

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 de Biochimie et de Microbiologie



Mémoire de fin d'études

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

Spécialité : Biotechnologie et Valorisation des Plantes

Sujet

**Evaluation de l'activité toxique de quatre ombellifères
sur le puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763
(Homoptera-Aphididae)**

Présenté par : M^{elle} Mohamed Said Amel
M^{elle} Sid Nour El Houda

Devant le jury:

Présidente : M ^{me} BOUDIAF-NAIT KACI M.	M.C.A.	U.M.M.T.O.
Promotrice : M ^{me} BENOUFELLA-KITOUS K.	M.C.A.	U.M.M.T.O.
Co-promotrice : M ^{me} GOUCEM-KHELFAE K.	M.C.A.	U.M.M.T.O.
Examinatrice : M ^{me} DJIOUA O.	M.A.B.	U.M.M.T.O.

Soutenu le : 21/07/2019

Promotion 2018/2019

Remerciements

Nous tenons d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

*Nous adressons nos vifs remerciements à notre promotrice Mme **Benoufella-kitous K.** Maitre de conférences A à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, de nous avoir fait l'honneur de nous encadrer, pour le temps et la patience qu'elle nous a accordé tout au long de ce mémoire.*

*Nous remercions notre Co-promotrice Mme **Goucem-khelfane K.***

*Nous remercions Mme **Nait kaci-boudiaf M.** à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, d'avoir honoré notre jury en acceptant de le présider.*

*Nous remercions Mme **Djioua O.** Maitre assistante B à l'UMMTO, pour avoir accepté de juger ce travail.*

*Un très grand merci à Mr **Yekhlef Y.** Maitre de conférences à L'Université d'El Oued pour nous avoir accordé son aide à travers ses nombreuses recommandations.*

*Nous remercions M^{elle} **Bouabida Nadia, Laoudi Tinhinan** doctorantes à Université de Mouloud Mammeri et Madame **Lamri** Responsable du laboratoire*

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.



Dédicaces

Je dédie ce travail à mes parents, qu'ils trouvent ici toute ma gratitude pour leur soutien tout au long de mes études.

Je ne trouverai jamais de mots pour exprimer mon profond attachement et ma reconnaissance pour l'amour qu'ils m'accordent.

A toute ma famille, mon frère : Azzedine

A mes tantes Bariza et Ouarda et leurs familles

A tous mes cousins et cousines surtout El Djouhar, Lakhdar et yacine.

*A mes adorables amies (Akram ,Nesrin , Hassina, Massiva)
pour l'amitiés, l'amour, la complicité et le soutien que vous
m'avez apportés durant toutes ces années.*

A ma binômes Nour El Houda et sa famille

A tous mes amies, Hinda ,Fifi, Rachida, Souad

Mes collègues de promotion 2018/2019

Amel



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A la lumière de ma vie ma chère mère, pour son amour, sa tendresse, ses conseils et son amitié, que dieu la garde et la protège.

A mon cher père qui ma toujours aidé et soutenue par sa prière et sa tendresse que dieu accord une place ou paradis

(يرحمه الله)

A ma chère grande mère, pour son amour, que dieu la garde et la protège

A ma chère sœur : Sabrina

A mon marie : Moumouh et sa famille Medani

A toute ma famille et mes chères tentes Que je leur souhaite une longue vie pleine de bonheur et de bonne santé

Inchaa Allah

A ma binôme Amel et à toute sa famille

A tous mes amies Lilia, Souad , Rachida ,Amina, Hassiba

A Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin

Mes collègues de promotion 2018/2019

Nour El Houda

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 1

Chapitre I : la plante hôte *Vicia faba*

1. Répartition géographique 3

2. Position systématique 3

3. Description de la plante hôte 3

4. Cycle biologique 5

5. Intérêt de la fève 5

6. Situation économique 7

7. Contrainte de la culture 8

Chapitre II : sur le ravageur *Aphis faba*

1. biologie 15

2. puceron noir de la fève 16

 2.1. Classification 16

 2.2 Description 16

 2.3 Plante hôte 17

 2.4 Cycle de vie 17

3. Dégâts causés par les aphides 18

4. Lutte contre le puceron 19

Chapitre III : Matériel et Méthode

1. Matériel d'étude 24

 1.1. Matériel de l'aboratoire 24

 1.2. Matériel biologique 25

2. Méthodes expérimentales 31

2.1. Dispositif expérimental	31
2.2. Méthode d'obtention des plants de fève.....	31
2.3. Méthode d'infestation des plants de fève	33
2.4. Méthode d'obtention des extraits végétaux.....	33
2.5. Application du traitement.....	35
2.6. Dénombrement de la population d' <i>A. fabae</i>	35
3. Exploitation statistique des résultats	36
4. Screening phytochimique	36
5. Extraction des composées phénolique.....	39
5.1. Dosage des polyphénols totaux	41
5.1.1. Principe.....	41
5.1.2. Mode opératoire	41
6. Rendement phénolique.....	41

Chapitre IV : Résultats et discussion

1. Résultats	43
1.1. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d' <i>A.fabae</i>	43
1.2. Effet de la nature de l'extrait sur les populations d' <i>A .fabae</i>	47
1.3. Résultats de l'étude phytochimique des extraits végétaux	48
1.3.1. Etude qualitative.....	48
1.3.2. Etude quantitative.....	52
3. Discussion	54

Conclusion.....	60
------------------------	-----------

Références bibliographiques

Annexes

Liste des figures

Figure 1 : Différentes parties de la plante <i>Vicia faba</i> (Originale, 2019).....	4
Figure 2: Principaux pays producteurs de la fève en 2017 (FAOSTAT, 2017).....	7
Figure3 : Symptômes du mildiou sur fève (Originale,2019)	10
Figure 4 : Symptômes des taches brunes (ou chocolat) sur fève (Originale,2019).....	10
Figure 5 : Symptômes de l'alternariose (Spiga, 2016).....	11
Figure 6 : Symptômes de l'antracnose (ou brûlure)(www.agrifind.fr)	11
Figure 7 : Symptômes de la rouille sur fève (Originale, 2019).....	11
Figure8 : Adulte de la sitone du pois (Abedjalilet Abboudi, 2015)	13
Figure 9 : Adulte du Lixus des fèves (Abedjalil et Abboudi, 2015)	13
Figure 10 : Adulte de la bruche de la fève (Abedjalil et Abboudi, 2015).....	14
Figure 11: Colonie du puceron noir de la fève <i>Aphis fabae</i> (Originale, 2019).....	14
Figure12 : Schéma montrant le développement larvaire d'un puceron	15
Figure 13: Puceron noir de la fève <i>A. fabae</i> (A) forme aptère et (B) forme ailée (Meradsi, 2009).....	17
Figure14 : Colonies du puceron noir de la fève A : puceron noir sur Fusain d'Europe, B : puceron noir sur la boule de neige (jardin des merlettes.com).....	17
Figure15 : Cycle annuelle des pucerons avec alternance ou non des plantes hôtes (Dixon, 1998).....	18
Figure 16: prélèvement et absorption de la sève par le puceron noir sur fève (Originale, 2019)	19
Figure17 : Insectes prédateurs de pucerons (Bugg et <i>al.</i> , 2008)	22
Figure18 : Momie de puceron parasité (Kati et Hardie, 2010)	23
Figure19 : Matériel utilisé au laboratoire (Originale, 2019)	25
Figure 20 : Puceron noir de la fève <i>A. fabae</i> (Originale, 2019)	25
Figure21 : Graines de fève de la variété Aguadulce (Originale, 2019).....	26
Figure 22: <i>Foeniculum vulgare</i> (Anonyme 1, 2018).....	27
Figure 23: <i>Petroselinum sativum</i> (Originale, 2019).....	28
Figure 24 : <i>Apium graveolens</i> (Anonyme 1, 2018).....	30
Figure 25: <i>Coriandrum sativum</i> (Originale., 2019)	31
Figure 26 : Semis des graines de fève (Originale, 2019)	32
Figure 27: Méthode d'infestation des plants de fève par les pucerons (Originale, 2019).....	33
Figure 28: Méthode d'obtention des extraits végétaux (Originale, 2019)	34

Figure 29: Application du traitement (Originale, 2019)	
Figure 30 : Dénombrement des pucerons (Originale, 2019).....	35
Figure 31: Méthode d'obtention de l'infusé à 5% (Originale, 2019).....	37
Figure 32: Différentes étapes d'extraction des composées phénoliques (Originale, 2019).....	40
Figure33 : Diagramme de dosage des polyphénols totaux (Singleton et <i>al.</i> , 1999)	42
Figure34 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités par l'extrait de persil par voies de contact et systémique en fonction du temps	43
Figure 35: Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités avec l'extrait de céleri par voies de contact et systémique en fonction du temps	44
Figure36 : Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités avec l'extrait de coriandre par voies de contact et systémique en fonction de temps	45
Figure 37: Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de fenouil par voies de contact et systémique en fonction de temps.....	47
Figure38 : Variation du taux de mortalité selon les extraits (persil, céleri, fenouil et coriandre) appliqués par deux voies (contact, systémique) sur les populations d' <i>Aphis faba</i> ...	48
Figure 39: Histogramme du rendement de l'extraction	52
Figure 40: Droite d'étalonnage de l'Acide Gallique.....	53
Figure 41: Teneurs en polyphénols totaux dans les quatre extraits de plantes équivalent d'acide gallique.	53

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique moyenne pour 100g net de la fève (Fachmann et Kraut, 2006).....	6
Tableau2 : Superficie et production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Anonyme, 2018)	8
Tableau 3 : Principales maladies fongiques des Légumineuses (Bouزيد, 2008)	10
Tableau4 : Résultats des tests phytochimiques pour le persil.....	49
Tableau 5 : Résultats des tests phytochimiques pour le céleri.....	50
Tableau6 : Résultats des tests phytochimiques pour la coriandre.....	50
Tableau7 :Résultats des tests phytochimiques pour le fenouil.....	51

Introduction

Les légumineuses représentent la troisième plus grande famille des Angiospermes en termes de nombre d'espèces après les Asteraceae et les Orchidaceae (Nasim et al., 2017). Elle compte beaucoup d'espèces cultivées dont le haricot, la fève et le pois. 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 occupe la première place parmi les légumineuses en raison de sa valeur nutritionnelle élevée et de ses divers usages.

La culture de la fève a un rôle important dans l'économie nationale et dans la production agricole (Aouar-Sadli, 2009) avec une superficie de 40361ha en 2017, une production de 468560qx et un rendement de 11.6qx /ha (en 2017) (FAO, 2019).

En plus des contraintes abiotiques, cette culture est exposée aux effets néfastes des adventices, des maladies fongiques et virales, des nématodes et des insectes. Parmi ces derniers, les pucerons occupent une place très particulière à cause des pertes directes sur la plante résultant de leur alimentation à partir de la sève ou des pertes indirectes suite à la transmission des phytovirus (Perera et al., 2005).

Depuis longtemps, la lutte contre ces ennemis des cultures est basée sur l'utilisation des pesticides de synthèse. L'usage de ces produits chimiques a souvent causé beaucoup plus de problèmes qu'il n'en a résolus (Chandrashekar et al., 2003). L'Afrique utilise moins de 10% de la production mondiale de pesticides mais totalise 75% des cas de mortalité humaine dus à ces substances chimiques. C'est pourquoi, aujourd'hui, pour des raisons écologiques et économiques, il y a nécessité de développer des méthodes de substitution aux pesticides de synthèse dans la protection des cultures et des récoltes. Parmi ces méthodes, les bio-pesticides occupent une place de choix (Bambara et Tiemtore., 2008). Pour limiter les pertes, les plantes sont exploitées sous plusieurs formes soit entières, soit sous forme de poudres végétales, d'huiles essentielles, d'huiles végétales ou d'extraits végétaux (Goucem-khelfane, 2014).

Beaucoup, de travaux visant la lutte contre les pucerons par les bio-pesticides ont été menés (Bekhti et Belkacem, 2013 ; Sihali et Fodil, 2014 ; Benoufella-Kitous, 2015 ; Abdelkader et Ouadah, 2016 ; Arab et Feddi, 2018). Ces études ont démontré la toxicité des plantes contre ces ravageurs.

Dans ce contexte, à travers notre étude, nous essayerons d'évaluer l'effet biocide de quatre extraits végétaux, prélevés à partir des feuilles de plantes aromatiques répandues en Kabylie sur les populations aphidiennes. Les extraits des ombellifères choisies, à savoir le persil (*Petroselinum sativum*), la coriandre (*Coriandrum sativum*), le fenouil (*Foeniculum*

vulgare) et le céleri (*Apium graveolens*) sont testés sur les individus du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763, par voie de contact et systémique.

Le présent travail est structuré comme suit : le premier et le second chapitre rappelleront des données bibliographiques sur la plante hôte *Vicia faba* et l'insecte ravageur *A. fabae*. Le troisième chapitre sera consacré à la méthodologie de travail. Le quatrième chapitre annoncera les différents résultats qui seront étayés par une discussion. Une conclusion assortie de perspectives clôturera ce travail.

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

La famille des légumineuses est subdivisée en trois sous familles : les Caesalpinideae, les Mimosoideae et les Papilionoideae ou Faboideae. Cette dernière inclus les légumineuses à graines dont *Vicia faba* L. (Gepts, 2005). La fève est une légumineuse très appréciée, 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, 2011).

1. Répartition géographique

Selon Peron (2006), la fève est parmi les plus vieilles espèces légumières. Elle est classée parmi les Légumineuses les plus anciennement cultivées (Laumonnier, 1979). D'après Mathon (1985), elle est originaire des régions méditerranéennes du Moyen-Orient. A partir de son centre d'origine, elle s'est propagée vers l'Europe, le long du Nil, jusqu'en Ethiopie et de la Mésopotamie vers l'Inde. L'Afghanistan et l'Ethiopie deviennent par la suite, les centres secondaires de dépression (Zaidi et Mahiout, 2012 *in* Bougoufa et Guendouzi, 2018).

2. Position systématique

Les légumineuses alimentaires constituent une grande famille, avec quelques 690 genres et environ 18000 espèces, dont fait partie la fève qui est une plante herbacée annuelle, appartenant à celle des Fabacées (Peron, 2006).

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 :Vicieae
 Genre :*Vicia*
 Espèce :*Vicia faba* L.

3. Description

V. faba.est une plante herbacée annuelle, non ramifiée à tige simple, creuse et dressée, de section quadrangulaire, se dressant à plus d'un mètre de haut du sol (Fig.1) (Peron, 2006). Les feuilles alternes de couleur vert glauque ou grisâtre, sont composées de deux ou trois paires de folioles opposées de forme ovale. Le système racinaire est développé et descend

profondément dans le sol (Chaux et Foury, 1994). Les fleurs blanches possèdent des taches noires, divisées de deux jusqu'à cinq petites inflorescences pédonculées (Guinoochet et Devilmorin, 1984). Les fruits sont de longues gousses vertes, contenant de grosses graines ovales et épaisses (Couplen et Marn, 2009).



a-Tige



b-Feuilles et fleurs



c-Racine



d-Gousses

Figure 1 : Différentes parties de la plante *Vicia faba* (Originale, 2019)

4. Cycle biologique

Selon Laumonier (1979 *in* Bitouche, 2015), la fève est une plante annuelle et parfois bisannuelle accomplissant son cycle phénologique en 24 à 28 semaines. Ce cycle est représenté par trois phases distinctes :

4.1. Phase de germination

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

4.2. Phase de développement végétatif

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

4.3. Phase de reproduction

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

5. Intérêts de la fève

L'utilité de la fève dans l'alimentation humaine et animale comme source de protéines ainsi que son effet bénéfique sur la fertilité des sols sont largement reconnus. Elle est parmi les cultures les plus riches en matières nutritives. L'utilisation de la fève est principalement orientée vers la consommation humaine en gousses fraîches à grande proportion et sous forme de graines sèches ou au stade pâteux à faible proportion. Lors d'abondance des récoltes, le surplus des graines de fève est incorporé dans la composition d'aliments du bétail. La féverole, en revanche, lorsqu'elle est disponible, est strictement utilisée pour l'alimentation du bétail en graines concassées destinées aux bovins surtout pour l'engraissement. La fève peut être aussi utilisée en engrais vert dans les vergers (Maatougui, 1996).

5.1. Intérêt agronomique

L'espèce *V. faba* comme toutes les légumineuses alimentaires, contribue à l'enrichissement du sol en éléments fertilisants, dont l'incidence est positive sur les performances des cultures qui les suivent, notamment le blé (Khaldi et *al.*,2002). En plus de son intérêt nutritionnel, elle est introduite en rotation avec les céréales, où elle joue un rôle non négligeable dans l'enrichissement du sol en azote (Rachef et *al.*,2005).

5.2. Intérêt alimentaire

Les graines de la fève sont utilisées pour la consommation humaine et animale (Goyoaga et *al.*, 2011 in Bougoufa et Guendouzi, 2018). Elle constitue un aliment nutritif très important surtout pour les populations à faible revenus, qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéine d'origine animale (Daoui, 2007). Selon Gordon (2004 in Bougoufa et Guendouzi, 2018) *V. faba* est une source de fibres solubles et insolubles, de glucides complexes, de vitamines (B9 et C) et de minéraux (en particulier le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer et le zinc) et elle a une teneur en protéine très élevée (Tableau 1).

Tableau 1: Composition chimique moyenne pour 100g net de fève (Fachmann et Kraut, 2006).

Compositions (g)	Vitamine (mg)
Glucides10,00	Acide ascorbique.....82, 00
Protides.....5, 4	Provitamine A (carotène).....0,100
Lipides 0,30	B1 (thiamine)..... 0,300
Eau82,0	B2 (riboflavin)..... 0,200
Fibres-alimentaire6, 50	B3 (nicotamide)..... 1,800
Minéraux (mg)	Acides aminés essentiels (mg)
Potassium210,0	Tryptophane.....0,247
Phosphore105,0	Lysine.....1,671
Calcium24,0	Méthionine.....0,213
Magnésium.....18,00	Phénylalanine.....10,103
Soufre27,00	Thréonine0,928
Sodium4,00	Valine.....1,161
Chlore.....14,00	Leucine..... 1, 964
Fer 6,7	Isoleucine1,053
Zinc..... 3,14	

6. Situations économique

6.1. Production mondiale

En 2007, la production mondiale de *V. faba* est de l'ordre de 3515748 tonnes. La Chine est le plus grand pays producteur de la fève avec 1803019 tonnes pour l'année 2017, ensuite vient l'Éthiopie en deuxième position avec une production de 930633 tonnes (Fig.2). L'Australie est classée en troisième position avec une production de 373605 tonnes (anonyme, 2017).

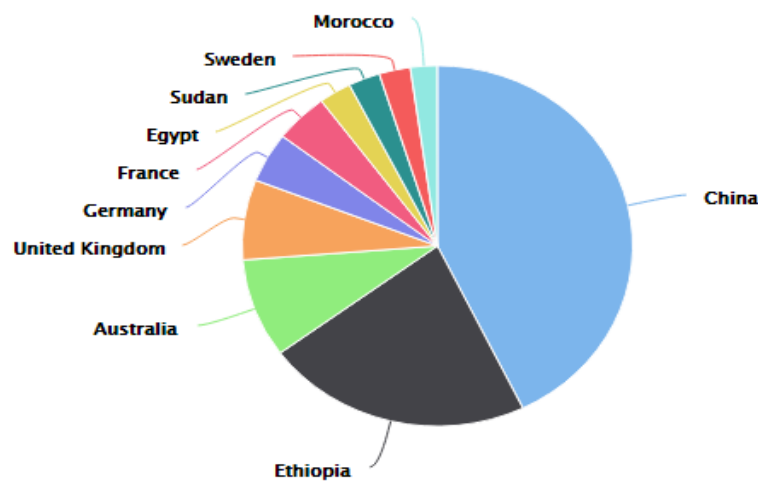


Figure 2: Principaux pays producteurs de la fève en 2017 (Anonyme, 2017)

6.2. Production nationale

La nouvelle politique du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural vise à un développement économique du pays et se fixe comme objectif, la sécurité alimentaire. Dans le cadre de cette politique, dix programmes spécifiques et prioritaires ont été établis ; ils concernent les productions végétales et le développement des légumes secs.

La fève est cultivée dans différentes régions du pays. Les superficies se sont accrues de 35147 ha en 2014/2015 et ont atteint les 39977 ha en 2015/2016, avec une superficie de 40361ha en 2017 (FAO, 2019).

On distingue deux périodes de semis, celle d'hiver vers la fin d'été pour les zones du Sud, dont le début de la récolte s'effectue au mois de novembre puis, la deuxième au printemps pour les zones du Nord.

