

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département d'Agronomie



Mémoire de fin d'études

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

Spécialité : Protection des Végétaux

Sujet

Evaluation de l'effet biocide des extraits aqueux de la mélisse (*Melissa officinalis* L.), de l'inule visqueuse (*Inula viscosa* L.) et du pistachier (*Pistacia lentiscus* L.) à l'égard du puceron noir *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera : Aphididae)

Présenté par : Mlle BELKHOUAS Thinhinane
Mlle HAMAMA Ourdia

Soutenu le : 24/06/2024

Devant le jury :

Présidente : Mme MEDJDOUB-BENSAAD F.	Professeur	U.M.M.T.O
Promotrice : Mme BENOUFELLA-KITOUS K.	Professeur	U.M.M.T.O
Examinatrice : Melle GUERMAH D.	M.C.A.	U.M.M.T.O

2023/2024

Remerciements

Nous remercions Allah tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail.

Nous exprimons nos remerciements et notre reconnaissance à notre directrice de mémoire Mme BENOUFFELLA-KITOUS K, Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou non seulement pour l'aide très précieuse qu'elle nous a apportée, mais aussi pour son enthousiasme communicatif, sa patience et sa totale disponibilité, pour l'encadrement de ce modeste travail.

Nous remercions également Mme MEDJDOUB-BENSAAD F. Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour avoir accepté de nous honorer par sa présence en tant que président du jury.

Nous remercions très vivement Melle GUERMAH D.MCA à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou membre de jury, qui nous a fait l'honneur d'examiner ce travail.

Nos sincères remerciements s'adressent à Mr RAMDINI R, MCB à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour son aide dans l'analyse statistique.

Nous remercions Mme YEFSAH R, et Mme TABET N. à ingénieurs du laboratoire commun1 de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour leur accueil, leur sympathie ainsi que leurs idées constructives dans la réalisation de l'analyse qualitative.

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

Merci à tous.

Dédicaces

Je remercie tout d'abord, Allah, le tout puissant, le Miséricordieux, de m'avoir aidé à réaliser ce travail.

Je dédie ce modeste travail spécialement à mes chers parents pour leur patience, leur soutien et leur encouragement.

Je leur dois tout ce que je suis aujourd'hui et ce que je serai demain.

Je dédie également à tous ceux qui m'aiment et spécialement

A mes chères sœurs

A mes chers frères

A ma collègue de ce travail Ourdia.

A ma promotrice Mme BENOUFFELLA-KITOUS K.

A ma promotion de Protection des végétaux,

Enfin, je dédie ce travail à toute personne qui m'a aidé de le réaliser de près ou de loin sans exception.

Thinhinane

Dédicaces

Tout d'abord je remercie Allah qui m'a donné la force et la volonté pour accomplir ce modeste travail dieu merci.

JE dédie ce travail : Aux personnes les plus chers à mon cœur ma maman et mon papa mes profonds remerciements pour votre soutien moral et matériel ainsi que votre sacrifice indispensable pour le bon déroulement de mes études. Sans votre aide, je ne serai pas ce que je suis aujourd'hui je vous en serai toujours infiniment reconnaissante.

A mes frères adorés, mes sources de bonheur Yousef et Rayane

A mes sœurs, les lumières de ma vie Radia, Zakia, Souad et Sabrina, je ne trouve pas les mots pour exprimer, pour dire merci pour tout pour votre présence et pour votre aide et pour votre amitié je vous aime mes sœurs.

A mes beaux-frères Samir, Karim, Kaci Farid. A mes anges mes nièces Taouse, Ania et Anila. A mes neveux Yudas et Ayane.

A ma grand-mère, à mes chers oncles Mokrane, Bachir, Yahia, Kader et Abedrhmane.

A mes copines Asema, Imane, Yasemine merci pour votre amitié et pour votre présence.

A ma collègue de ce travail Thinhinane

A ma promotrice Mme BENOUFFELLA-KITOUS K.

A ma promotion de Protection des végétaux.

Enfin, je dédie ce travail à toute personne qui m'a aidé pour le réaliser de près ou de loin sans exception.

