AIT IGHIL E., ROBERT. Y., et MONETY., 1999.** Les pucerons des plantes maraichères. Cycle biologique et activités de vol. Ed A.C.T.A. I.N.R.A. Paris. 136 p.
- 35-ISMAN M.B., 2001.** *Pesticides based on plant essential oils for management of plant pests and diseases.* International symposium on development of natural pesticides from forest resources. Korea Forest Reasearch Institute. Seoul. Korea. 1-9.
- 36-JOSEPHYNE, 2012.** Différenciation génétique et écologique des populations du puceron *Brachycaudus helichrysi* (Hemiptera : Aphididae) : Mise en évidence de deux espèces sœurs aux cycles de vie contrastés. Thèse de doctorat d'Etat. Centre de Biologie de l'évolution et écologie Montpellier Sup Agro, France. 260 p.
- 37-KHELLOUL 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-Ouzou. Mémoire de magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 122 p.
- 38-KOLEV N., 1967.** Les cultures maraichères en Algérie., légumes, fruits. Ed. Baillière. Paris. 207 p.

- 39-KUMARI S.G. et VAN LEUR J.A., 2011. Viral diseases infecting faba bean (*Vicia faba* L.). Grain legumes. 56 : 24-26.
- 40-LAMBERT J.D.H., GALE J., ARNASON J.T. et PHILOGENE B.J.R., 1985. Bruchid control with traditionally used insecticidal plants *Hyptis spicigera* and *Cassia nigricans* Insect Sciences. Applications. 6 (2) : 167-170.
- 41-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. 302p.
- 42-LECOQ H., 1996. Les pucerons : De redoutables vecteurs de virus des plantes. Revue horticole. 25-28.
- 43-LOPEZ-BELLIDO F.J., LOPEZ-BELLIDO L. et LOPEZ BELLIDO R.J., 2005. Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L) European Journal of Agronomy. 23: 359-378.
- 44- MAALOUF F., KHALIL S., AHMED S., AKINTUNDE A.N., KHARAAT M., EL SHAMA'A K., HAJJAR S., MALHOTRA RS., 2011. Yield stability of faba bean lines under diverse broomrape prone production environments. Field Crops Research. 124 : 288-294.
- 45- MAATOUGH M.E., 1996. Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance. Céréaliculture. 29 : 6-18.
- MAHAMAT M., 2005. Effet bioinsecticide de l'extrait hétéroside cardiotonique de laurier rose (*Nerium oleander* L.) sur le puceron noir de l'oranger (*Toxoptera aucta* B.). Mem. D'ing. D'agro. Prod. Veg. Zoo Phitiatrie. Université de Blida, 64p.
- 46-ONDET J. et SALVA C., 2005. La lutte directe en agriculture biologique, pour maîtriser *Metcalfa pruinosa*. Comparaison d'insecticide. Les techniques culturales simplifiées en agriculture biologique. Institut technique de l'agriculture biologique (70) : 7-10.
- 47-PEREZ -DE- LUQUE A., EIZENBERG H., GRENZ JH., SILLERO JC., AVILA C., SAUERBORN J., RUBIALES D ., 2010. Broomrape management in faba bean. *Field crops research*. 115: 319-328.
- 48-PERON J.Y., 2006. Production légumières. Ed. Lavoisier. Paris. 613 p.
- 49-RABATEL A., 2011. Développement embryonnaire du puceron *Acyrtosiphon pisum*: caractérisation de voies métaboliques et gènes clé dans les interactions trophiques avec *Buchnera aphidicola*. Thèse de doctorat d'Etat. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon. 236 p.
- 50-RACHEF S.A., OUAMAR F. et OUFFROUKH A., 2005. Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (identification et caractérisation). Recherche agronomique. 16 : 36-41.