Selon Ouslim (2016), la zone de production de la fève en Algérie, en plus des plaines côtières, est présentée par :

- ✓ Les plaines intérieures : Tlemcen, Guelma, Mascara, Boumerdès et Constantine.

- ✓ Les hauts plateaux : Médéa, Relizane, Ain Defla, M'sila et Bouira.
- ✓ Les zones du sud du pays : Biskra, Adrar et Ghardaia.

6.3. Production à 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 2.

Tableau 2: 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 2, la superficie moyenne réservée à la culture de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou durant la décennie 2007-2017 est de 701,5ha. 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. Le rendement maximal est noté durant la campagne agricole 2015-2017 avec 15qx/ha, par contre le rendement minimal est enregistré durant l'année 2007-2008 avec 11,02qx/h.

7. Contraintes de la culture

7.1. 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 provoquant la coulure des fleurs et aussi la mortalité des plantes sur les hauts plateaux et parfois sur les plaines intérieures.

- 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.
- 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.
- 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.

7.2. Contraintes techniques

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

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



7.3. Contraintes biotiques




La fève est sujette à un très grand nombre de maladies fongiques, virales et aux attaques des ravageurs.

7.3.1. Maladies fongiques

Les maladies fongiques les plus importantes de la fève sont nombreuses, les plus importantes sont présentées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Principales maladies fongiques des Légumineuses (Bouزيد, 2008)

Maladies	Champignons	Symptomatologie
<p>Mildiou</p>  <p>Fig. 3 : Symptômes du mildiou sur fève(Originale,2019)</p>	<p><i>Peronospora viciae</i></p> <p><i>P. viciae</i> appartient au phylum des Oomycota et à la classe des Oomycètes (pseudo-champignons) produisant des oospores. Les conidies de cette espèce sont monocellulaires, ovales à légèrement ellipsoïdes. Les conidiophores se terminent par des stérigmates droits ou légèrement courbés, assez pointus et généralement groupés par deux.</p>	<p>Observée sur fève, cette maladie se caractérise par l'apparition sur la face inférieure des feuilles d'un duvet cotonneux gris ressemblant à une moisissure (Fig. 3). Sur la face supérieure de ces feuilles, des taches chlorotiques se forment. En fin d'attaque, le tissu foliaire, au niveau des taches, brunit et meurt.</p>
<p>Taches brunes (chocolat)</p>  <p>Fig. 4 : Symptômes des taches brunes (ou chocolat) sur fève (Originale, 2019)</p>	<p><i>Botryotinia fabae</i></p> <p>L'anamorphe <i>Botrytis fabae</i> appartient aux Champignons Anamorphiques et au Groupe des Hyphomycètes (champignons à conidies libres). Les conidies sont monocellulaires, globuleuses ou souvent ovoïdes et à paroi lisse.</p> <p>Le téléomorphe <i>B. fabae</i> appartient au phylum des Ascomycota (champignons produisant des ascospores) Discomycètes (champignons dont les asques sont contenus dans des apothécies).</p>	<p>Cette maladie se manifeste, au début, sous forme de points de couleur brun rouge et de très petites taches circulaires brun clair entourées par une bordure rougeâtre, principalement sur feuilles et moins fréquemment sur tiges (Fig. 4). Lorsque les conditions climatiques sont très favorables pendant longtemps, la maladie entre dans une phase «agressive» dans laquelle les taches deviennent des lésions coalescentes évoluant ensuite en pourriture brun foncé.</p>
<p>Alternariose</p>	<p><i>Alternaria alternata</i></p> <p><i>A. alternata</i> appartient aux Champignons Anamorphiques et au groupe des Hyphomycètes (champignons à conidies libres). Les conidies sont multicellulaires, allongées, généralement plus larges d'un côté que de l'autre et terminées à la base par un pédicelle. Les cloisons se forment à la fois dans les sens longitudinal et transversal.</p>	<p>Cette maladie se manifeste par des taches foliaires brun gris entourées par une bordure plus foncée et montrant à l'intérieur des cercles concentriques (Fig. 5). Lorsque l'attaque est forte, ces taches s'étendent sur les feuilles et deviennent coalescentes.</p>

 <p>Fig 5. Symptômes de l'alternariose (Spiga, 2016)</p>		
<p>Anthracos (ou brûlure)</p>  <p>Fig.6.Symptôme de l'antracnose (ou brûlure) (www.agrifind.fr)</p>	<p><i>Didymella fabae</i></p> <p>L'anamorphe <i>Ascochytafabae</i> appartient aux Champignons Anamorphiques et au groupe des Coelomycètes (champignons à conidies groupées dans des pycnides). Les conidies sont droites ou légèrement courbées, à extrémité arrondie et ayant souvent une cloison. Le téléomorphe de <i>D. fabae</i> appartient au phylum des Ascomycota (champignons produisant des ascospores) et au groupe des Loculo ascomycètes (champignons dont les asques sont contenus dans des pseudothèces).</p>	<p>Cette maladie provoque sur les feuilles des taches plus ou moins irrégulières, d'abord de couleur brun foncé qui tournent ensuite vers le gris clair au centre entouré d'une marge plus foncée (Fig. 6). Lorsque l'attaque est importante, les taches deviennent coalescentes. Ces taches apparaissent aussi sur tiges et gousses.</p>
<p>Rouille</p>  <p>Fig. 7. Symptômes de la rouille sur fève (Originale, 2019)</p>	<p><i>Uromycesviciae-fabae</i></p> <p><i>U. vicia fabae</i> appartient au phylum des Basidiomycota (champignons produisant des basidiospores) et à la classe des Urédinomycètes (champignons passant par un stade téliospore). <i>U. viciae-fabae</i> forme des urédospores monocellulaires globuleuses, ovoïdes à légèrement ellipsoïdes, avec une paroi épaisse finement rugueuse. Les téliospores monocellulaires, ellipsoïdes à ovoïdes, rarement globuleuses et parfois cylindriques. Elles sont prolongées à la base par de longs pédicelles et possèdent une paroi lisse plus épaisse au sommet.</p>	<p>Cette maladie se caractérise par la formation sur les feuilles, de petites pustules légèrement allongées ou le plus souvent arrondies, d'abord ayant une couleur blanc rose, puis après éclatement de l'épiderme de la plante hôte, elles prennent une couleur brun roux (Fig.7). Lorsque l'attaque est grave, les urédies peuvent couvrir les tiges et même les gousses.</p>

7.3.2. Maladies virales

Les principales maladies virales de la fève d'après Kumari et Vanleur (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.

7.3.3. 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).

7.3.4. Insectes ravageurs

Les principaux insectes ravageurs de la fève sont :

7.3.4.1. Sitone du pois (*Sitona lineatus* Linnaeus, 1758)

Selon Racheff et al. (2005), les sitones (Coleoptera, Curculionidae) sont des petits insectes très allongés de couleur grise, leurs dimensions varient entre 2 et 8 mm (Fig.8). Les adultes de ce coléoptère se nourrissent du feuillage des plantules en provoquant des encoches en forme de U. Les larves vivent sous terre et se nourrissent des nodosités fixatrices d'azote sur les racines de la fève (Aversenq et al., 2008 in Bougoufa et Guendouzi, 2018).



Figure8 : Adulte de la sitone du pois (Abedjalil et Abboudi, 2015)

7.3.4.2. Lixus des fèves (*Lixusalgirus* Linnaeus, 1767)

Le lixus des fèves (Coleoptera, Curculionidae) est un insecte qui mesure entre 13 à 18mm, souvent revêtu d'une pruinosité dense, jaune, brun rouge ou blanchâtre (Fig.9). 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) .



Figure 9 : Adulte du Lixus des fèves (Abedjalil et Abboudi, 2015)

7.3.4.3. 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 (Fig.10). Ce coléoptère de la famille des Bruchidae occasionnent d'importants dégâts où plus de 64 % des graines peuvent être infestées .Les adultes pondent des œufs sur les gousses. La larve creuse un petit trou à travers la gousse et entre dans la graine en développement où va se dérouler son cycle de vie (Weigand et Bishara, 1991).



Figure 10 : Adulte de la fève bruche de la fève (Abedjalil et Abboudi, 2015)

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

A. fabae est une espèce qui s'attaque à de nombreuses plantes cultivées ou sauvages (Fig. 11). Il vit en colonies compactes à l'extrémité des plantes et cause de sérieux problèmes qui influencent directement la productivité des fèves lorsque les infestations sont très sévères (Maatougui, 1996). Cette espèce fera l'objet du prochain chapitre.



Figure 11: Colonies du puceron noir de la fève *Aphis fabae* (Originale, 2019)

Chapitre II : Généralités
sur le ravageur *Aphis fabae*

Les pucerons ou les aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde (Hullé et *al.*, 1998). C'est dans les zones tempérées que l'aphidofaune est plus diversifiée, alors que ces insectes sont rares dans les régions tropicales et subtropicales (Dedryver et *al.*, 2010).

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 colonisent la plupart des plantes à fleurs mais aussi les résineux, quelques fougères et mousses (Turpeau-Ait Ighil et *al.*, 2010).

1. Biologie

Les pucerons sont hémimétaboles, les œufs sont minuscules et à peu près sphériques. Habituellement gris foncé ou noir, ils mesurent environ 0.5 à 1 mm de long et sont pondus en groupe ou isolément selon les espèces (Sutherland, 2006). Les pucerons sont dotés d'une capacité de multiplication très élevée : 40 à 100 descendants par femelle, ce qui équivaut à 3 à 10 pucerons par jour pendant plusieurs semaines (Kos et *al.*, 2008).

Les différents stades larvaires ressemblent aux adultes aptères mais de petite taille et certains caractères sont parfois moins prononcés (Fredon, 2008).

Le développement larvaire d'un puceron peut être schématisé comme suit :

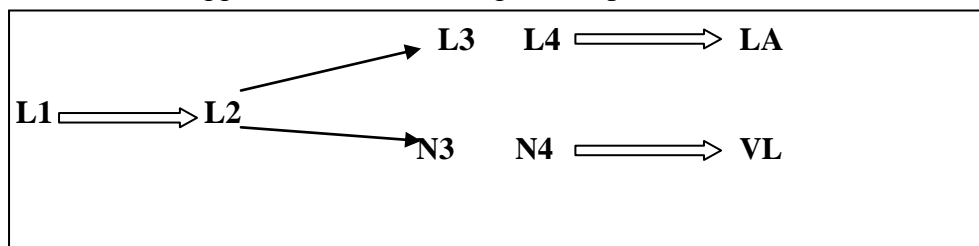


Figure12 : Schéma montrant le développement larvaire d'un puceron (Fredon, 2008).

L1, L2, L3, L4 : Stade larvaire.

N3, N4 : Stade nymphale.

LA: Adulte aptère.

VL: Virginipare ailée.

2. Puceron noir de la fève *Aphis fabae*

2.1. Classification

Iluz (2011) rappelle que les pucerons ou les aphides sont classés comme suit :

Régne : Animalia

Embranchement : Arthropoda

Sous-embr : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous-classe : Pterygota

Ordre : Hemiptera

Sous-ordre : Sternorrhyncha

Super-famille : Aphidoidea

Famille : Aphididae

Sous- Famille : Aphidinae

Genre : *Aphis*

Espèce : *Aphis fabae* Scopoli, 1763.

2.2. Description du puceron noir de la fève

2.2.1. Forme aptère

La forme aptère du puceron noir de la fève mesure environ 2 mm (Hullé et *al.*, 1999). Elle est de couleur vert olive foncé à noir mat et recouverte d'une forte sécrétion cireuse blanche (Fig.13A). Les cornicules sont coniques nettement plus longues que la cauda. Cette dernière est digitiforme et trapue (Leclant, 1999).

3.2.2. Forme ailée

Le corps de l'ailé est de forme plus élancée que l'aptère, il mesure entre 1,6 et 2,3 mm de long (Benoufella-Kitous, 2005). La tête et le thorax sont noirs et brillants (Fig.13B). L'abdomen est noir, parfois à reflet verdâtre ou vert épinard sombre (Balachowesky et Mesnil, 1934). Les cornicules sont noires, de longueur moyenne et peu épaisses et la cauda est sombre, arrondie à l'extrémité (Autrique et Nathimpera, 1994).

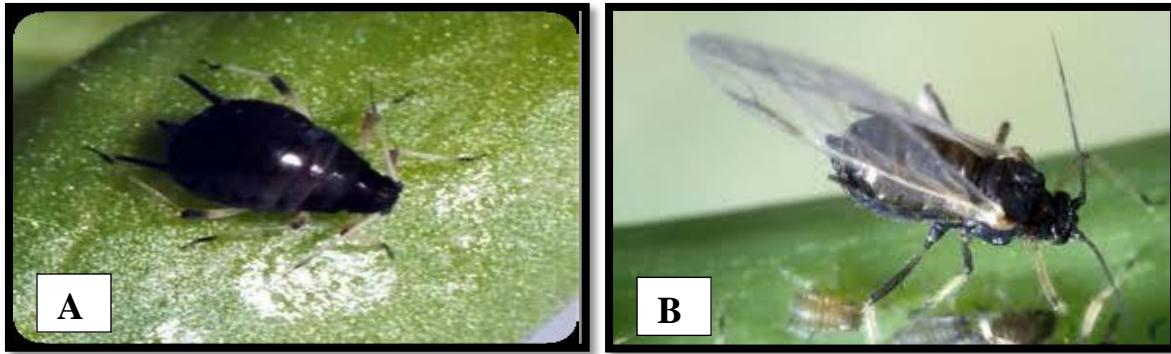


Figure 13: Puceron noir de la fève *A. fabae* (A) forme aptère et (B) forme ailée (Meradsi, 2009)

2.3. Plantes hôtes

A. fabae est très polyphage et peut vivre sur plus de 200 plantes hôtes. Les hôtes primaires sont principalement des arbustes : le fusain d'Europe (*Euonymus europaeus*) (Fig.14A), la boule de neige (*Viburnum opulus*) (Fig.14 B) et le seringat (*Philadelphus coronarius*). Ses plantes hôtes secondaires peuvent appartenir aux Fabacées, Chénopodiacées, Astéracées, Brassicacées, Solanacées, ainsi que diverses cultures florales et ornementales (Hullé et *al.*,1998).

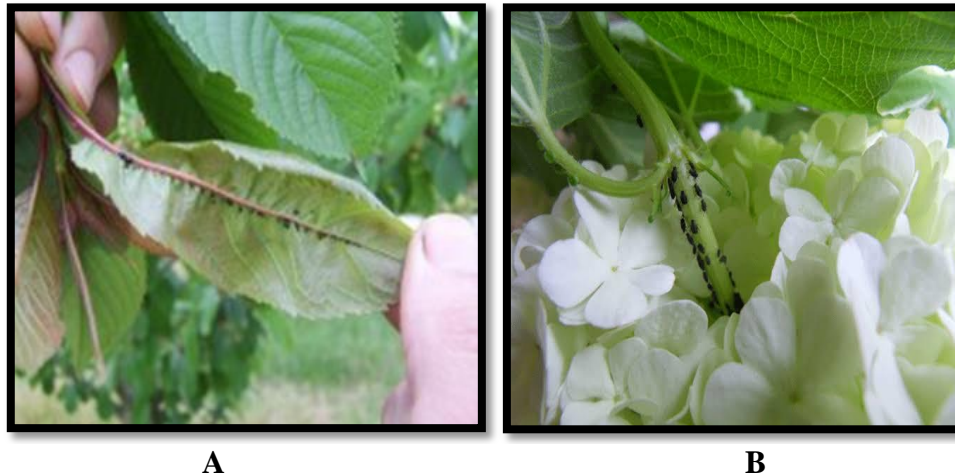


Figure14 : Colonies du puceron noir de la fève A : sur le Fusain d'Europe, B : sur la boule de neige (Jardin des merlettes.com)

2.4. 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 de plantes. Les pucerons peuvent être divisés en deux groupes en fonction de leur cycle de vie. Les espèces dites monoéciques qui se nourrissent sur les mêmes espèces de plantes vivaces ou herbacées tout au long de l'année (Fig.15A) et les espèces dites dioéciques ou hétéroéciques (Fig.15B) 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) (Dixon, 1998). Seulement environ 10 % des espèces de pucerons sont dioéciques, mais certaines d'entre elles, comme *A. fabae* et *Myzus persicae* se retrouvent en abondance dans la nature. La migration des colonies de pucerons d'une plante hôte à l'autre est facilitée par la production de formes ailées à la fin du printemps et durant l'automne (Eastop, 1986).

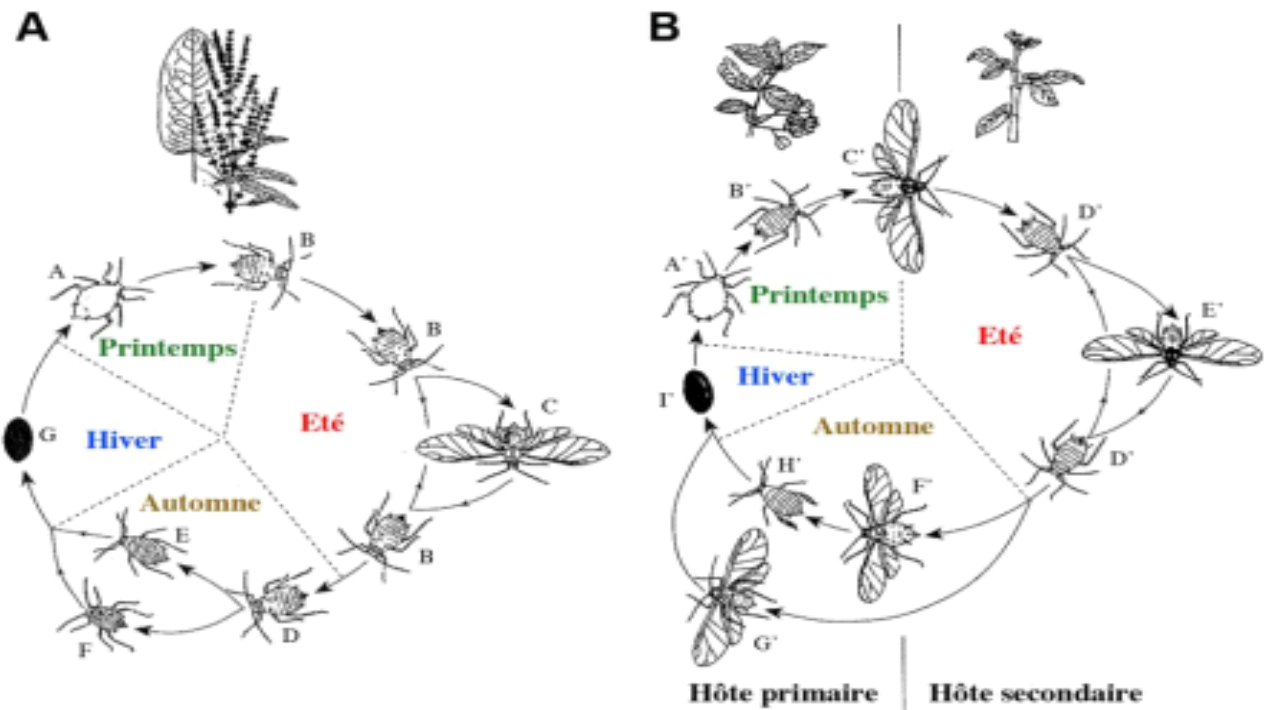


Figure15 : Cycle annuel des pucerons avec alternance ou non des plantes hôtes (Dixon, 1998)

3. Dégâts causés par les aphides

Les pucerons sont des ravageurs majeurs des végétaux dans le monde, avec des conséquences économiques négatives sur l'agriculture, les forêts et l'horticulture (Fournier, 2010). Ils peuvent causer de graves pertes aux plantes cultivées (Qubbaj et *al.*, 2004). D'après Christelle (2007) et Eaton (2009), les pertes que causent les pucerons sont de deux types :

3.1. Dégâts directs

D'après Harmel et *al.* (2008), les dégâts directs sont causés par le prélèvement et l'absorption de la sève des plantes (Fig.16). 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).



Figure 16:Prélèvement et absorption de la sève par le puceron noir sur fève (Originale, 2019)

3.2. Dégâts indirects

Les dégâts indirects des pucerons sont essentiellement de deux ordres qui sont :

3.2.1. 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. Il s'agit 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).

3.2.2. Transmission des virus phytopathogènes

En se déplaçant d'une plante à une autre, les pucerons créent des contacts indirects entre les végétaux distants et immobiles (Brault et *al.*, 2010). Cette caractéristique a été efficacement exploitée par les virus des 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 (Christelle, 2007).