- 51-REMAUDIERE G. et REMAUDIERE M., 1997. Catalogue des Aphididae du monde. Catalogue of the world's Aphididae (Homoptera, Aphidoidea). I.N.R.A. Paris. 376 p.
- 52-SAHARAOU L. et HEMPTINNE J.L., 2009. Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouiba (Mitidja orientale) Algérie. Annales de la Société Entomologique de France. 45 (2) : 245-259.
- 53-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 *Aphis fabae* Scopoli, 1763. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie. Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 49p.
- 54-SELLAMI S. et BOUSNINA A.Z., 1996. Distribution de *Ditylenchus dispasaci* (hunk) Sur la fève dans l'est de l'Algérie. Céréaliculture.29 : 27-30.
- 56-SIHALI K et FODIL A., 2014. Effet bioinsecticide de trois extraits végétaux, le laurier (*Laurus nobilis*), la sauge (*Salvia officinalis*) et l'origan (*Origanum vulgare*) à l'égard du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763(Homoptera , Aphididae). Mémoire de master en biologie . Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 36p.
- 57-SILLERO J.C., VILLEGAS-FERNANDEZ A.M., THOMAS J., ROJAS-MOLING M.M., EMERAN A.A. et RUBIALES D., 2010. Faba bean Breeding for disease resistance. Field Crops Research.115: 297-307.
- 58-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.
- 59-TROTTIN Y., LEYRE J.M. et TURQUET M., 2014. Les maladies et ravageurs : Les pucerons en culture de fraisier sous abris. Reduire et améliorer l'utilisation des produits phytosanitaires. Ecophit. (4) : 1-6.
- 60-TURPEAU E., HULLE M. et CHAUBET B., 2010. Science et impact, uni de rennes. Ed. INRA. 1 p.
- 61-TURPEAU E., DEDRYVER CA., CHAUBET B. et HULLE M., 2011. Les pucerons des grandes cultures : cycles biologiques et activités de vol, Ed. Quae RD 10. Paris.133 p.
- 62-VINCENT C., 2012. Tigre ou ver de terre : que vaut-il mieux protéger ? Le Monde. 5-6.
- 63-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.) germ plasm revealed by ISSR markers. Theoretical and applied genetics. 124 : 789-797.
- 64-YAHIAOUI F., 2010. Activité biologique de trois plantes sous forme d'extraits aqueux et d'amendement vert sur *Aphis fabae*. (Homoptera : Aphididae). Mémoire d'ingénieur en phytopharmacie. Ecole National Agronomique, El Harrach. Alger. 64 p.

65-YAKOUBI A., 2004. Etude comparative de l'effet d'un biopesticide (extrait alcaloïde de (*Datura stramonium*) et d'un aphicide de synthèse (Acetamipride) sur le puceron noir de la fève, *Aphis fabae*. Mémoire d'ingénieur. Université Saad Dahlab. Blida. 52p.

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

67p-ZAMANI Z., AMINAEE M.M. et KHANIKI G.B., 2013. Biological control of *Aphis fabae* and *Bemisia tabaci* by the native isolates of *Beauveria bassiana* in Kerman province. Archives of phytopathology and plant protection 46 (2) : 141-149.

Autre référence

-D.S.A.T.O.,2016. Données Statistiques. Direction des Services Agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou. 1 p.

Résumé

Les pucerons constituent le principal problème en culture de fève. Face aux méfaits causés par l'utilisation des insecticides, la lutte biologique peut représenter une alternative intéressante. L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'effet biocide de six extraits végétaux à partir des feuilles et des fleurs de trois espèces d'agrumes, à savoir l'oranger, le citronnier et le clémentinier sur les colonies du puceron noir de la fève (*A. fabae*), à différentes doses. Les résultats ont montré que les six extraits testés manifestent une activité insecticide. Les biocides à base de fleurs de clémentinier et de feuilles de citronnier sont les plus toxiques avec des taux de mortalité de 100 % aux doses de 20% et 30 % pour le premier extrait et aux doses de 10 % et 50 % pour le second extrait. L'efficacité de ces extraits est indépendante de la dose, mais semble dépendre du temps et de la nature de l'extrait.

Mots clés : Taux de mortalité, *Aphis fabae*, oranger, citronnier, clémentinier, doses.

Abstract

Aphids are the main problem in bean crops. In view of the dangers caused by the use of insecticides, biological control can be an interesting alternative. The objective of this study is to evaluate the biocidal effect of six plant extracts from the leaves and flowers of three citrus species, namely orange, lemon and clementine on colonies of black aphid of the bean (*A. fabae*), at different doses. The results showed that the six extracts tested showed an insecticidal activity. Clementine flowers and lemon tree biocides are the most toxic with 100% mortality rates at 20% and 30% for the first extract and 10% and 50% for the second extract. The efficacy of these extracts is dose independent, but seems to depend on the time and nature of the extract.

Key words: Mortality rate, *Aphis fabae*, orange tree, lemon tree, clementine, doses.