4. Lutte contre les pucerons

4.1. Lutte préventive

La lutte préventive se base sur les différentes pratiques culturales pouvant réduire les dégâts tels que la détermination d'une date de semis et de récolte adéquate, la rotation des

cultures. Les associations culturales et la suppression des mauvaises herbes ou résidus de cultures qui pourraient héberger des pucerons (Sullivan, 2007 *in* Kheloul, 2012).

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. Wang et *al.*(2000) signalent que l'association des fèves avec les céréales réduit la contamination des plantes par *A. fabae*. De même, la lutte variétale qui consiste à employer des cultivars résistants aux pucerons et aux virus transmis par ces derniers constitue une lutte préventive (Dedryver, 2010).

4.2. Lutte chimique

Les insecticides utilisés dans la lutte chimique sont les organophosphorés, les carbamates et les pyrethroïdes de synthèse. Il existe une nouvelle famille de produit (les chlorocotiniles) qui présente la particularité d'être très fortement systémique (Dedryver, 2010). Cependant les insecticides présentent des inconvénients, ils sont chers, nuisent à l'écosystème et à l'environnement et tuent les insectes auxiliaires. En plus, les pucerons peuvent développer des résistances dues aux différentes molécules chimiques utilisées (Dogimon et *al.*, 2010).

4.3. Lutte biotechnique

La lutte biotechnique est basée sur le comportement de certains insectes qui sont attirés par différents attractifs visuels (couleur) ou olfactifs (aliments, phéromones). Ces couleurs et ces substances peuvent être utilisés pour le piégeage de masse et le piégeage d'avertissement (Ryckewaert et Fabre, 2001).

4.4. Lutte physique

La lutte physique consiste à produire une augmentation de la température qui perturbe les pucerons, mais ne nuit pas à la plante. Le choc thermique qu'on provoque par la fermeture des ouvrants de la serre, pendant quelques heures (3h) est très efficace. Dans ces conditions, il peut y avoir une élévation de température jusqu'à 45°C qui peut entraîner la mort de près de 90% des populations des stades jeunes de pucerons sans porter préjudice à la culture (Rabasse, 1985 ; Jourdeuil, 1985).

4.5. Lutte biologique

Les pucerons sont attaqués par un large éventail d'ennemis naturels (Schmidt et *al.*, 2004). On distingue les prédateurs, les parasitoïdes et les champignons :

4.5.1. Prédateurs

Les espèces prédatrices de pucerons sont nombreuses, les plus importantes sont :

4.5.1.1. Coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae)

Chez les coccinelles, les larves et les adultes sont aphidiphages et peuvent s'alimenter de plusieurs espèces de pucerons (Fig. 17A et 17B). Ces prédateurs peuvent réduire la densité des populations de pucerons ou ralentir leur croissance durant une partie de la saison culturale et contribuer ainsi au contrôle de ces ravageurs (Lopes et *al.*, 2011).

4.5.1.2. Syrphes (Diptera : Syrphidae)

Plus de 40% des espèces de syrphes sont des prédateurs entomophages efficaces aux stades larvaires (Francis et *al.*, 2003). Les larves des espèces *Episyrphus balteatus* et *Syrphus ribesii* peuvent s'alimenter d'une large gamme d'espèces de pucerons (Fig. 17C). Une seule larve d'*E. balteatus* peut consommer jusqu'à 400 pucerons durant son développement (Lopes et *al.*, 2011).

4.5.1.3. Cécidomyies (Diptera : Cecidomyiidae)

Les femelles de cécidomyies peuvent déposer environ 100 œufs parmi les colonies de pucerons. Les larves, à leur éclosion saisissent les pucerons par leurs pièces buccales et en aspirent le contenu. Les adultes, par contre ne se nourrissent pas de pucerons (Sullivan, 2005).

4.5.1.4. Hémérobés (Neuroptera : Hemerobiidae)

Les hémérobés sont des insectes de couleur marron qui ressemblent fortement aux chrysope dont les larves et les adultes sont d'importants prédateurs de pucerons (Fig. 17E, Fig. 17F) (Didier, 2012).

4.5.1.5. Chrysopes (Neuroptera : Chrysopidae)

Les chrysopes sont des prédateurs polyphages (Fig. 17G). Les adultes de certaines espèces, telles que *Chrysoperla carnea* se nourrissent de miellat, de nectar et de pollen collectés sur diverses plantes, tandis que les larves sont très voraces et s'attaquent aux pucerons (Lopes et *al.*, 2011).

4.5.1.6. Punaises (Hemiptera : Anthocoridae)

Selon Sullivan (2005), les genres *Anthocoris* et *Orius* sont des prédateurs de pucerons. Les adultes tout comme les larves sont aphidiphages.

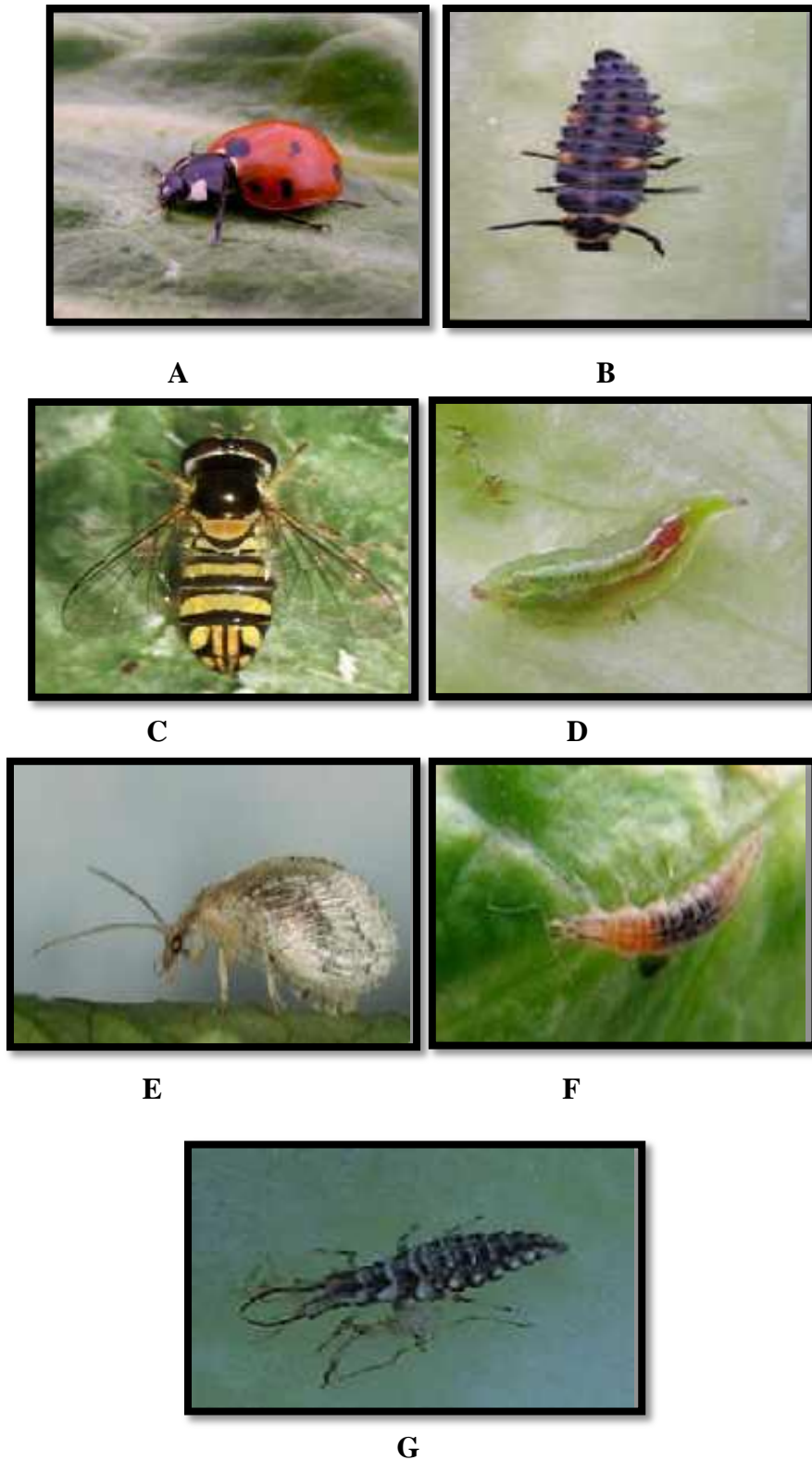


Figure17 : Insectes prédateurs de pucerons (Bugg et al., 2008)

A: Adulte de coccinelle, **B:** Larve de coccinelle, **C:** Adulte de diptère prédateur, (Syrphidae), **D:** Larve de diptère prédateur (Syrphidae), **E :**Adulte d'hémérobe, **F :** Larve d'hémérobe, **G :** Larve de chrysope.

4.5.2. Parasitoïdes

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

Les pucerons parasités gonflent et se transforment en momie (Fig.18) d'où émerge après une dizaine de jours un nouvel hyménoptère parasitoïde (Kati et Hardie, 2010 ; Oliver et *al.*, 2012).



Figure18 : Momie de puceron parasité (Kati et Hardie, 2010)

4.5.3. Champignons

Certaines espèces de champignons microscopiques, essentiellement des Entomophthora les peuvent infecter les pucerons. Une fois les pucerons tués par ces champignons, leurs cadavres sporulent sous l'action combinée de l'humidité et de la température. Ils prennent alors un aspect pulvérulent et deviennent infectieux pour leurs propres congénères (Turpeau-Ait Ighil et *al.*, 2011).

Chapitre III :

Matériel et méthodes

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

1. Matériel d'étude

1.1. Matériel de laboratoire

Afin de réaliser ce travail, nous avons utilisé au laboratoire le matériel suivant (Fig.19) :

- 40 pots de 10 cm de diamètre et de 12 cm de hauteur.
 - Du gravier.
 - De la tourbe.
 - Un tissu perforé (moustiquaire) de 0,5mm de diamètre pour couvrir les pots et empêcher les pucerons de se déplacer.
 - Des tuteurs pour maintenir les plantes et le tissu perforé.
 - Des élastiques pour attacher le couvert aux pots.
 - Des étiquettes portant le nom de l'extrait utilisé et le mode d'application sur chaque pot.
 - Des pinceaux pour déposer les pucerons sur les plants de fève.
 - Une loupe manuelle pour le dénombrement des pucerons.
 - Un papier blanc au pied des plants de fève pour faciliter le comptage des individus morts.
- Pour la préparation et l'application des traitements, nous avons utilisé :
- De l'eau distillée.
 - Des pulvérisateurs.
 - Des béciers de 80 ml.
 - Des bouteilles en plastique pour conserver les extraits.



Figure19 : Matériel utilisé au laboratoire (Originale, 2019)

1.2. Matériel biologique

1.2.1. Puceron noir de la fève *Aphis fabae*

Les individus de pucerons (Fig. 20) utilisés lors de cette étude ont été prélevés dans une parcelle de fève au niveau de la commune de Draa El Mizan, située à une altitude de 432m, à environ 43Km de la Wilaya de Tizi-Ouzou.



Figure 20 : Puceron noir de la fève *A. fabae* (Originale, 2019)

1.2.2. Plante hôte : la fève *Vicia faba*

Il s'agit de jeunes plants de fève de 20 cm de hauteur, issus de semis au laboratoire, à partir de graines de la variété Aguadulce disponible sur le marché. Ces graines sont originaires d'Espagne et datent d'une année (Fig. 21).



Figure21 : Graines de la variété Aguadulce (Originale, 2019)

1.2.3. Extraits végétaux

Dans la présente étude, quatre espèces de la famille des Ombellifères sont utilisées sous forme d'extraits aqueux afin de tester leur effet bioinsecticide. Il s'agit du persil (*Petroselinum sativum*), de la coriandre (*Coriandrum sativum*), du fenouil (*Foeniculum vulgare*) et du céleri (*Apium graveolens*). Les trois premières, plantes sont récoltées dans un jardin privé situé dans la région de Hemmadi (Boumerdès), située à 25 km de la wilaya d'Alger. Le céleri provient des montagnes du Djurdjura (Beni Yenni, Tizi-Ouzou) à une altitude de 800 à 900 mètres.

1.2.3.1. Présentation du fenouil (*Foeniculum vulgare*)

L'espèce *Foeniculum vulgare* est appelée en :

Français : Anis doux, fenouil commun

Arabe : بسباس , Besbas.

Kabyle : Abesbas.

1.2.3.1.1. Classification

Badgujar *et al.* (2014) rappellent que la classification de *F. vulgare* est :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Subdivision : Spermatophyta

Classe : Magnoliopsida (Dicotylédones)

Sous classe : Rosidae.

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae

Genre : *Foeniculum*

Espèce : *Foeniculum vulgare* Miller

1.2.3.1.2. Description

Le fenouil est une plante annuelle ou bisannuelle (Gulfraz et *al.*, 2008 *in* Bahria et Rekaa, 2018) La tige est cylindrique, robuste et lisse, pouvant atteindre 2 m de hauteur. Elle porte des feuilles alternes et pétiolées à la base. Les feuilles supérieures sont sessiles, découpées en lanières filiformes et très allongées, d'où un aspect aérien plumeux (Fig. 22). Les fleurs sont régulières, radiales, à 5 sépales formant un bourrelet, 5 pétales jaune verdâtre tronquées et roulées vers l'intérieur, 5 étamines, 2 stylets courts et 1 ovaire divisé en 2 loges (Teuscher et *al.*, 2005 *in* Bahria et Rekaa, 2018). Le fruit est une graine sèche de 4 à 10 mm, vert jaunâtre et parqué de 5 côtes (Debuigne et Couplan, 2009 ; Rather et *al.*, *in* Bahria et Rekaa, 2018).



Figure 22 : *Foeniculum vulgare* (Anonyme 1, 2018)

1.2.3.2. Présentation du persil (*Petroselinum sativum* L.)

Le persil est appelé en :

Français : Persil.

Arabe : معدنوس, Maadnousse.

Kabyle : Imzi.

1.2.3.2.1. Classification

Selon Crète (1968), la classification qu'occupe *P. sativum* dans la systématique est la suivante:

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Subdivision : Spermatophyta

Classe : Magnoliopsida(Dicotylédones)

Sous classe : Rosidae.

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae

Genre :*Petroselinum*

Espèce :*Petroselinum sativum*.

1.2.3.2.2. Description

Le persil est une plante bisannuelle de 25 à 80 cm de haut, à odeur caractéristique et très aromatique au froissement (Fig. 23). Ses tiges sont striées et ses feuilles sont glabres. Les feuilles, vert luisant, sont généralement doublement divisées, surtout celles de la base, les feuilles supérieures ayant souvent seulement trois lobes étroits et allongés. Les fleurs, d'une couleur jaune verdâtre tirant sur le blanc en pleine floraison, sont groupées en ombelles composées comprenant 8 à 20 rayons. Les ombellules sont munies d'un involucre à nombreuses bractées (Wicht, 1999). La racine allongée de type pivotant est assez développée. Elle est jaunâtre, d'odeur forte et aromatique (Stittou, 2017).



Figure 23:*Petroselinum sativum* (Originale, 2019)

1.2.3.3. Présentation du céleri (*Apium graveolens*)

Le céleri est appelé en

Français : ache des marais, persil des marais.

Arabe : كرافس krafess

Kabyle : Lekrafez.

1.2.3.3.1. Classification

Selon Guignard (2001), la classification de *A. graveolens*.est donnée comme suit:

Règne :Plantae

Division :Magnoliophyta

Subdivision :Spermatophyta

Classe :Magnoliopsida(Dicotylédones)

Sous classe :Rosidae.

Ordre : Apiales

Famille :Apiaceae

Genre :*Apium*

Espèce :*Apium graveolens* L.

1.2.3.3.2. Description

L'espèce *A. graveolens* est une plante bisannuelle qui forme une rosette de feuilles basales la première année et ne fleurit que la seconde année ; elle peut atteindre jusqu'à 1m de hauteur. Les feuilles sont de couleur vert foncé et brillantes (Fig.24). Elles sont longuement pétiolées, pennatiséquées, à limbe triangulaire, crénelé et composé de trois segments. Les feuilles supérieures ont une gaine courte, bordée de blanc et sont soit découpées en trois segments, soit à limbe entier (Wchit et Anton, 2003).



Figure 24 : *Apium graveolens* (Anonyme 1, 2018)

1.2.3.4. Présentation de la Coriandre (*Coriandrum sativum* L)

La coriandre est appelée en :

Français : persil arabe, persil chinois, persil mexicain.

Arabe : قسبر (qasbar).

Kabyle : lkusber.

1.2.3.4.1. Classification

Selon Peter (2004), la classification de *C. sativum* est donnée comme suit :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Subdivision : Spermatophyta

Classe : Magnoliopsida (Dicotylédones)

Sous classe : Rosidae.

Ordre : Apiales

Famille : Apiaceae

Genre : *Coriandrum*.

Espèce : *Coriandrum sativum* L.

1.2.3.4.2. Description

C. sativum est une plante annuelle, qui mesure jusqu'à 60cm de hauteur, reconnaissable à ses tiges dressées, cannelées ramifiées portant des feuilles vert clair, glabres, alternes et palmées (Djerroumi et Nacef, 2004 in Anonyme, 008) (Fig. 25). Elle possède des racines pivotantes et fuselées (Anton et lobstein, 2005 ; Coskuner et Karababa, 2007 in Anonyme, 2008).

Les feuilles basales sont longuement pétiolées, pennatiséquées, composées de segments ovales incisés et dentés (rappelant un peu les feuilles du persil plat, d'où ses appellations vernaculaires) (Egualé et *al.*, 2007 *in* Anonyme, 2008). Les feuilles supérieures sont sessiles, finement découpées en lanière et pourvues d'une longue gaine, large et membraneuse (Anton et Lobstein, 2005 ; Harding, 2005 *in* Anonyme, 2008).



Figure 25:*Coriandrum sativum* L. (Originale., 2019)

2. Méthodes expérimentales

Le travail expérimental a commencé le 29/04/2019 par le semis des graines de fève, dans des pots au niveau du laboratoire.

2.1. Dispositif expérimental

En plus des 4 pots témoins (traités avec de l'eau distillée), le dispositif est formé de 40 pots traités par les quatre extraits (céleri, persil, coriandre et fenouil) par voie de contact et systémique à raison de 4 pots pour chaque extrait.

2.2. Méthode d'obtention des plants de fève

Le semis est réalisé dans des pots en plastiques remplis à un¹/₄ de gravier et à³/₄ de tourbe. Afin d'activer la germination, les graines de fève ont été imbibées dans de l'eau pendant 24 heures (Fig.26).



a-Trempage des graines de fève



b Semis



c-Arrosage



d- Levée



e- jeune plantule

Figure 26 : Semis des graines de fève (Originale, 2019)

2.3. Méthode d'infestation des plants de fève

L'infestation est effectuée le 05/05/2019, à partir des individus d'*A. fabae*, sur les plants de fève âgés de 7 jours. A l'aide d'un pinceau, les pucerons sont déposés avec soin sur les jeunes plants de fève, à raison de 40 pucerons par pied (Fig.27a). Chaque pot est recouvert avec du tissu moustiquaire afin d'éviter le déplacement des individus (Fig.27b).



a- Infestation des plants



b- Couverture des pots

Figure 27: Méthode d'infestation des plants de fève par les pucerons (Originale, 2019)

2.4. Méthode d'obtention des extraits végétaux

Les feuilles des quatre plantes sont lavées, séchées à l'air libre, puis broyées. Les poudres ainsi obtenus sont macérées à raison de 25g par $\frac{1}{2}$ litre d'eau distillée pendant 24 heures. Les solutions obtenus sont stockées dans des flacons et gardées à l'obscurité (Fig. 28).



a-Feuille séchées



b-Broyage



C-poudre obtenue



d- Macération



E-Filtration



f-Extrait brut

Figure 28: Méthode d'obtention des extraits végétaux (Originale, 2019).

2.5. Application du traitement

Le traitement est appliqué le 06/05/2019, soit un jour après l'infestation des plantes par les individus de pucerons. Le traitement est appliqué par pulvérisation directement sur les populations aphidiennes (voie de contact) et par arrosage des plants par les quatre solutions aqueuses (voie systémique) (Fig. 29).



a-Pulvérisation (voie de contact) b-Arrosage (voie systémique)

Figure 29: Application du traitement (Originale, 2019)

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

Le dénombrement est effectué après traitement à l'aide d'une loupe manuelle (Fig. 30). Des observations quotidiennes sont effectuées. Ces observations ont permis de comptabiliser le nombre d'individus morts et vivants.



Figure 30 : Dénombrement des pucerons (Originale, 2019)

3. Exploitation statistique des résultats

3.1. Analyse de la variance

L'analyse de la variance consiste à comparer les moyennes des populations à partir de la variabilité des échantillons (Mothes et Dagnielle, 1968 *in* Bitouche, 2015). Les résultats obtenus sont soumis à une analyse de la variance à l'aide du logiciel STAT BOX, version 6.3 pour déterminer l'action biocide des différents extraits aqueux utilisés sur le puceron noir de la fève.

Si la probabilité (P) est :

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

$0,01 < P < 0,05$, 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. Screening phytochimique

Notre étude consiste aussi à réaliser un screening phytochimique, pour la caractérisation des substances bioactives (l'ensemble des appareils et réactifs utilisé est répertorié en Annexe, Tableau 15) des quatre plantes persil, fenouil, coriandre et céleri dans le laboratoire de Microbiologie, Analyses chimiques de la Faculté des Sciences Biologiques et des sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. La méthode utilisée est adoptée par Tona *et al.* (1998) et Longaga *et al.*,(2000). Les tests sont effectués soit sur de la poudre (par coloration) soit sur l'infusé à 5% (par précipitation).

4.1. Préparation de l'infusé à 20%

Pour préparer l'infusé, 5g de la poudre végétale sont macérés dans 100 ml d'eau distillée. La solution est filtrée dans un erlenmeyer en utilisant un papier filtre (Fig.31).

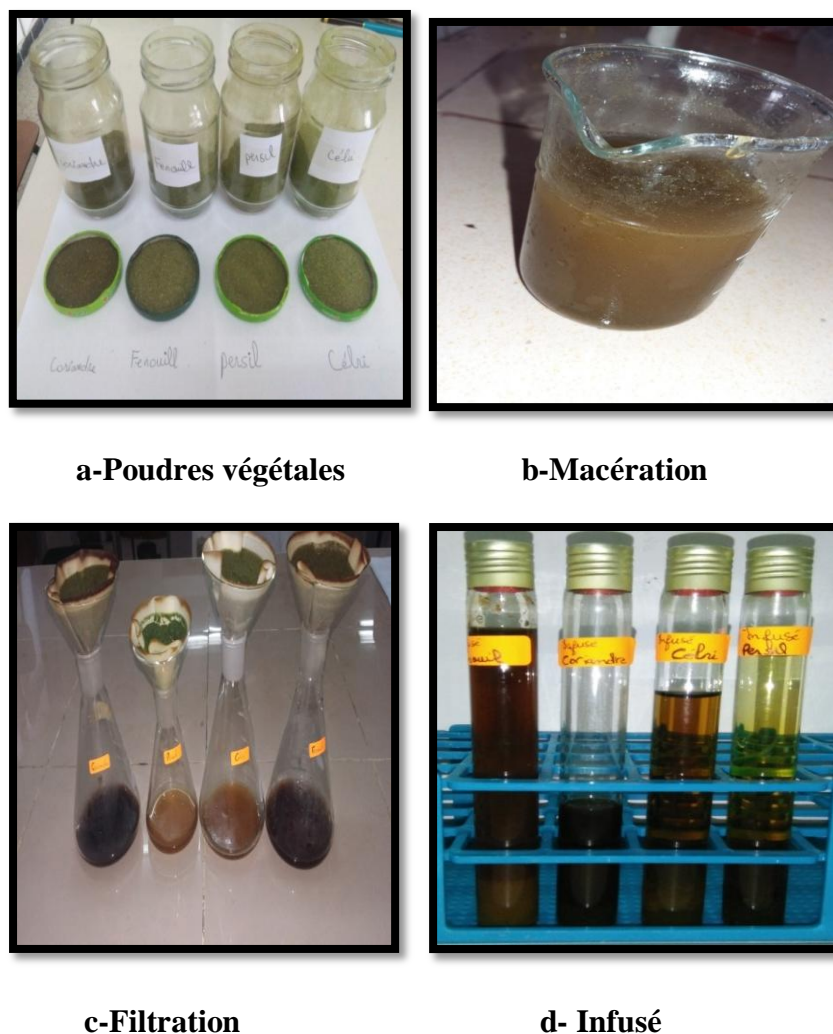


Figure 31: Méthode d'obtention de l'infusé à 20% (Originale, 2019)

4.2. Identification des principaux constituants

4.2.1. Identification des tannins totaux

Pour déterminer la présence des tannins totaux, nous ajoutons à 5 ml de chaque infusé quelque gouttes d'une solution de FeCl_3 (chlorure ferrique) à 5%. L'apparition d'une coloration bleue noire indique une réaction positive.

4.2.2. Identification des tannins galliques

Dans un tube à essai, nous ajoutons à 5ml de l'infusé, 5g d'acétate de sodium et quelque gouttes de FeCl_3 . L'apparition d'une coloration bleue foncée indique une réaction positive.

4.2.3. Identification des tannins catéchiques

Dans un tube à essai, nous ajoutons à 15 ml de l'infusé, 7ml de réactif de Stiansy. Une coloration rouge se développe en présence des Tanins catéchiques.

4.2.4. Identification des flavonoïdes

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

4.2.5. Identification des anthocyanes

Dans un tube à essai, nous ajoutons à 5ml de l'infusé quelque gouttes d'HCl. L'apparition d'une coloration rouge indique une réaction positive.

4.2.6. Identification des saponosides

Dans deux tubes à essai fermés nous mettons dans l'un 5ml d'HCl (1N) et dans l'autre 5ml de NaOH (1N). Nous introduisons dans chacun deux à trois gouttes de l'infusé, ensuite nous l'agitons verticalement pendant 30 secondes et laisser reposer 15 min.

Une réaction positive est déterminée par la présence d'une mousse persistante.

Deux cas sont possibles :

1^{er} cas : en présence des saponines stéroïdiennes, on obtient dans les deux tubes, le même volume de mousse.

2^{ème} cas : en présence des saponines tri terpéniques, en milieu basique il y'aura formation d'une mousse quelque fois plus grande par stabilité et par volume.

4.2.7. Identification des glucosides

Concernant les glucosides, 2g de la poudre végétale sont humectées avec quelques gouttes d'acide sulfurique ($H_2 SO_4$). L'apparition d'une coloration rouge brique indique une réaction positive.

4.2.8. Identification des mucilages

Nous ajoutons 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.

4.2.9. Identification des irroïdes

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

4.2.10. Identification de l'amidon

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

4.2.11. Identification des quinones libres

Ces métabolites sont caractérisés, en humectant 2g de poudre végétale par 2 ml d'acide chlorhydrique, et en ajoutant 20 ml de chloroforme. Après trois heures d'incubation à température ambiante, 5ml d'ammoniaque (1/2) sont ajoutés au filtrat obtenu. L'apparition de coloration rouge indique une réaction positive.

4.2.12. Identification des protéines

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

4.2.13. Identification des polyphénols

Nous rajoutons à 2 ml d'infusé une goutte de FeCl_3 à 2%. L'apparition d'une coloration bleue noirâtre indique la présence des poly phénols.

4.2.14. Identification des sucres réducteurs

Dans un tube à essai, on ajoute 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.

4.2.15. Identification des caroténoïdes

Dans un tube à essai nous mettons 10 ml d'infusé, 3 ml d'HCl et 3 ml de H_2SO_4 . La présence de caroténoïdes se traduit par une coloration vert bleue.

5.Extraction des composées phénoliques

Après avoir macéré 15 gramme de poudre dans 50ml de méthanol à l'abri de la lumière pendant 72h, la solution est filtré avec un papier filtre. A l'aide d'un rotavapor rotatif de 76 à 78°, le méthanol est évaporé pour obtenir un extrait méthanoïque (Fig. 32).



a-Macération



b-Filtration



c-Evaporation



d-Extraits méthanoïques



e-Composée phénolique

Figure 32: Etape d'extraction des composées phénoliques (Originale, 2019)

5.1. Dosage des polyphénols totaux

5.1.1. Principe

La teneur en polyphénols totaux a été déterminée par spectrophotométrie en utilisant la méthode de Folin-Ciocalteu. Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué d'un mélange de deux acides : acide phosphotungstique (H₃PO₁₂O₄₀) et acide phosphomolybdique (H₃PMO₁₂O₄₀). Il est réduit lors de l'oxydation des phénols pour former un complexe bleu stable d'oxydes de tungstène (W₈O₂₃) et molybdène (MO₈O₂₃). La coloration produite, dont l'absorption maximale est au voisinage de 760 nm, est proportionnelle à la quantité des composés phénoliques présents dans les extraits végétaux.

5.1.2. Mode opératoire

Le dosage des polyphénols est réalisé selon le protocole de Singleton et Rossi (1999). Une quantité de 125µL de chaque extrait avec 500 µL d'eau distillé sont ajoutée à 125µL de réactif de Folin et 1250 µL de bicarbonate de sodium (Na₂ CO₃) et laisser reposer 3 min, 1ml d'eau distillée est ajouté. Après une incubation de 90 minutes à température ambiante et à l'abri de la lumière, les absorbances sont lues à 760 nm (Fig. 33).

La courbe d'étalonnage est effectuée par l'acide gallique à différentes concentrations (0-500 µg/ml), dans les mêmes conditions et les mêmes étapes du dosage. Les résultats sont ainsi exprimés en mg d'équivalent d'acide gallique par 1g poids sec de l'extrait (mg EAG/1g d'extraits). Toutes les mesures sont répétées 3 fois.

6. Rendement phénolique

Le rendement en composées phénoliques obtenus est déduit à partir de la formule suivante :

$$R\% = (m - m_0) \times 100 / m_T$$

R% : Taux de composées phénoliques extraits.

m : Masse de ballon avec l'extrait.

m₀ : Masse de ballon vide.

m_T : Masse totale de la poudre végétale utilisée dans l'extraction.

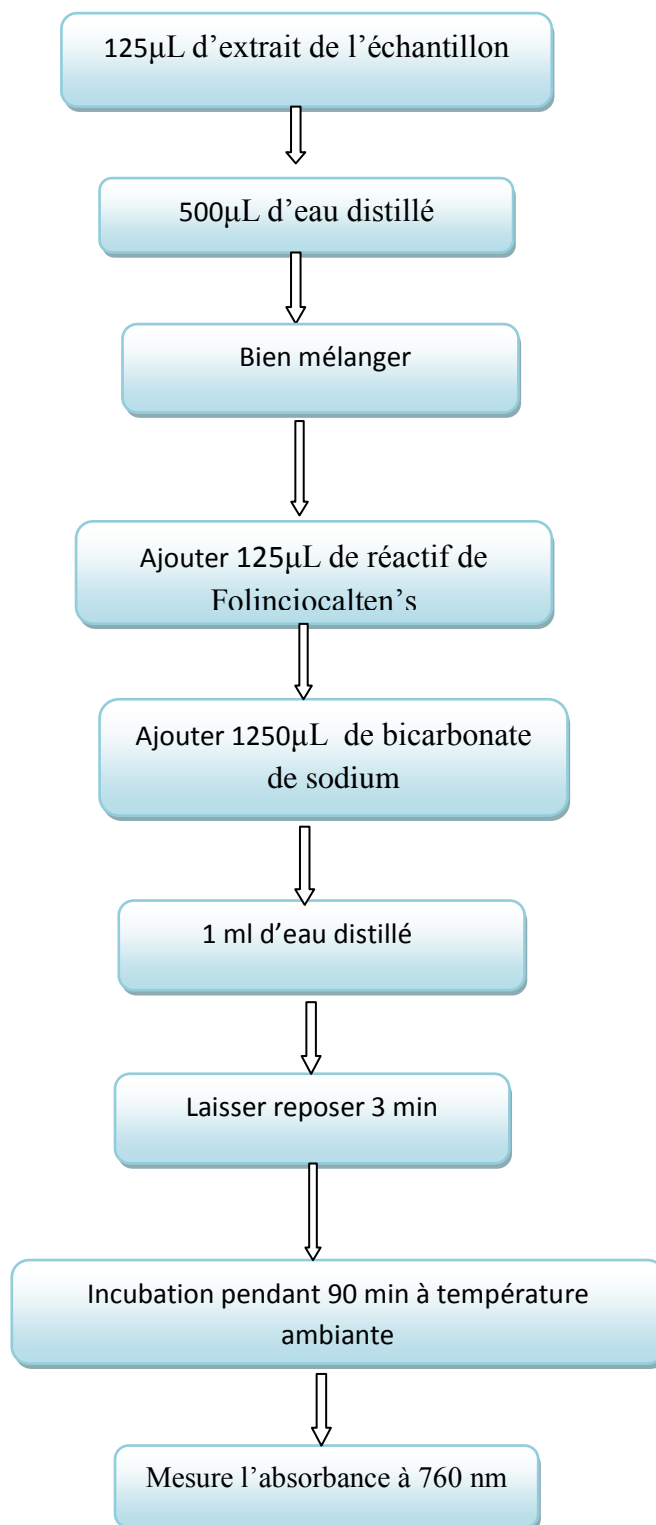


Figure 33 : Diagramme de dosage des polyphénols totaux (Singleton *et al.*, 1999)

Chapitre IV :

Résultats et discussion

Lors de ce travail, nous avons cherché à vérifier l'effet biocide de quatre extraits aqueux à partir des feuilles des plantes aromatiques, à savoir le persil, le céleri, le fenouil et la coriandre. Cette étude est réalisée à travers l'évaluation de la mortalité des individus de pucerons exposés par voie de contact et par voie systémique aux différents extraits aqueux. L'efficacité de ces derniers est testée selon plusieurs paramètres, le temps et la nature de l'extrait.

1. Résultats

1.1. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur la population d'*A. fabae*

1.1.1. Extrait de persil

Les résultats obtenus après traitement avec l'extrait de persil par voie de contact et voie systémique sur la population *d'A. fabae* en fonction du temps sont illustrés dans la figure34.

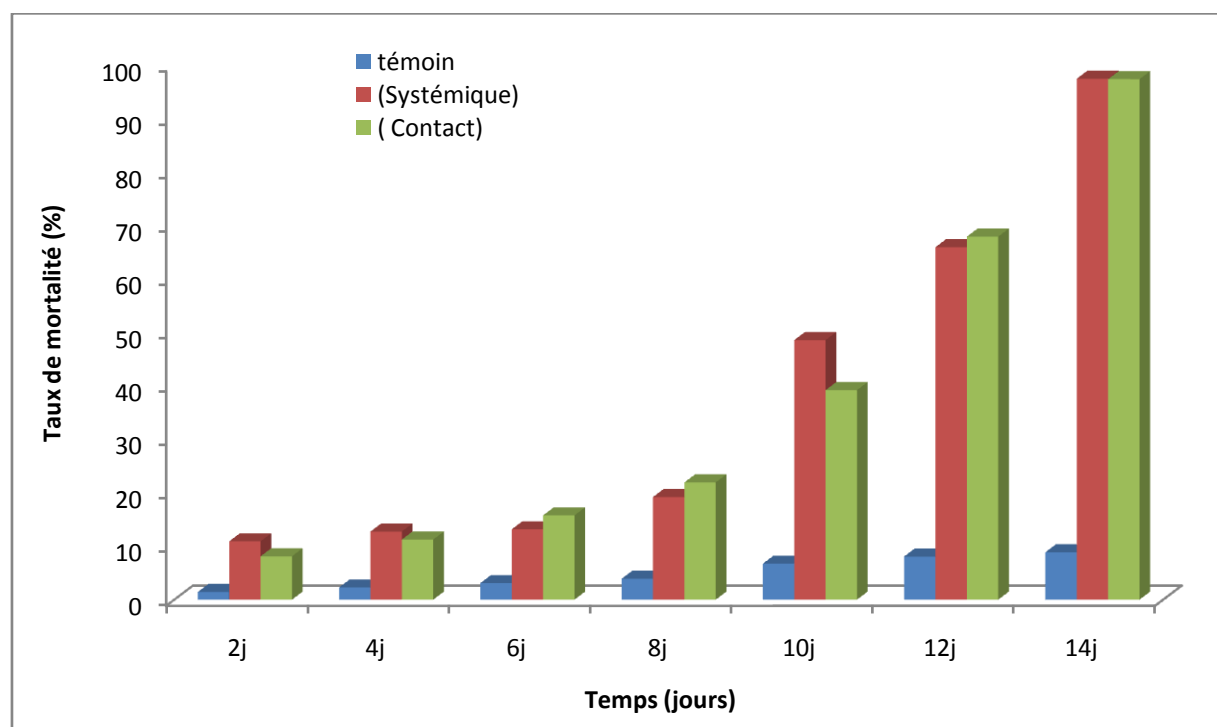


Figure34 : Mortalité des individus *d'A. fabae* traités par l'extrait de persil par voies de contact et systémique en fonction du temps

Le taux de mortalité des individus du puceron noir de la fève traités est très élevé comparé aux plants non traités (témoin) où nous avons noté le taux de mortalité le plus élevé de 8.87% après une durée d'exposition de 14 jours.

Chez les populations traitées avec l'extrait de persil par voie de contact et par voie systémique, le taux de mortalité augmente proportionnellement avec le temps. Du 2^{ème} au 8^{ème}

jours les valeurs des taux de mortalité sont comprises entre 10% et 20% pour les deux modes d'applications. Le taux de mortalité s'accroît au fil des jours jusqu'à atteindre une mortalité totale de 97,5 % au 14 jours (Fig. 34).

L'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de 5% fait ressortir des différences très hautement significatives pour le facteur dose ($P=0$) (le facteur dose concerne le témoin qui représente la dose 0% et le traitement avec les différents extraits) et pour le facteur durée d'exposition ($P=0,00002$). Concernant le mode de traitement, l'analyse de la variance a révélé des différences non significatives ($P=0,612$). Seul l'interaction entre le facteur dose et le facteur durée d'exposition montre des différences très hautement significatives ($P=0,00002$) (Annexe, Tableau 1).

La comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls au seuil de 5% distingue deux groupes homogènes : A et B pour le facteur dose (Annexe, Tableau 2) et 5 groupes homogènes pour le facteur durée d'exposition (Annexe, Tableau 3).

1.1.2. Extrait de céleri

Les résultats obtenus après traitement avec l'extrait de céleri par voies de contact et systémique sur la population d'*A. fabae* en fonction du temps sont illustrés dans la figure 35.

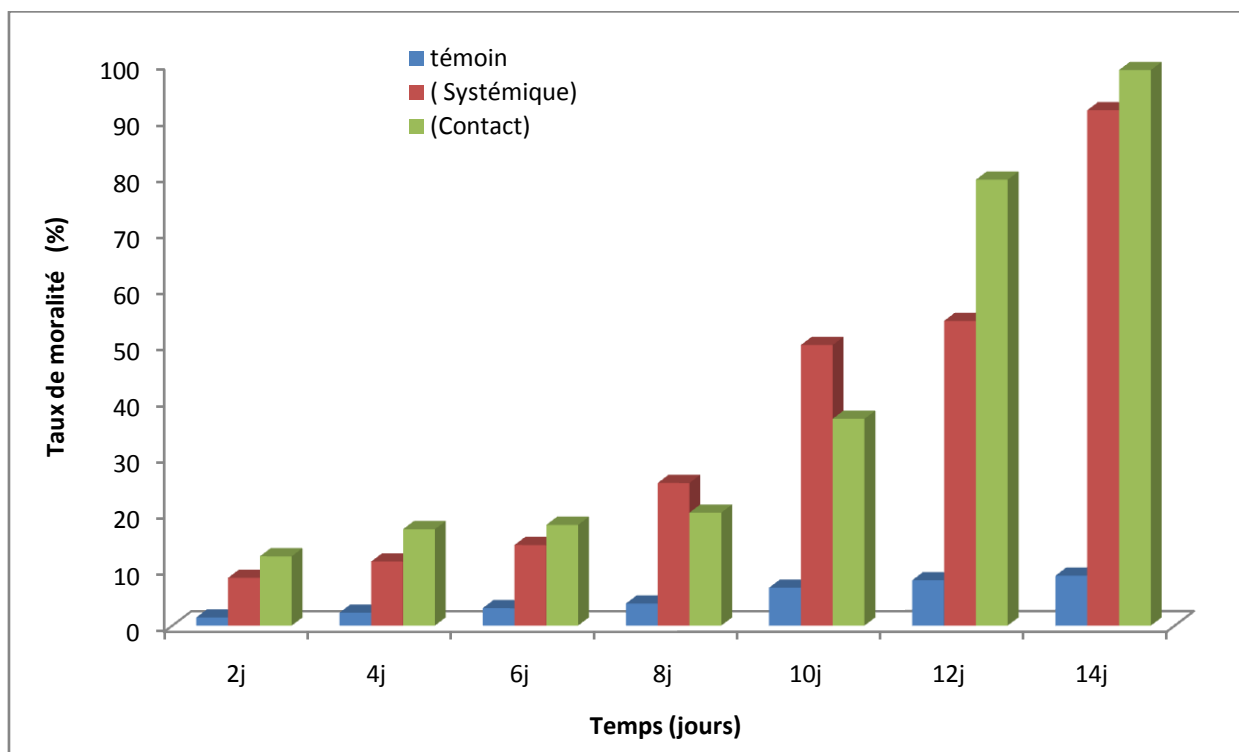


Figure 35: Mortalité des individus d'*A. fabae* traités avec l'extrait de céleri par voies de contact et systémique en fonction du temps

D'après les résultats du traitement à base d'extrait de céleri, il apparaît que le taux de mortalité des populations d'*A. fabae* augmente proportionnellement avec le temps. Du 2^{ème} au 6^{ème} jour, le nombre d'individus morts par voie de contact augmente jusqu'à atteindre un taux de 17,91%. Du 8^{ème} au 10^{ème} jour, par contre, le taux de mortalité le plus élevé (49,92%) est enregistré pour la voie systémique. Au 14^{ème} jour, ces taux sont de 98,87 % par voie contact, et de 91,70% par voie systémique (Fig.35)

L'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de 5% fait ressortir des différences très hautement significatives pour le facteur dose ($P= 0.00005$) et pour le facteur durée d'exposition ($P=0,001$). Concernant le mode de traitement, l'analyse de la variance a révélé des différences non significatives ($P=0,503$). Seul l'interaction entre le facteur dose et le facteur durée d'exposition montre des différences hautement significatives ($P=0,002$) (Annexe, Tableau 4).

La comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls au seuil de 5% distingue deux groupes homogènes A et B pour le facteur dose (Annexe, Tableau 5) et 5 groupes homogènes pour le facteur durée d'exposition A, B, C, D et E (Annexe, Tableau 6).

1.1.3. Extrait de coriandre

Les résultats obtenus après traitement avec l'extrait de coriandre par voies de contact et systémique sur la population d'*A. fabae* en fonction du temps sont illustrés dans la figure 36.

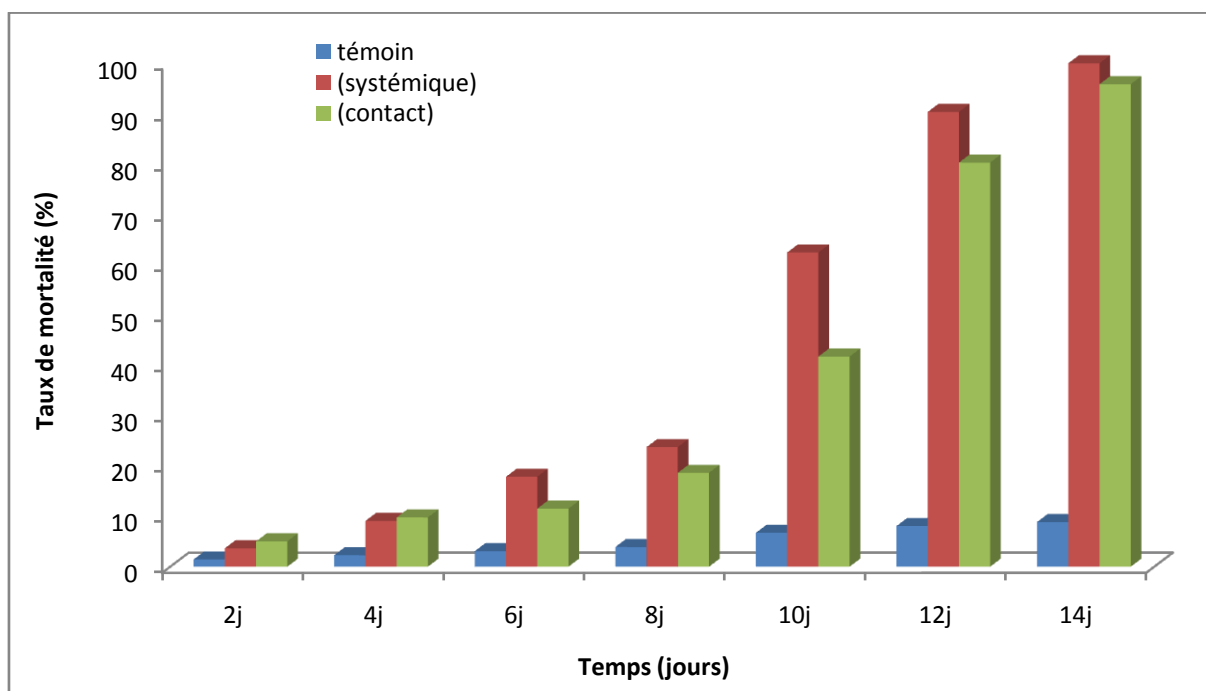


Figure36: Mortalité des individus d'*A. fabae* traités avec l'extrait de coriandre par voies de contact et systémique en fonction du temps

Les résultats obtenus et illustrés dans la figure ci-dessus ont permis de constater que chez les populations d'*A. fabae* traitées à l'extrait de coriandre, le taux de mortalité s'accroît avec le temps. Nous constatons que durant les deux premiers jours, le taux de mortalité le plus élevé est enregistré pour le traitement par voie de contact. A partir du 6^{ème} jour, la mortalité la plus élevée est notée pour le traitement par voie systémique. Celle-ci augmente jusqu'à atteindre 100% de mortalité au 14^{ème} jour. Par voie de contact, ce taux atteint 95.84 % au 14^{ème} jour.

L'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de 5% fait ressortir des différences très hautement significatives pour le facteur dose ($P=0.00001$) et pour le facteur durée d'exposition ($P=0,00005$). Concernant le mode de traitement, l'analyse de la variance a révélé des différences non significatives ($P=0,06$). Seul l'interaction entre le facteur dose et le facteur durée d'exposition montre des différences très hautement significatives ($P=0,00008$) (Annexe, Tableau7).

La comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls au seuil de 5% distingue deux groupes homogènes A et B pour le facteur dose (Annexe, Tableau 8) et 5 groupes homogènes pour le facteur durée d'exposition A, B,C, D et E (Annexe, Tableau9).

1.1.4. Extrait de fenouil

Les résultats obtenus après traitement avec l'extrait de fenouil par voies de contact et systémique sur la population d'*A. fabae* en fonction du temps sont illustrés dans la figure 36.

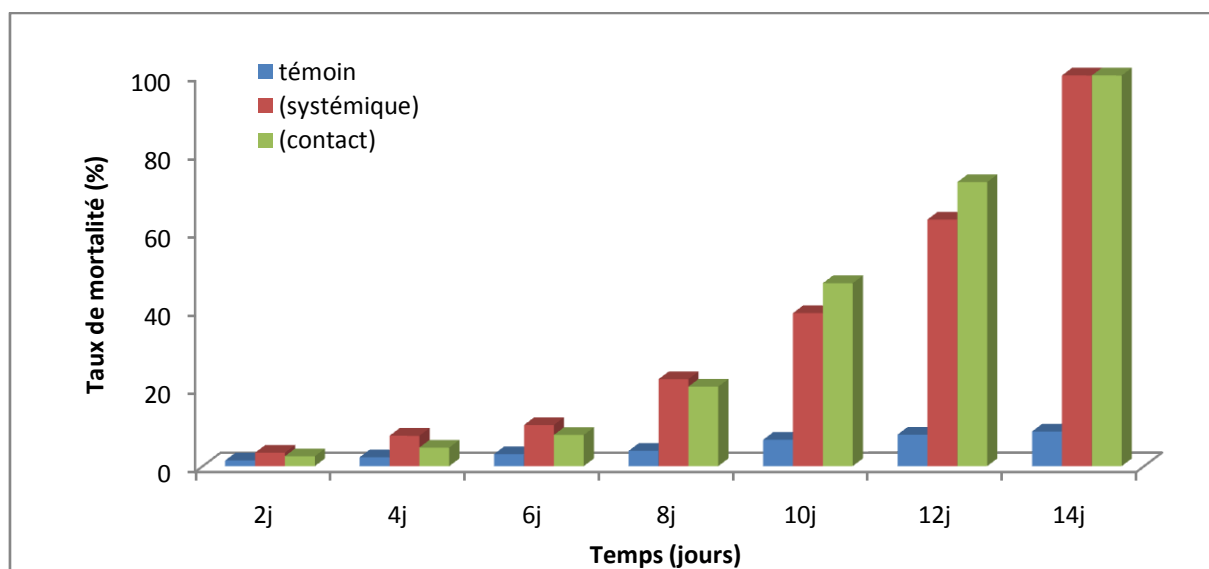


Figure 37: Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de fenouil par voie de contact et systémique en fonction de temps

D'après les résultats du traitement à base d'extrait de fenouil, il apparaît que le taux de mortalité des populations de pucerons augmente avec le temps. Durant les premiers jours suivant l'application du traitement, les résultats montrent une meilleure efficacité du traitement par voie systémique (22.24 %). A partir du 10^{ème} jour, c'est le traitement par voie de contact qui semble être plus efficace. Au bout du 14^{ème} jour, une mortalité totale (100 %) est enregistrée pour les deux modes d'application.

L'analyse de la variance à trois critères de classification au seuil de 5% fait ressortir des différences très hautement significatives pour le facteur dose ($P=0$) et pour le facteur durée d'exposition ($P=0,00002$). Concernant le mode de traitement, l'analyse de la variance a révélé des différences non significatives ($P=0,54$). Seul l'interaction entre le facteur dose et le facteur durée d'exposition montre des différences très hautement significatives ($P=0,00003$) (Annexe, Tableau 10).

La comparaison des moyennes par le test de Newman et Keuls au seuil de 5% distingue deux groupes homogènes : A et B pour le facteur dose (Annexe, Tableau 11) et 5 groupes homogènes pour le facteur durée d'exposition (Annexe, Tableau 12).

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

La différence entre l'efficacité des quatre extraits à savoir : le persil, la coriandre, le fenouil et le céleri appliqués par voies de contact et systémique sur les populations aphidiennes est illustrée dans la figure 38.

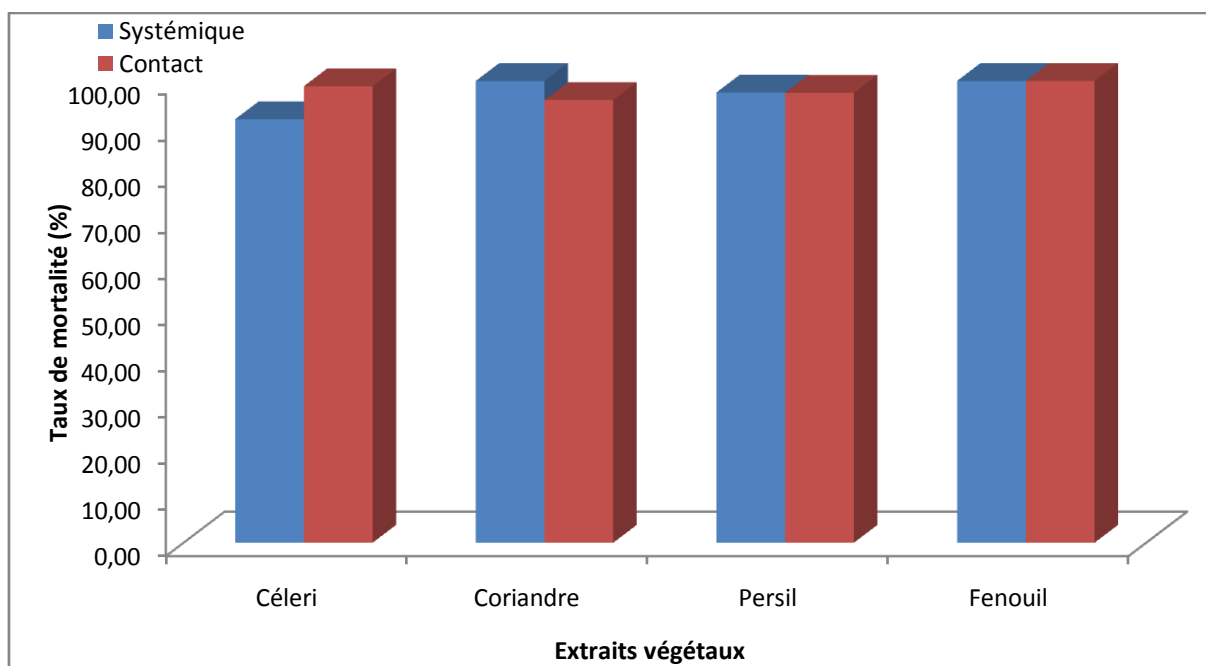


Figure38 : Variation du taux de mortalité selon les extraits (persil, céleri, fenouil et coriandre) appliqués par deux voies (contact, systémique) sur les populations d'*Aphis fabae*

L'efficacité du traitement par les extraits végétaux sur les populations d'*A. fabae* au bout du 14^{ème} jour par voie systémique montre que les extraits de fenouil et de coriandre manifestent une activité biocide très importante où les taux de mortalité atteignent les 100%, suivie par le persil avec un taux de 97,5%. L'extrait le moins toxique est celui du céleri avec un taux de mortalité de 91,7%. Le traitement par voie de contact révèle que le fenouil a une activité biocide très importante avec un taux de mortalité de 100%, ainsi que l'extrait à base de céleri où le taux de mortalité enregistré est de 98,85%. Les extraits de persil et de coriandre provoquent une mortalité de 97,42% et 95,84% respectivement (Fig.38).

L'analyse de la variance révèle qu'il y a une différence significative entre les quatre extraits avec la probabilité de $P = 0,02$ ($P 0.01 < P < 0,05$) (Annexe, Tableau 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 de persil, de céleri et de fenouil comme étant les plus efficaces suivis par l'extrait de coriandre (Annexe, Tableau 14).

1.3. Résultats phytochimique des extraits végétaux

1.3.1. Étude qualitative

La mise en évidence des différentes classes des métabolites secondaires constituant la poudre des feuilles des quatre plantes (céleri, fenouil, persil, coriandre) a été faite selon la

méthode standard du screening phytochimique. Nous affirmons la présence ou l'absence des métabolites secondaires dans la dite poudre soit par l'intensité du précipité formé ou par la coloration.

Ces métabolites sont présentés ainsi :

- 1) (+) : présence en faible quantité.
- 2) (++) : présence en quantité moyenne
- 3) (+++) : présence en grande quantité
- 4) (-) absence des composés

Les résultats des tests phytochimiques obtenus pour chaque plante sont indiqués dans les tableaux 4, 5, 6, et 7.

Tableau4 : Résultats des tests phytochimiques pour le persil

Métabolites secondaires	Observation	Résultat
Anthocyanes	Absence de couleur rouge	-
Tanins	Coloration bleue noire	+
Tanins galliques	Absence de coloration bleue foncée	-
Tanins catéchiques	Absence de coloration rouge	-
Flavonoïdes	Absence de coloration rouge orangée	-
Saponosides	Présence de mousse	+++
Glucosides	Coloration rouge brique	+
Quinones libres	Absence de couleur rouge	-
mucilages	Absence de précipité floconneux	-
caroténoïdes	Absence de coloration vert-bleu	-
Irroïdes	Absence de coloration bleue	-
Protéines	Absence de coloration violette avec une teinte rougeâtre	-
Sucres réducteurs	Absence d'un précipité rouge brique	-

Nous constatons d'après le tableau 4, l'absence des anthocyanes, des tannins galliques, des tannins catéchiques, des flavonoïdes, des mucilages, des alcaloïdes, des glucosides, des caroténoïdes, des quinones libres, des irroïdes, des protéines et des sucres réducteurs au niveau de notre échantillon.

En ce qui concerne les tannins, les saponosides, et les glucosides leur présence est confirmée.

Tableau 5 : Résultats des tests phytochimiques pour le céleri

Métabolites secondaires	Observation	Résultat
Anthocyanes	Absence de couleur rouge	-
Tanins	Absence de coloration bleue noire	+
Tanins galliques	Absence de coloration bleue foncée	-
Tanins catéchiques	Absence de coloration rouge	-
Flavonoïdes	Absence de coloration rouge orangée	-
Saponosides	Présence de mousse	++
Glucosides	Coloration rouge brique	+++
Quinones libres	Absence de couleur rouge	-
mucilages	Présence de précipité floconneux	++
Caroténoïdes	Absence de Coloration vert-bleu	-
Irroïdes	Absence de coloration bleue	-
Protéines	Absence Coloration violette avec une teinte rougeâtre	-
Sucres réducteurs	Absence d'un précipité rouge brique.	-

Nous constatons d'après le tableau 5, l'absence des anthocyanes, des tannins galliques, des tannins catéchiques, des flavonoïdes, des caroténoïdes, des quinones libres, des irroïdes, des protéines et des sucres réducteurs au niveau de notre échantillon.

En ce qui concerne les tannins, les saponosides, les glucosides et les mucilages, leur présence est confirmée.

Tableau6: Résultats des tests phytochimiques pour la coriandre.

Métabolites secondaires	Observation	Résultat
Anthocyanes	Présence de couleur rouge	++
Tanins	Présence Coloration bleue noire	+++
Tanins galliques	Présence de coloration bleue foncée	++
Tanins catéchiques	Présence de coloration rouge	+
Flavonoïdes	Présence de coloration rouge orangée	+++
Saponosides	Présence de mousse	+
Glucosides	Coloration rouge brique	++
Quinones libres	Présence de couleur rouge	+
mucilages	Absence de précipité floconneux	-
Caroténoïdes	Présence de Coloration vert-bleu	+
Irroïdes	Absence de coloration bleue	-
Protéines	Absence Coloration violette avec une teinte rougeâtre	-
Sucres réducteurs	Absence d'un précipité rouge brique	-

Nous constatons d'après le tableau 6, l'absence de mucilage, d'irroïde, de protéines et de sucres réducteurs au niveau de notre échantillon.

En ce qui concerne l'anthocyane, les tannins, les tannins galliques, les tannins catéchiques, les flavonoïdes, les saponosides, les glucosides, les caroténoïdes, les quinones libres, leur présence est confirmée.

Tableau7: Résultats des tests phytochimiques pour le fenouil.

Métabolites secondaires	Observation	Résultat
Anthocyanes	Présence de couleur rouge	++
Tanins	Présence de coloration bleue noire	+++
Tanins galliques	Présence de coloration bleue foncée	+
Tanins catéchiques	présence de coloration rouge	+
Flavonoïdes	Présence de coloration rouge orangée	+++
Saponosides	Absence de mousse	-
Glucosides	Coloration rouge brique	++
Quinones libres	Présence de couleur rouge	++
Mucilages	Présence de précipité floconneux	+
Caroténoïdes	Absence de coloration vert- bleu	-
Irroïdes	Absence de coloration bleue	-
Protéines	Absence de coloration violette avec une teinte rougeâtre	-
Sucres réducteurs	Absence d'un précipité rouge brique	-

Nous constatons d'après le tableau 7, l'absence des saponosides, des carotenoides, de l'irroïde, des proteines et des sucres réducteurs au niveau de notre échantillon.

En ce qui concerne l'anthocyane, les tannins, les tannins galliques, les tannins catéchiques, les flavonoïdes, les glucosides, les quinones libres et les mucilages, leur présence est confirmée.

1.3.1.2. Détermination du rendement

Pour chaque extrait, nous avons calculé le rendement de l'extraction. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 39.

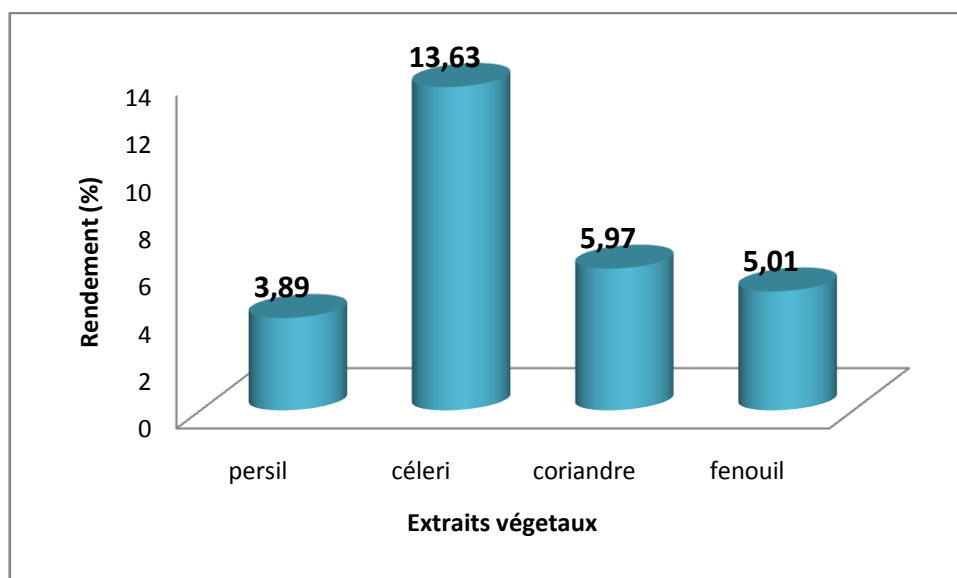


Figure 39: Rendements phénoliques(%) des extraits

Les résultats obtenus montrent que parmi les différents extraits, l'extrait de céleri représente le rendement le plus élevé (13.63%), suivi par la coriandre (5.97%), le fenouil (5.01%), puis le persil (3.89%).

1.3.2. Etude quantitative

2.2.1. Dosage des composés phénoliques totaux

Les dosages effectués sur les extraits des quatre plantes : persil, céleri, fenouil et coriandre ont pour objectif la détermination des teneurs en polyphénols totaux (s).

La teneur en phénols totaux est estimée par la méthode de Folin-Ciocalteu pour chaque extrait à partir d'une gamme étalon établie avec différentes concentrations d'acide gallique (l'équation standard de courbe : $y = 0,005x + 0,091$; $R_2 = 0,995$) (Fig. 40). En plus de sa sensibilité cette méthode de dosage représente une productibilité puisque l'absorbance est étroitement corrélée à la concentration de l'acide gallique utilisé dans la gamme d'étalon, $R_2 = 0,995$ (y).

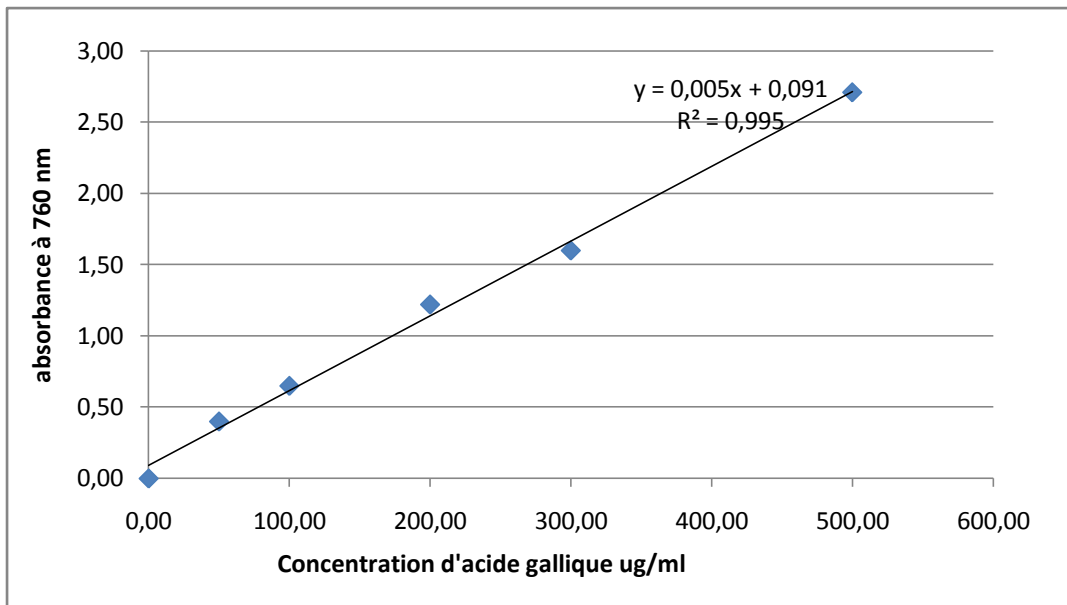


Figure 40: Droite d'étalonnage de l'Acide Gallique

Les résultats obtenus sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique par ml de l'extrait (mg EAG/ml EXS) (fig.41).

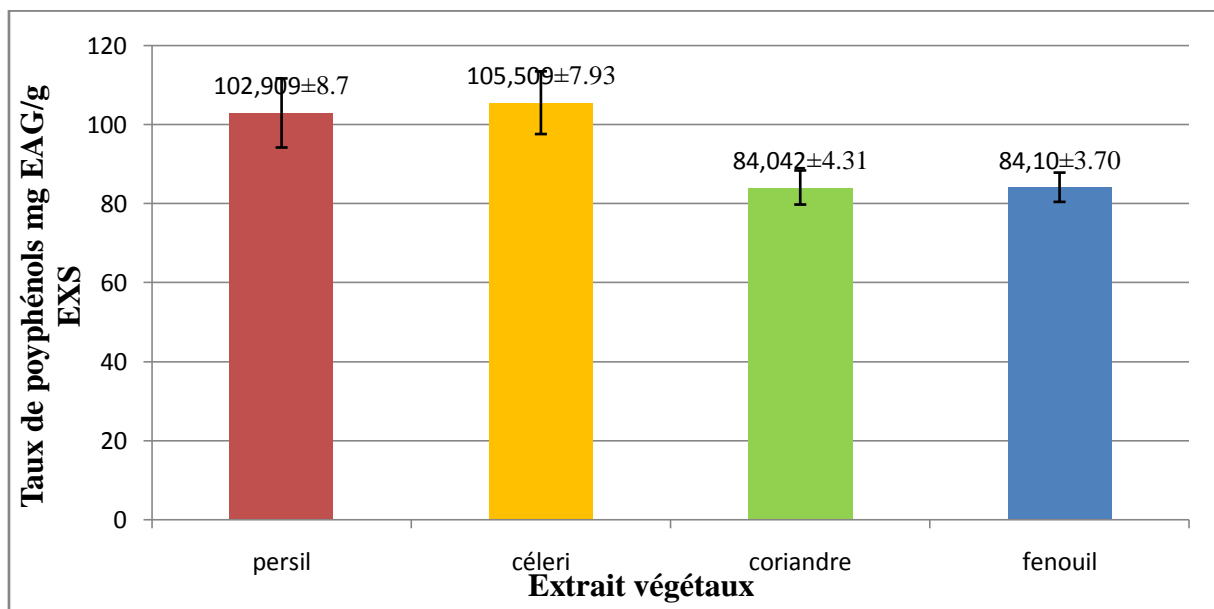


Figure 41: Teneurs en polyphénols totaux dans les quatre extraits de plantes équivalent d'acide gallique.

D'après les résultats, nous constatons que tous les extraits des plantes étudiées sont riches en polyphénols mais avec des quantités différentes.

La figure 41 montre que l'extrait de céleri possède la plus haute teneur en polyphénols ($105,509 \pm 7,93$ mg EAG/g EXS), suivi par l'extrait de persil ($102,909 \pm 8,74$ mg EAG/g EXS) puis l'extrait de coriandre ($84,402 \pm 4,31$ mg EAG/g EXS) et enfin l'extrait de fenouil ($84,10 \pm 3,70$ mg EAG/g EXS).

2. Discussion

Les plantes sont capables de produire des substances naturelles très variées. En effet, en plus des métabolites primaires classiques (glucides, protéines, lipides, acides nucléiques), elles synthétisent et accumulent perpétuellement des métabolites secondaires dont la fonction physiologique n'est pas toujours évidente mais qui représente une source immense de molécules exploitables par l'homme dans des domaines aussi distincts que la pharmacologie, l'agroalimentaire ou encore en agriculture dans le cadre de la phytoprotection (Arthur, 1996 ; Auger et Thibout, 2002).

Les extraits aqueux de persil, de céleri, de coriandre et de fenouil utilisés dans notre étude expérimentale semblent avoir tous un effet biocide sur les populations d'*A. fabae*. En effet, l'évaluation de la mortalité de la population traitée aussi bien par voie de contact que par voie systémique montre que celle-ci augmente proportionnellement avec temps. Pour les quatre plantes, le taux de mortalité le plus faible est enregistré au 2^{ème} jour et l'action toxique contre les pucerons se révèle très importante au 14^{ème} jour. Le facteur temps joue donc un rôle important dans l'efficacité du traitement. Plus la période post- traitement est longue, plus l'action biocide des solutions est grande aussi bien par voie de contact que systémique.

Ces résultats concordent avec ceux 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 % 48 h après le traitement, de 92.38 % après 72h et une mortalité totale après une semaine. De même, Saidj et Rahmoune (2010) signalent que les populations d'*A. fabae* traitées aux extraits d'ortie et de fougère diminuent lorsque la période après traitement est longue et 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 % et pour l'extrait de fougère) est nettement plus faible que celui observé 6 jours après (89.5 % pour l'extrait d'ortie et de 97 % pour l'extrait de fougère).

Ces résultats vont également dans le même sens que ceux de Bitouche (2015) qui affirme que le taux de mortalité du puceron noir de la fève 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. De même,

Arab et Feddi (2018) montrent que le taux de mortalité d'*A. fabae* traité aux extraits d'origan, de thym, de romarin et de lavande augmente au fil du temps. Ainsi, la mortalité la plus importante est notée 12 jours après le traitement. Nos résultats sont aussi similaires à ceux de Bekhti et Belkacem (2013) qui montrent que le nombre moyenne de puceron morts passe de 187.8 individus (3 jours post traitement) à 252.6 individus morts (6 jours post traitement) pour l'extrait d'ail. Il passe de 151.6 individus morts(3 jours post traitement)à 166.9 pucerons morts(6 jours poste traitement)pour l'extrait de lavande et de 15.2 pucerons morts (3 jours post traitement) à 112.6 puceron morts (6 jours post traitements) pour l'extrait de menthe poivrée.

Les résultats de la présente étude, présentent des variations du taux de mortalité selon la nature de l'extrait. Les extraits de fenouil (par voie contact et systémique) et de coriandre (système) semblent être les plus toxiques. 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*.

Arab et Feddi (2018) signalent que les taux de mortalité des populations d'*A. fabae*, après l'application des biocides à base de quatre extraits végétaux (l'origan, le thym, le romarin et la lavande) dépendent de la nature des extraits testés, avec une efficacité marquée pour l'extrait d'origan et de thym.

La différence de l'effet biocide des traitements à base de plantes sur le ravageur pourrait s'expliquer par la composition chimique des extraits, des conditions d'applications, de la méthode d'extraction, du traitement lui-même, mais aussi du stade de développement du ravageur. Les résultats obtenus montrent un effet significatif de l'extrait à induire des mortalités massives sur les individus d'*A.fabae*. Cet effet toxique pourrait dépendre de la composition chimique des extraits testés et du niveau de sensibilité des insectes (Ndomo et al., 2009 in Abedjalil et Abboudi). La présence des polyphénols dans les extraits végétaux permet de justifier l'activité observée (Kuete et al., 2006 in Anonyme,2008).

Chiasson et Beloin (2007) signalent que 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.

Les tests de la composition chimique réalisée sur la poudre de persil révèlent la présence des saponosides en grande quantité et des tanins totaux en quantité négligeable. Les mêmes résultats ont été obtenus par Lahiani et Raad (2015 in Baba-Aissa et Aadaoui, 2016).

Par contre nous remarquons l'absence des tanins catéchiques, des tanins galliques, des anthocyanes, des sucres réducteurs, des protéines, des quinones libres, des irroïdes, des mucilages, des glucosides et des flavonoïdes. En comparant nos résultats au screening de Lahiani et Raad (2015 *in* Baba-Aïssa et Aadaoui, 2016) effectué sur la même poudre, nous remarquons l'absence de 2 molécules actives (les tanins galliques et les mucilages). En ce qui concerne les flavonoïdes, Kohen et Nyska, 2002 à confirmé leur présence dans de persil.

Le test de caractérisation phytochimique effectué sur la poudre de fenouil, révèle la présence de 7 métabolites (tanins catéchiques, anthocyanes, glucosides, tanins galliques, tanins totaux, mucilages et les quinones libres). Lahiani et Raad (2015 *in* Baba-Aïssa et Aadaoui, 2016) ont rapporté la présence de tanins gallique, tanins catéchiques, et anthocyanes, ce qui confirme nos résultats. Pour les flavonoïdes, les caroténoïdes, les saponosides, les irroïdes, les protéines et sucre réducteurs ils sont absent dans notre screening. Le screening de Baba Aïssa et Aadaoui (2016) a montré l'absence de tanins catéchiques, mucilages, anthocyanes et glucosides. Les travaux de Kissoum et khelfaoui (2015) ont révélé la présence des flavonoïdes avec une quantité moyenne dans les feuilles de fenouil.

Les résultats de l'analyse phytochimique de la coriandre a permis d'identifier les composantes suivantes : anthocyanes, tanins catéchique, tanins totaux, les glucosides, les flavonoïdes, les saponosides les quinones libres et les caroténoïdes. La présence des flavonoïdes est confirmé par Ramdan et Morsel (2008 *in* Anonyme, 2008) qui notent que la feuille de la coriandre est riche en flavonoïde tel que le 3-O-glucoside de quercétol et de kaempférol. Les travaux de Lahiani et Raad (2015) *in* Baba-Aïssa et Aadaoui., (2016) sont en accord avec nos résultats mais, nous remarquons l'absence des alcaloïdes, mucilages et amidon. La présence des glucosides, flavonoïde et mucilage a également été démontré sur la poudre de cette plante (Anonyme, 2008).

D'après les résultats du screening phytochimique du céleri, nous constatons une présence remarquable de 4 composés phénoliques (tanins totaux, glucoside, mucilage et saponoside). Ceci est confirmé aussi par Lahiani et Raad (2015 *in* Baba-Aïssa et Aadaoui, 2016). Selon Sultana et *al.* (2005 *in* Anonyme, 2008) des quantités importantes de flavonoïdes sont retrouvées dans la poudre de céleri.

L'extraction n'est qu'une étape de transformation de la matière première végétale en un extrait. Toutes les étapes qui précèdent ou suivent l'extraction doivent être maîtrisées avec précision pour un produit final de qualité optimale (Ait Taadaouit et *al.*, 2011). Les extraits

phénoliques des plantes sont des mélanges de différentes classes de composés phénoliques qui sont solubles dans le solvant employé, néanmoins la solubilité des composés phénoliques est gouvernée par le type de solvant utilisé (polarité) (Conde et *al.*, 2003). C'est la nature du solvant qui conditionne l'impact physiologique de l'extrait ; ainsi que le choix de la méthode, en égard à la nature des constituants actifs dont on souhaite la présence dans les produits finis (Cond et *al.*, 2003).

Le méthanol comme solvant d'extraction a été utilisé dans notre extraction, il permet la solubilisation de la plupart de molécules pharmacologiquement actives et parmi les solvants qui donne les meilleurs rendements d'extraction à cause de sa polarité (Ait Taadaouit et *al.*, 2011).

Le contenu en composés phénoliques diffère d'une plante à une autre selon le genre, la famille, l'espèce, et même la sous espèce. Egalement la qualité de ces composés affecte autant l'activité antioxydante comme la présence des acides phénoliques ou les flavonoïdes ou les tannins (Caiet *al.*, 2005 in Anonyme, 2008).

La macération des poudres des 4 plantes a fourni 4 extraits végétaux de couleur verte. Le *F. vulgare* a un rendement de 5.01%. Anwar et *al.* (2009), au Pakistan, ont obtenu un rendement de 2,81% à partir des graines de fenouil qui ont été rassemblées des plantes cultivées pendant mai- juin 2006 du jardin botanique. Les travaux réalisés par Diao (2014) sur les graines de fenouil obtenus comme produit commercial au mois d'octobre, ont révélé un rendement de 1.74 %. De même, Hamdy Roby et *al.* (2013) sont parvenu à extraire 1.95 % de polyphénols à partir des graines de la même espèce. Merad et Terki (2014), suite à une macération de la partie aérienne de *F. vulgare*, ont obtenu un extrait méthanoïque avec un rendement de 0.43%.

D'après résultats de la présente étude, il s'avère que le rendement obtenu à partir de la partie aérienne du fenouil dans la région de Hammadi (Boumerdès, Algérie) est nettement supérieur que celui obtenu par les différents auteurs à partir de la même espèce. Cette différence pourrait s'expliquer d'une part, par la période de récolte de la plante. En effet, dans cette étude, la plante a été récoltée aux mois de mars-avril au stade végétatif, contrairement à Anwar et *al.*, (2009), qui ont utilisé la plante récoltée au mois de mai. D'autre part, la partie de la plante utilisée semble être également un facteur influençant le rendement. Lors de notre étude, nous avons utilisées les feuilles, contrairement à Hamdy Roby et *al.* (2013), qui ont utilisé les graines.

La nature du solvant pourrait également être un facteur important dans l'extraction. Kissoum et khelfaoui (2015) affirment qu'après une étude faite sur l'huile essentiel du fenouil, l'extraction avec l'éther de pétrole a donné un rendement de 1%, avec la chloroforme 6.2%, l'acétate d'éthyle 6%, et avec l'extrait butanolique un rendement de 9 %. Ouis (2015), suite à une extraction faite sur les graines de fenouil avec le méthanol a révélé un rendement de 1% qui est inférieur à nos résultats et à ceux de Kissoum et khelfaoui (2015).

Le séchage apparait comme une étape essentielle, et un élément primordial. Les techniques de dessiccation sont diverses, le choix de cette dernière dépend essentiellement de la partie de la plante utilisée. Dans le cas des feuilles, la température choisie est généralement au environ de 40⁰C, loin de la lumière vive pour éviter toute modification de leur aspect et de leur activité car la composition peut varier selon les conditions de dessiccation. Enfin les températures élevées peuvent engendrées la dégradation des substances thermolabiles, comme les polyphénols, les anthocyanes, et les vitamines (Boubaker et *al.*, 2004 in Anonyme., 2008).

Le rendement d'extraction du céleri, a révélé un rendement moins important en polyphénols qui est de 13.63. Azdiaet Tayeb (2016) ont obtenu un rendement de 10.14% suite à une étude sur les feuilles d'*A. graveolens*. Ce résultat se rapproche de celui trouvé dans la présente étude Dans une autre étude, le rendement d'extraction d'*A. graveolens* est de 31.5% (Anonyme , 2008). Cette différence pourrait être due à la différence de la période de récolte et la méthode d'extraction.

Le rendement d'extraction du persil est de 3.89%. D'après les résultats de Hinneburg et *al.* (2006 in Anonyme, 2008), le rendement d'extraction de *P. sativum* est de 30%. Par contre, Ouis (2015) a obtenu un rendement de 0.61% lors d'une étude effectuée sur les graines de persil. Cette valeur est très faible comparée aux autres travaux. Ceci pourrait être dû à la partie de la plante utilisée, la méthode d'extraction, au séchage des plantes et à d'autres facteurs.

Le rendement d'extraction de la coriandre est de 5.97%. Dans une étude sur les propriétés biologiques des extraits polyphénoliques de cinq plantes médicinales, le rendement d'extraction de *C. sativum* calculée est de 35%. (Anonyme, 2008). Ce taux est nettement supérieur de celui obtenu dans notre étude.

Les teneurs des polyphénols totaux déterminées ne sont pas des mesures absolues des quantités des phénols du matériel de départ, elles sont en fait, basées sur la capacité réductrice relative à une capacité réductrice équivalente à l'acide gallique (EAG).

Les valeurs obtenus par la méthode colorimétrique fournies des informations directes sur la quantité des groupes phénoliques antioxydants de l'extrait, qui dépend essentiellement du nombre des groupes hydroxyles de ce dernier (Balasunderam et al., 2006).

Le profil polyphénolique des extraits de plantes peut varier sous l'influence de divers facteurs parmi lesquels la variété, le climat, la localisation géographique (Ryan et al., 1999) les différentes maladies qui peuvent affecter la plante, la maturité de la plante (Conde et al., 2009), la température et le solvant d'extraction (Sousa et al., 2008).

Les teneurs les plus importantes de polyphénols totaux sont retrouvées dans l'extrait de céleri ($105,509 \pm 7,93$ mg EAG/g EXS), suivi par l'extrait de persil ($102,909 \pm 8,74$ mg EAG/g EXS) puis l'extrait de coriandre ($84,402 \pm 4,31$ mg EAG/g EXS) et enfin l'extrait de fenouil ($84,10 \pm 3,70$ mg EAG/g EXS).

Pour *P. sativum* et *C. sativum*, les teneurs en composés phénoliques obtenues par Wong et al. (2006) sont respectivement de $152 \pm 9,6$ mg acide caféique /100 g de poids frais et $110 \pm 9,96$ mg acide caféique /100 g de poids frais des feuilles de plante après extraction au méthanol 70%. L'étude réalisée par Shyamala et al. (2005), sur l'espèce *C. sativum* indique des teneurs de 22 mg EAT/g de matière sèche, qui est une teneur plus faible que celle retrouvée dans la présente étude. Hinneburg et al. (2006 in Anonyme, 2008) ont rapporté des teneurs en composés phénoliques de *P. sativum* de 29,2 mg EAG /g. Cette valeur est inférieure à celle retrouvée dans notre étude.

Alves-Silva et al., (2013) ont révélé dans une étude que la coriandre et le céleri présentent des teneurs de $52,3 \pm 19$ (mg EAG/L HE) et $225, \pm 15,3$ (mg EAG/L HE) respectivement. Dans une autre étude, il a été rapporté des teneurs chez *P. sativum* de 169,87 mg EAG/g de MS et de 165,78 mg EAG/g de MS chez *A. graveolens* et la teneur la plus faible a été observée chez *C. sativum* (70,48 mg EAG/g de MS) (Anonyme, 2008). Ces résultats se rapprochent de ceux trouvés dans la présente étude pour la coriandre.

Le dosage des polyphénols de l'extrait de fenouil a révélé un taux de 84,10 %. Cette valeur est supérieure à celle obtenue par Merad et Terki (2014) qui ont constaté que la teneur en polyphénols dans la plante séchée est de 34,96 mg EAG/L HE. Par contre Viuda-Martos et al. (2011) qui ont réalisé un dosage des composés phénoliques dans l'extrait de fenouil, leur étude a révélé un taux de $146,51 \pm 5,61$ mg EAG/L HE.

Conclusion

Conclusion Générale

Ces dernières années, il y a eu un intérêt croissant pour l'utilisation des insecticides naturels. De nombreux chercheurs ont été intéressés par les composés biologiquement actifs isolés des extraits de plantes. Ce travail a pour objectif d'évaluer l'activité toxique de l'extrait des feuilles de persil, de coriandre, de fenouil et de céleri sur les populations d'*Aphis fabae*. Des résultats obtenus, il ressort que :

L'insecte étudié a présenté une sensibilité importante vis-à-vis des extraits végétaux testés. En effet, les quatre plantes ont manifesté une activité insecticide à l'égard du puceron *A. fabae*.

L'efficacité des extraits appliqués augmente proportionnellement avec le temps d'exposition. Pour les quatre extraits testés, les taux de mortalités enregistrés le 14^{ème} jour post-traitement sont beaucoup plus élevés que ceux enregistrés le 2^{ème} jour post-traitement.

Les extraits de fenouil et de coriandre semblent être les plus efficaces.

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

Les résultats de l'analyse du test screening phytochimique ont montré que l'extrait de fenouil renferme différentes classes de composés phénoliques en grande quantité par rapport au persil, au céleri et à la coriandre.

Toutes les plantes étudiées possèdent des teneurs importantes en polyphénols totaux qui varient entre 84.042 EAG/g EXS (*Coriandrum sativum*) à 105.50mg EAG/g EXS (*Apium graveolens*).

Le rendement en polyphénols le plus important a été obtenu avec l'extrait de céleri, il est de 13.63%.

L'ensemble de ces résultats ne constitue qu'une première étape dans la recherche des substances de source naturelle biologiquement actives. Il serait judicieux de faire des investigations pour déterminer le mode d'action de ces extraits et d'identifier avec précision les molécules responsables de cette activité insecticide

Références bibliographiques

A

Abdeljalil H. et Abboudi A., 2015. Effet insecticide des extraits de *Salvia officinalis* (la sauge) sur le puceron noir de la fève. Mémoire de Master en Sciences agronomique. Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem. 34p.

Abdelkader. F et Ouadah A., 2016. Etude de l'activité insecticide des extraits hydroalcoliques de *Ricinus communis* L. et *Sapinduss aponaria* L. sur le puceron noire de fève « *Aphisfabae* » Mémoire de Master en Biologie. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem. 60p.

Anonyme, 2006. Les pucerons : Protection Biologique Intégrée (PBI) en cultures ornementales. Projet réalisé avec le soutien du FEDER dans le cadre du programme Intégré III, France. 217p.

Anonyme, 2008. Étude de quelques propriétés biologiques des extraits polyphénoliques de cinq plantes médicinales. Mémoire de Magister. Université Abderrahmane Mira de Bejaia. 3p.

Anonyme. 2017. Food and agricultural commodities production. Food and agriculture organization. Rome.

Anonyme, 2018. Superficie et production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Direction des Services Agricole de wilaya de Tizi-Ouzou. 1p.

Anwar F., Ali M., Hussain A.I., et Shahid M., 2009. Antioxydant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds from Pakistan. Flavour Fragr. J. 24: 170–176.

Aouar-Sadli M., 2009. Systématique, éco-éthologie des abeilles (Hymenoptera : Apoidea) et leurs relations avec la culture de fève (*Vicia faba* L.) sur champ dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat. Université de Tizi-Ouzou. 268p.

Arab H. et Feddi I., 2018. Etude de l'effet biocide de quatre extraits végétaux : l'origan (*Origanum vulgare*), le thym (*Thymus numidicus*), le romarin (*Rosmarinus officinalis*) et la lavande (*Lavandula stoechas*) à l'égard du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera : Aphididae). Mémoire de Master en sciences biologiques Université de Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou. 57p.

Autrique A. et Ntahimpera X., 1994.Atlas des principales espèces de pucerons rencontrés en Afrique sud saharienne. Ed. A.G.C.D. Bruxelles. 78p.

Azdia H. et Tayeb N., 2016. Contribution à l'étude de l'effet de céleri (*Apium graveolens* L.) sur les bactéries responsables des infections urinaires.Mémoire de Master. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. 51p.

B

Baba-Aissa A. et Badou S., 2016. Etude de l'activité biologique de quelques composés phénoliques, de deux plantes de la famille des ombellifères à l'égard de *Galleriame llonella*. Mémoire Master en Biologie. Université M'Hamed Bougara, Boumerdès.77p.

Bahria N. et Rehia F., 2018.Contribution à l'étude de l'activité biocide des huiles essentielles de deux plantes aromatiques de la famille des Apiaceae (*Foeniculum vulgare* et *Carum carvi*) vis-à-vis du puceron farineux de pêcher (*Hyalopterus amygdali*) inféodé aux arbres fruitiers. Mémoire de Master en Biologie .Université Djillali Bounaama,Khemis Miliana.90p.

Balachowsky A. et Mesnil L., 1934. Les insectes nuisibles aux plantes cultivées, leurs mœurs, leur distributions. Ed.Busson.T.L., 1137p.

Balasundram N., Sundram K. et Samman S., 2006. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-product: antioxidant activity, occurrence; and potential uses. Food Chemistry,9, 191-120.

Bambara D.et Tientore J.,2008. Efficacité iopesticide de *Hyptisspicigera* L am., *Azadirachtaindica* A. Juss. Et *Euphorbia balsmifera* .sur le niébé *Vignaun guculata* L. Walp.TROPICULTURA, 26 (1):53-55.

Bekhti R. et Belkacem D., 2014. Evaluation de l'effet biopesticide de trois extraits végétaux : l'ail (*Allium sativum*), la menthe poivrée (*Mentha piperita*) et la lavande dentée (*Lavendula dentata*) vis-à-vis du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera, Aphididae). Mémoire de Master en Sciences biologiques. Université de Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou. 34p.

Benoit R., 2006. Biodiversité et lutte biologique - Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre le puceron de la salade. Certificat d'Etude Supérieures en Agriculture Biologique. ENITA C, 10: 1-25.

Benoufella-Kitous K., 2005. Les pucerons des agrumes et leurs ennemis naturels à Oued Aissi (Tizi-Ouzou). Mémoire Magister. E.N.S.A. El Harrach, Alger.280p.

Benoufella-Kitous K., 2015.Bioécologie des pucerons de différentes cultures et de leurs ennemis naturels à Oued-Aissi et Draâ Ben Khedda (Tizi-Ouzou). Thèse de Doctorat. E.N.S.A. El Harrach, Alger. 334p.

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

Bonnemaison L., 1962. Les ennemis animaux des plantes cultivées et des forêts. Partie II. Ed. Sep. Paris, 94-100

Bougoufa S. et Gendouzi N.,2018. Inventaire des maladies fongiques des plantes légumineuse : fève (*Vicia fabea* L) et pois (*Pisum sativum*). Mémoire de Master en Sciences biologiques. Université Laarbi Ben Mhidi Oum Lebwaqi.43p.

Bouzi N., 2008. Principales Maladies Fongiques des Céréales et des Légumineuses .Tunisie Centre de Publication Universitaire : 90-91.

Brault V., Uzest M., Monsion B., Jacquot E. et Blanc S., 2010. Aphids as transport devices for plant viruses Les pucerons. Un moyen de transport des virus de plante. C. R. Biologies 333: 525-531.

Bugg R.L., Colfer R.G., Chaney W.E., Smith H.A. et Cannon J., 2008. Flower flies (Syrphidae) and other biological control agents for aphids in vegetable crops. ANR publication. 8285:1-25.

C

César J.S., 2008. Cultivosalternativos con potencialde usoforrajero en lacomarcagalagunera, Primera, Mexico 41p.

Chaux C. et Foury C., 1994. Production légumière : légumineuses potagères, légumes fruits, Ed. Lavoisier. Paris. 563p.

Chandrashekar K. et Srinvasa N., 2003. Residual toxicity of selected pesticides, against two spotted spider mites *Tetranychusurticae* Koch (Acari :Tetranychidae) infesting French bean. J. Ent. Res.27 (3) :197-201.

Chiasson H. et Beloin N., 2007. Les huiles essentielles, des biopesticides «Nouveau genre» Bulletin de la Société d'Entomologie du Quebec 14 (1) : 3-6.

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.102p

Conde E., Cara C., Moure A., Ruiz E., Castro E. et Dominguez H., 2009.Antioxidant activity of the phenolic compounds released by hydrothermal treatments of olive tree pruning. Food Chemistry, 114 (3) : 806-812.

Couplen A. et Marn C., 2009. Jardinez au naturel. Le jardin plus bio facile. 249p.

D

Daoui K., 2007. Recherche de stratégie d'amélioration de l'efficacité d'utilisation des phosphores chez la fève (*Vicia faba* L) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc. Thèse de doctorat, science agronomiques et ingénierie biologique. Université de Louvain,Belgique. 227p.

Debuigne G. et Couplan F., 2009. Petit Larousse des plantes médicinales. Ed. Larousse. Paris. 162p.

Dedryver C.A., Le Ralec A. et Fabre F., 2010.The conflicting relationships between aphids and men: a review of aphid damage and control strategies .C.R 333:539-553.

Didier B., 2012. Les hémérobes. Insectes. 166 : 1-6.

Dixon A.F.G., 1998.Ecologie des pucerons :une approche d'optimisation. Ed. Chapman and Hall, New York.133p.

Djerroumi A. et Nacef M., 2014.100 plantes d'Algérie. Ed. Houma, Alger. 15p.

Dogimont C., Bendahmane A., Chovelon V. et Boissot N., 2010. Host plant resistance aphids in cultivated crops genetic and molecular bases and interaction with aphid C.R 333:566-573.

Dridi, 2011: Caractérisation phéno-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): 71-94.

E

Eastop A., 1986. Survey of the world's aphids. Ed. W. Junk, The Hague, 573p.

Eaton A., 2009. Aphids. University of New Hampshire (UNH). Cooperative Extension El bouhamdi Entomology Specialist. 210p.

F

FAO. 2019. FAOSTAT. Retrieved from <http://faostat3.fao.org/>, accessed 11 Mars 2019.

Fachmann A., Kraut M., 2006. L'intérêt de la fève. Ed. Bourde. Paris. 74p.

Fournier A., 2010. Assessing winter survival of the aphid pathogenic fungus *Pandora neoaphidis* and implications for conservation biological control. Thèse Doctorat. Univ Eth Zurich. 100p.

Francis F., Colignon P. et Haubruge E., 2003. Evaluation de la présence de Syrphidae (Diptera) en cultures maraîchères et relation avec les populations aphidiennes. Parasitica. 59(3-4): 129-139.

Fraival A., 2006. Les pucerons, 1ere partie. Insectes 141 (2) : 3-8.

Fredon S., 2008. Fiche technique sur les pucerons.

G

Gepts T., 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.

Goucem-khelfane K., 2014. Etude de l'activité insecticides des huiles essentielle et des poudres de quelques plantes à l'égard de bruche du haricot *Acanthocelides obtectus* Say (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae) et comportement de ce ravageur vis-à-vis des composés volatils de différentes variétés de la plante hôte (*Phaseolus vulgaris* L.). Thèse de Doctorat. Faculté des sciences agronomiques et biologiques. Université de Tizi-Ouzou. 144p.

Guinochet M. etDevilMorin R., 1984. Flore de France. Editions, du CNR Paris. 1879p.

H

Hamdy Roby M.H., Sarhan M.A., Selim K.A.H. etKhalel K.I., 2013.Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) and chamomile (*Matricariachamomilla* L.). Industrial Crops and Products 44: 437– 445.

Harmel N., Francis F.,Haubruge E. etGiordanengoP., 2008. Physiologie des interactions entre pomme de terre et pucerons : vers une nouvelle stratégie de lutte basée sur les systèmes de défense de la plante. Cahiers Agricultures, 17 (396) : 395-398.

Hulle M., TurpeauR.,Leclant F. et Rahn M.J., 1998. Les pucerons des arbres fruitiers : cycle biologique et activité de vol. Ed. INRA, Paris. 77p.

J

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

K

Kati A. et Hardie J., 2010.Regulation of wing formation and adult development in an aphid host, *Aphisfabae*, by the parasitoid *Aphidiuscolemani*. Journal of Insect Physiology. 56:1420.

Khalidi R., Zekri S., Maatougui M.E.H. et Ben Yassine A., 2002.L'Economie des Légumineuses Alimentaires au Maghreb et dans le Monde. Proceedings du 2^{ème} séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, «Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb», Hammamet, Tunisie.

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.

Kissoum A. et khelfaoui K., 2015.Evaluation phytochimique et étude des activités biologiques d'une plante médicinales Algérienne (*Foeniculum vulgare*). Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master. Université de Constantine.64p.

Kumari S.G. et Van Leur J.A.G., 2011. Viral diseases infecting faba bean (*Vicia faba* L.).

Grain legumes, 56: 24-26.

L

Le Ralec A., Anselme C., Outreman Y., Poirié M., Van Baaren J., Le Lann C., Van Alpen J.J.M., 2010. Evolutionary ecology of the interactions between aphids and their parasitoids. *C.R. Biologies*. 333: 554-565.

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

Laumonier R., 1979. Culture légumière et maraichères. Ed. J.B. Baillier. 276p.

Longaga A., Ostshudi-Vercruysse A. and Foriesrs A., 2000. Contribution to the ethnobotanical, pytochemical and pharmacological studies of traditionally used medicinal plants in the treatment of dysentery and diarrhea in lomolaarea, Democratic Republic of congo (RDC). *J.Ethnopharmacol.*(71):411-423.

Lopes T., Bosquée E., Polo Lozano D., Lian Chen J., Deng Fa C., Yong L., Fang-Qiang Z., Haubruge E., Bragard C. et Francis F., 2011. Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraichères dans l'est de la Chine. *Faunistic Entomology*. 64(3): 63-71.

M

Maatougui M.E., 1996. Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance in réhabilitation of fababean. Ed. Actes, Ribat (Maroc). 6-18.

Mathon C., 1985. Liste de plantes utiles avec indication de leur aire probable de primo domestication. Faculté des sciences de l'université de Poitiers. 17p.

Merad M. et Terki K., 2014. Evaluation de l'activité antioxydant des huiles essentielles de *Foeniculum vulgare*. Mémoire de Master. Université Abderrahmane Mira de Bejaia. 58p.

Meradsi F., 2009. Contribution à l'étude de la résistance naturelle de la fève *Vicia faba* L. au puceron noir *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera: Aphididae). Mémoire de Magister. Université El-Hadj Lakhdar. Batna. 159p.

N

Nasim A., Marielle B., Donovan B., Hannah R. et Ariane B., 2017. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon* 66 (1) : 44-47.

O

Oliver K.M., Noge K., Huang E.M., Campos J.M., Becerra J.X. et Hunter M.S., 2012. Parasitic wasp responses to symbiont-based defense in aphids. *Journal of Biology*. 10: 1-10.

Ouslim S., 2016. BNL Associées aux légumineuses alimentaires (*Vicia faba* L.) dans l'Ouest Algérien (Caractérisation et importance). Thèse de Doctorat. Université d'Oran. 131p.

P

Patrick M., 2008. Le Truffaut : Encyclopédie pratique illustrée du jardin. Ed. Larousse. Paris. 850p.

Perera M.R., Vargas R.D.F. et Jones M.G.K., 2005. Identification of aphid species using protein profiling and matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight mass spectrometry. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 117: 243-247.

Peron A., 2006. Identification and functional characterization of a 5-transmembrane domain variant isoform of the NTS2 neurotensin receptor in rat central nervous system. *J. Biol. Chem.* 277 : 10219-10227.

Q

Qubbaj T., Reineke A. et Zebitz C. P. W., 2004. Molecular interactions between rosy apple aphids, *Dysaphis plantaginea*, and resistant and susceptible cultivars of its primary host *Malus domestica*. University of Hohenheim, Institute of Phytomedicine, Germany. 152p.

R

Rabasse J., 1985. Pucerons en cultures protégées, les problèmes posés et les moyens de les contrôler en lutte intégrée. *Phytoma – Défense des cultures*, 234 : 13-18.

Rachef S.A., Ouamer H et Ouffroukha F.A., 2005. Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (identification et caractérisation). I.N. R.A.16 :36-41.

Reta Sanchez D.G., Santos Serrato Corona J., Viramontes R.F., Cueto Wong J.A., Padilla S.B. et César J.S., 2008.Cultivos alternativas con potencial de Usoforrajero en lacomarcagalagunera, primera, Mexico, 269p.

Ryan M.T., Muller H. et Pfanner N., 1999. Functionalstaging of ADP/ATP carrier translocation across the outer mitochondrial membrane. J Biol. Chem. 274 (29) : 20619-20627.

Ryckewaert P. et Fabre F., 2001. Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures maraichères à la réunion. Food and Agricultural Research Council, Réduit, Mauritius. Ed CIRAD, Saint Pierre, La Réunion.222p.

S

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'Etat en Agronomie. Université de Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou. 49p

Sihali K. etFodil 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 *Aphisfabae*Scopoli, 1763 (Homoptera-Aphididae). Mémoire de Master en Biologie. Université Mouloud Mammeri, Tizi-ouzou, 36p.

Sillero J.C., Villegas-Fernandezb A.M., Thomas J., Rojas-Molina M.M., EmeranA.A., Fernandez-Aparicio M. et Rubiales D.,2010. Faba bean breeding for disease resistance. Field CropsResearch. 115: 297-307.

Singh A.K., Bhatt B.P., Upadhyaya A., Kumar S., Sundaram P.K., Singh B.K., 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-

Singleton V.L.,OrthoferR. 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.

Sousa R., Dias S. et Antunes C., 2006. Spatial subtidal macrobenthic distribution in relation to abiotic conditions in the Lima estuary, NW of Portugal. *Hydrobiologia*, 559 : 135-148.

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.

Sullivan D.J., 2005. Aphids. *Encyclopedia of Entomology*. 1: 127-146.

Sutherland C.A., 2006. Aphids and Their Relatives. Ed. College of Agriculture and Home Economics. New Mexico. 117p.

T

Tona I., Kambu K., Ngimbi N., Ciamanga 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 C.A., Chaubet B. et Hullé M., 2011. Les pucerons des grandes cultures : cycles biologiques et activités de vol, Quae, Paris. 33p.

V

Viuda-Martos M., Mohamady M.A., Fernández J.L., Abdelrazik K.A., Omer E.A., Pérez-Alvarez J.A. et Sendra E., 2011. In vitro antioxidant and antibacterial activities of essential oils obtained from Egyptian aromatic plants. *Food Control*. 22: 1715-1722.

W

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.

Y

Yahia Y., Guetat A., Elfalleh W., Ferchichi A., Yahia H. et Loumerem M., 2012. Analysis of agromorphological diversity of southern Tunisia faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm. *African Journal of Biotechnology*. 11 (56): 11913-11924.

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

Z

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

www.Jardin des merlettes.com.

www.agrifind.fr.

Annexes

Tableau 1 : Analyse de la variance à trois critères de classification pour l'effet de l'extrait de persil par contact et par voie systémique sur les populations *d'Aphis fabae*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var.totale	21257,91	27	787,33				
Var. Dose	7587,054	1	7587,054	1500,704	0		
Var. Mode	1,469	1	1,469	0,291	0,61289		
Var. Durée d'exposition	7932,646	6	1322,108	261,51	0,00002		
Var.inter f1*2	1,471	1	1,471	0,291	0,61266		
Var.inter f1*3	5674,595	6	945,766	187,071	0,00002		
Var.inter f2*3	30,338	6	5,056	1	0,49994		
Var.residuelle 1	30,334	6	5,056			2,248	10,52%

Tableau 2 : Groupes homogènes pour l'effet de l'extrait de persil par contact et par voie systémique sur les populations *d'Aphis fabae* pour le paramètre dose.

Facteur dose	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes	
1.0	D80ML	37,835	A	
2.0	D0ML	4,913		B

Tableau 3 : Groupes homogènes pour l'effet de l'extrait de persil par contact et par voie systémique sur les populations *d'Aphis fabae* pour le paramètre durée d'exposition.

F3	libelles	Moyennes	Groupes homogènes				
7.0	T14	53,165	A				
6.0	T12	37,513		B			
5.0	T10	25,312			C		
4.0	T8	12,236				D	
3.0	T6	8,777				D	E
2.0	T4	6,682					E
1.0	T2	5,931					E

Tableau 4 : Analyse de la variance à trois critères de classification pour l'effet de l'extrait de céleri par contact et par voie systémique sur les populations *d'Aphis fabae*.

Céleri	S.c.e	Ddl	C.m.	Test f	Proba	E.t.	C.v.
Var.totale	20780,24	27	769,638				
Var.dose	7859,577	1	7859,577	156,186	0,00005		
Var.mode	26,102	1	26,102	0,519	0,50327		
Var.duree d'exposition	7207,528	6	1201,255	23,871	0,00102		
Var.inter f1*2	26,106	1	26,106	0,519	0,50323		
Var.inter f1*3	5057,057	6	842,843	16,749	0,00226		
Var.inter f2*3	301,938	6	50,323	1	0,49999		
Var.residuelle 1	301,931	6	50,322			7,094	32,74%

Tableau 5 : Groupes homogènes pour l'effet de l'extrait de céleri par contact et par voie systémique sur les populations *d'Aphis fabae* pour le paramètre dose.

dose	LIBELLES	MOYENNES	GROUPE HOMOGENES	
1.0	D80ml	38,421	A	
2.0	D0ml	4,913		B

Tableau 6 : Groupes homogènes pour l'effet de l'extrait de céleri par contact et par voie systémique sur les populations *d'Aphis fabae* pour le paramètre durée d'exposition.

Durée d'exposition	libelles	Moyennes	Groupes homogènes		
7.0	T14	52,075	A		
6.0	T12	36,349		B	
5.0	T10	26,117		B	
4.0	T8	13,318			C
3.0	T6	9,413			C
2.0	T4	8,472			C
1.0	T2	5,922			C

Tableau 7 : Analyse de la variance à trois critères de classification pour l'effet de l'extrait de coriandre par contact et par voie systémique sur les populations *d'Aphis fabae*.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var.totale	26879,29	27	995,529				
Var. Dose	8971,633	1	8971,633	644,005	0,00001		
VAR .mode	70,086	1	70,086	5,031	0,06474		
VAR.durée d'exposition	10127,17	6	1687,862	121,159	0,00005		
Var.inter f1*2	70,09	1	70,09	5,031	0,06473		
Var.inter f1*3	7473,131	6	1245,522	89,407	0,00008		
	83,592	6	13,932	1	0,49996		
Var.residuelle 1	83,586	6	13,931			3,732	16,36%

Tableau 8 : Groupes homogènes pour l'effet de l'extrait de coriandre par contact et par voie systémique sur les populations *d'Aphis fabae* pour le paramètre dose.

dose	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	D80ml	40,713	A	
2.0	D0ml	4,913		B

Tableau 9 : Groupes homogènes pour l'effet de l'extrait de coriandre par contact et par voie systémique sur les populations *d'Aphi sfabae* pour le paramètre durée d'exposition.

Durée d'exposition	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES				
7.0	D14	53,395	A				
6.0	D12	46,688		B			
5.0	D10	29,404			C		
4.0	D8	12,553				D	
3.0	D6	8,894				D	E
2.0	D4	5,862				D	E
1.0	D2	2,894					E

Tableau 10: Analyse de la variance à trois critères de classification pour l'effet de l'extrait de fenouil par contact et par voie systémique sur les populations *d'Aphis fabae*.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	23014,95	27	852,406				
VAR. dose	6685,341	1	6685,341	1007,252	0		
VAR.modd	2,824	1	2,824	0,426	0,54319		
VAR. durée d'exposition	9368,752	6	1561,459	235,258	0,00002		
VAR.INTER F1*2	2,823	1	2,823	0,425	0,54326		
VAR.INTER F1*3	6875,563	6	1145,927	172,652	0,00003		
VAR.INTER F2*3	39,822	6	6,637	1	0,50001		
VAR.RESIDUELLE 1	39,823	6	6,637			2,576	12,65%

Tableau 11 : Groupes homogènes pour l'effet de l'extrait de fenouil par contact et par voie systémique sur les populations *d'Aphis fabae* pour le paramètre dose.

dose	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	D80ml	35,816	A	
2.0	D0ml	4,913		B

Tableau 12 : Groupes homogènes pour l'effet de l'extrait de fenouil par contact et par voie systémique sur les populations *d'Aphis fabae* pour le paramètre durée d'exposition.

Durée d'exposition	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes				
7.0	T14	54,435	A				
6.0	T12	37,995		B			
5.0	T10	24,869			C		
4.0	T8	12,598				D	
3.0	T6	6,172					E
2.0	T4	4,274					E
1.0	T2	2,209					E

Tableau13: Analyse de la variance (extrait, dose, mode et durée d'exposition) des traitements appliqués pour les quatre plantes (céleri, persil, fenouil, coriandre)

	S.c.e	Ddl	C.m.	Test f	Proba	E.t.	C.v.
Var.totale	79806,22	111	718,975				
VAR.extrait	1142,828	3	380,943	4,059	0,02275		
VAR.mode	280,797	1	280,797	2,992	0,09742		
VAR.dose	23224,05	1	23224,05	247,463	0		
VAR.duree d'exposition	26766,88	6	4461,146	47,536	0		
Var.inter f1*2	1277,563	3	425,854	4,538	0,01543		
Var.inter f1*3	1142,789	3	380,93	4,059	0,02276		
Var.inter f1*4	992,277	18	55,127	0,587	0,86596		
Var.inter f2*3	280,785	1	280,785	2,992	0,09743		
Var.inter f2*4	293,051	6	48,842	0,52	0,78647		
Var.inter f3*4	18463,75	6	3077,291	32,79	0		
Var.inter f1*2*3	1277,563	3	425,854	4,538	0,01543		
Var.inter f1*2*4	1689,25	18	93,847	1	0,50001		
Var.inter f1*3*4	992,309	18	55,128	0,587	0,86594		
Var.inter f2*3*4	293,055	6	48,842	0,52	0,78646		
Var.residuelle 1	1689,273	18	93,849			9,688	50,16%

Tableau 14: Résultats du test de NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur extrait sur la mortalité des individus *d'A. fabae*.

extrait	Libelles	Moyennes	Groupes homogènes	
2.0	céleri	21,667	A	
1.0	persil	21,375	A	
4.0	fenouil	20,364	A	
3.0	coriandre	13,843		B



a-Cuve



b-Spectrophotomètre



c- Verreries et accessoires


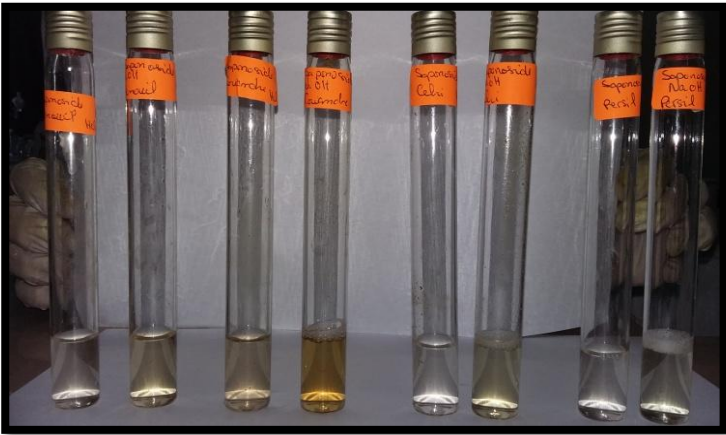
Figure 1 : Matériel utilisé au laboratoire commun

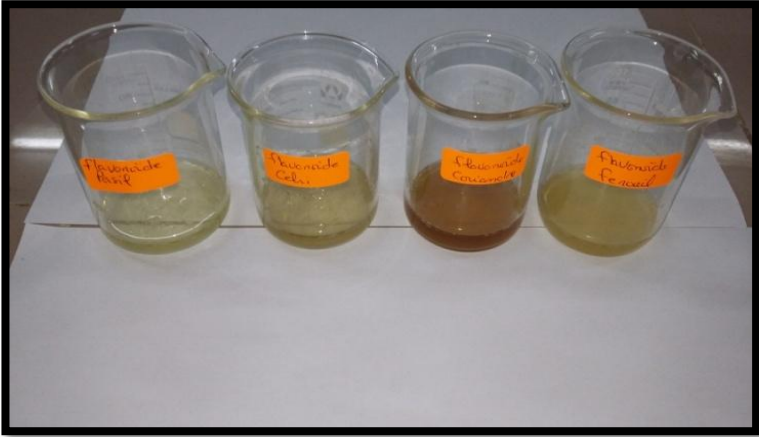
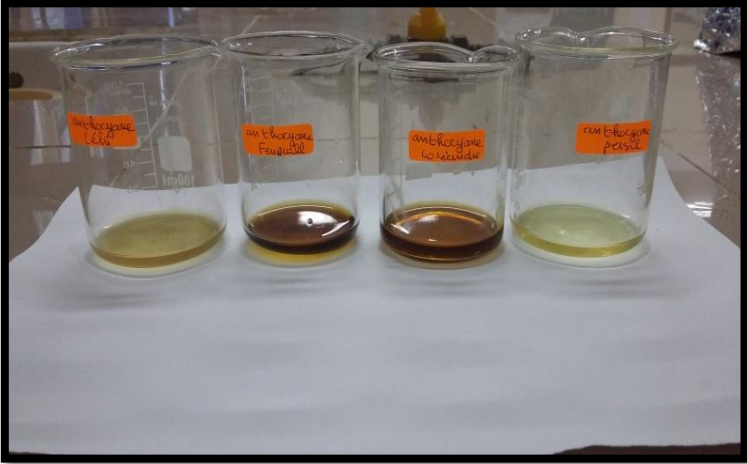
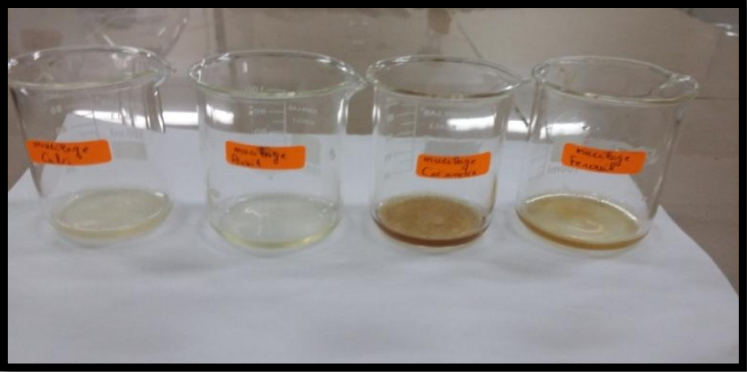
Tableau 15 : Appareillages, accessoires et réactifs utilisés


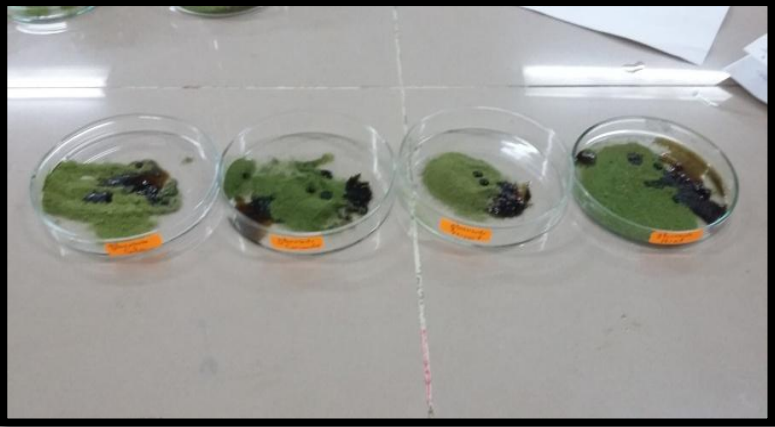
Appareillages et équipements	Verreries et accessoires	Réactifs
Broyeur électrique	Bécher	Chloroforme
Centrifugeuse	Eprouvette	Méthanol
Etuve	Tubes à essai	Ethanol absolu
Plaque chauffante	Papier aluminium	Eau distillé
Spectrophotomètre	Papier filtre	FeCl ₃ à 5%
Balance	Entonnoirs	Formol à 40%
Rotavapor	Gant	HCL
Bain-marie	Boites de pétri	Zinc
Réfrigérateur	Erlenmeyers	NaOH 1N
Haute	Spatule	Acétate de sodium
	Flacons	Acide chlorhydrique
	Porte tube	iode
	Pinces	alcool isoamylique
	Pipettes	Ammoniaque 1/2
	Fiole	Acide sulfurique
	Verre de montre	Réactif de stiansy.
	Cuvette	de Réactif de fehling
	spectrophotomètre	


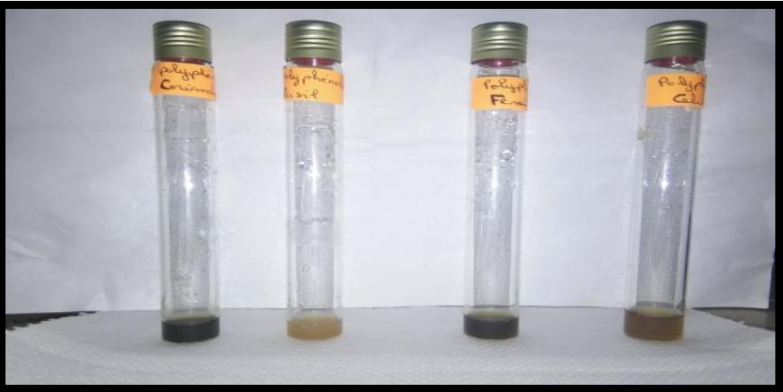

Tableau 16 : Préparation des solutions

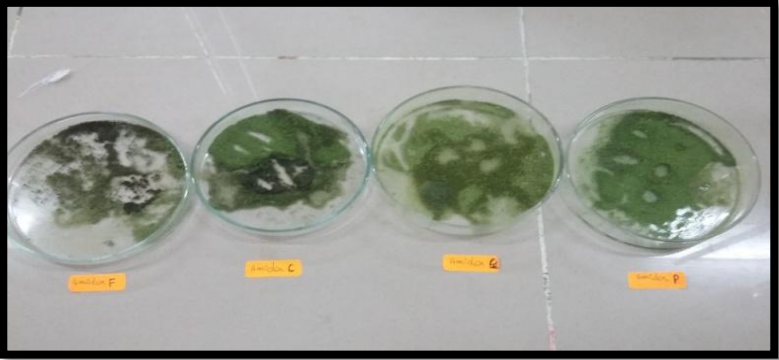


Préparation 1 : Infusé à 20%	
-5g de poudre de la plante additionner 100ml de l'eau distillée pendant 20 min .le filtrat restant est ajusté à 100ml par l'eau distillée	
Préparation 2 : L'ammoniaque 1/2	
-Ammoniaque.....	30ml
-L'eau distillée.....	60ml
Préparation 3 : chlorure de fer anhydrique à 5%	
-FeCl ₃	5g
-l'eau distillée.....	100ml
Préparation 4 : KOH à 10 %	
-KOH.....	10g
-l'eau distillée.....	100ml
Préparation 5 : formol à 40 %	
-Formol.....	40ml
-eau distillée.....	100ml
Préparation 6 : réactif de stiansy	
-10 ml de formol à 40 % +5 ml d'acide chlorhydrique	

Substances bioactives	Résultats bioactifs	Résultats obtenus
Tannins catéchique	Coloration rouge	 <p style="text-align: center;">Cé(-) pe(-) fe(+) co(+)</p>
Saponosides	Formation d'une mousse	 <p style="text-align: center;">Fe(-) co(+) cé(+) pe(+)</p>

<p>Flavonoïdes</p>	<p>Coloration rouge orangée</p>	 <p>Pe(-) Cé(-) Co(+)</p> <p>Fe(-)</p>
<p>Anthocaynes</p>	<p>Coloration rouge</p>	 <p>Cé(-) Fe (+) Co(+)</p> <p>Pe(-)</p>
<p>Mucilages</p>	<p>Précipité floconneux</p>	 <p>Cé(+)</p> <p>Pe(-) Co(-)</p> <p>Fe(+)</p>

<p>Irridoïdes</p>	<p>Coloration bleu</p>	 <p>Co(-) Pe(-) Cé(-) Fe(-)</p>
<p>Glucosides</p>	<p>Coloration rouge brique</p>	 <p>Cé(-) Co(+) Pe(-) Fe(-)</p>

<p>Quinones libres</p>	<p>Coloration rouge</p>	 <p style="text-align: center;">Pe(-) Co(-) Fe(-) Cé(-)</p>
<p>Polyphénol</p>	<p>Coloration bleu noirâtre</p>	 <p style="text-align: center;">Co(+) Pe(-) Fe(+) Cé(-)</p>
<p>protéine</p>	<p>Coloration violette avec une teinte rougeâtre</p>	 <p style="text-align: center;">Cé(-) Fe(-) Pe(-)</p>

<p>L'amidon</p>	<p>Coloration bleu violette</p>	 <p style="text-align: center;"> Fe(-) Cé(-) Co(-) Pe(-) </p>
<p>Sucre réducteurs</p>	<p>Précipité rouge brique</p>	 <p style="text-align: center;"> Co(-) Fe(-) Cé(-) Pe(-) </p>
<p>Caroténoïde</p>	<p>Coloration vert-bleu</p>	 <p style="text-align: center;"> Cé(-) fe(-) co(+) pe(+) </p>

Résumé

La présente étude porte sur l'évaluation de l'activité insecticide des extraits aqueux de quatre plantes aromatiques : persil, coriandre, céleri et fenouil sur les populations du puceron noir de la fève. Ces tests sont effectués selon deux modes d'applications : par voie de contact et systémique. Les résultats obtenus montrent que les quatre extraits manifestent une activité insecticide vis-à-vis de ce ravageur. Une mortalité totale est enregistrée au 14^{ème} jour post traitement pour l'extrait de fenouil (systémique et contact). Pour l'extrait de coriandre, un taux de mortalité de 100% est enregistré par voie systémique seulement.

L'effet biocide des solutions expérimentées semble dépendre du temps, de la nature de l'extrait et du mode d'action.

Mots clés : effet toxique, screening phytochimique, *Petroselinum sativum*, *Coriandrum sativum*, *Foeniculum vulgare*, *Apium graveolens*.

Abstract

This study assesses the insecticide activity of aqueous extracts from four aromatic plants: Parsley, coriander, celery and fennel on the populations of the black aphid of the bean. These tests are carried out in two ways: by contact and systemic. The results show that the four extracts show insecticide activity in relation to this pest. Total mortality is recorded on the 14th day after treatment for fennel extract (systemic and contact). For coriander extract, a mortality rate of 100% is recorded by systemic means only. The biocidal effect of the tested solutions appears to depend on the time, nature of the extract and the mode of action.

Key words: toxic effect, screening phytochemical, *Petroselinum sativum*, *Coriandrum sativum*, *Foeniculum vulgare*, *Apium graveolens*

ملخص

تتعلق هذه الدراسة بتقييم نشاط المبيدات الحشرية في المستخلصات المائية لأربعة نباتات عطرية:

البقدونس والكزبرة والكرفس والشمر على مجموعات من الفاصوليا السوداء، ويتم إجراء هذه الاختبارات وفقاً لطريقتين للتطبيق: الاتصال والمسار النظامي: أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن المقتطفات الأربعة تظهر نشاط مبيد حشري فيما يتعلق بهذه الآفة. يتم تسجيل إجمالي الوفيات بعد 14 يوماً من علاج مستخلص الشمر (النظامي والاتصال)، أما بالنسبة لمستخلص الكزبرة، فيتم تسجيل معدل الوفيات بنسبة 100% بشكل منهجي فقط.

يبدو أن تأثير المبيد الحيوي للحلول المختبرة يعتمد على الوقت وطبيعة المستخلص وطريقة العمل.

الكلمات المفتاحية: التأثير السام، غربلة الكيمياء النباتية،

Petroselinum sativum, *Coriandrum sativum*, *Foeniculum vulgare*, *Apium graveolens*