Ourdia

Liste des figures

Figure 1: Appareils végétatif et reproducteur de la fève (Originale, 2024).....	4
Figure 2: Principaux pays producteurs de fève (FAO, 2024)	7
Figure 3: Différents variétés de la fève (Mezani, 2011)	5
Figure 4: Stades phénologiques de la fève (Simmoneau et al., 2012)	6
Figure 5: Orobanche crenata (a) ; Orobanche foetida (b) (Khairi et Temani, 2009)	11
Figure 6: Maladies de la fève: a- taches chocolat ; b- Rouille (Abrás et al., 2016).....	12
Figure 7: Graines bruchées de la fève (Abrás et al., 2016).....	14
Figure 8: Encoches semi-circulaires sur le bord des feuilles causées par la sitone (Abrás et al., 2016).....	14
Figure 9: Manchons de pucerons noirs sur la tige de fève (Originale, 2024)	15
Figure 10: Morphologie d'un puceron ailée (Boivin et Godin, 2000).....	17
Figure 11: Forme aptère(a) et ailée (b) d'Aphis fabae (Thorez, 2008).....	18
Figure 12: Stades de développement des pucerons (Boivin et Godin, 2000)	19
Figure 13: Cycle hétéroecique d'un puceron noir de la fève (Sullivan, 2005).....	20
Figure 14: Représentation schématique du système alimentaire d'un puceron(Digilio et Guerrieri, 2008).....	20
Figure 15: Principaux prédateurs et parasitoïdes de pucerons (Fraval, 2006)	23
Figure 16: Matériel de laboratoire (Photo originale, 2024)	24
Figure 17: Plants de fève infestés par A. fabae (Originale, 2024)	25
Figure 18: Morphologie du Pistachier lentisque (Originale, 2024)	26
Figure 19: Morphologie de la mélisse (Originale, 2024).....	27
Figure 20: Morphologie de l'inule visqueuse (Originale, 2024)	28
Figure 21: Méthodes d'obtention d'extraits aqueux (Originale, 2024).....	29
Figure 22: Dépôt de pucerons sur les feuilles de la fève saines (Originale, 2024).....	30
Figure 23: Application des traitements sur les pucerons (Originale, 2024).....	31
Figure 24: Dénombrements des pucerons (Originale, 2024).	31
Figure 25: Préparation de l'infusé à 5 % (Originale, 2024).....	32
Figure 26: Mortalité des individus d'A. fabae traités à l'extrait de l'inule visqueuse par voie de contact, en fonction du temps après le traitement	35
Figure 28: Mortalité des individus d'A. fabae traités à l'extrait de l'inule visqueuse par voie d'ingestion en fonction du temps après le traitement.....	36
Figure 29: Mortalité des individus d'A. fabae traités à l'extrait de mélisse par voie de contact en fonction du temps après le traitement.....	37

Liste des figures

Figure 30: Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de mélisse par voie d'ingestion en fonction du temps après le traitement.....	38
Figure 31: Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de pistachier par voie de contact en fonction du temps après le traitement.	39
Figure 32: Mortalité des individus d' <i>A. fabae</i> traités à l'extrait de pistachier par voie d'ingestion en fonction du temps après le traitement.....	40

Listes des tableaux

Tableau 1: Evolution de la superficie et de la production de la fève en Algérie (FAO, 2024).	8
Tableau 2: Evolution de la superficie et la production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (FAO, 2017).....	9
Tableau 3: Résultats des tests phytochimiques des trois extraits végétaux.	41

Sommaire

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction..... 1

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

1. Origine et distribution géographique de la fève.....	3
2. Position systématique de la fève	3
3. Description de la fève	4
4. Variétés de la fève.....	4
5. Cycle biologique	5
6. Intérêts de la fève	6
6.1. Intérêt alimentaire.....	6
6.2. Intérêt agronomique.....	7
6.3. Intérêt économique	7
6.3.1. Dans le monde	7
6.3.2. En Algérie.....	7
6.3.3. A Tizi-Ouzou	9
7. Contraintes de la culture de fève.....	10
7.1. Contraintes abiotiques	10
7.2. Contraintes biotiques	11

Chapitre II Généralités sur le ravageur : *Aphis fabae*

1. Distribution.....	16
2. Position systématique de ravageur	16
3. Caractères morphologiques	17
4. Caractères biologiques des pucerons.....	18
4.1. Stade de développement	18
4.2. Cycle biologique.....	19
5. Comportement alimentaire	20
6. Dégâts.....	21

Sommaire

6.1. Dégâts directs	21
6.2. Dégâts indirects	21
7. Moyens de lutte	22

Chapitre III Matériel et méthodes

1.1. Matériel	24
1.1.1. Matériel de laboratoire :	24
1.1.2. Matériel biologique :	25
1.2. Méthode de travail.....	29
2. Analyse qualitatif de la composition des extraits	32

Chapitre IV Résultats et discussion

1. Résultats	35
1.1. Effet du temps sur l'efficacité de l'extrait sur les populations d' <i>A. fabae</i>	35
1.1.1. Extrait de l'inule visqueuse	35
1.1.2. Extrait de mélisse	37
1.1.3. Extrait de pistachier lentisque.....	39
1.2. Etude de la composition des plantes testées	41
1.2.1. Résultats des analyses qualitatives de la composition des extraits	41
2. Discussion	43
Conclusion	46
Références bibliographiques	47

Annexes

Résumé

Introduction générale

En Algérie, la fève est la culture la plus importante parmi les légumineuses alimentaires, représentant 58 000 hectares, soit 44,3% de la superficie totale réservée à cette catégorie de culture (Boussad et Doumandji, 2004). Elle joue un rôle important dans l'économie nationale et dans la production agricole (Aouar-Sadli et al., 2008). Mais, malheureusement, cette culture est très souvent à faible rendement et sensible aux contraintes biotiques et abiotiques (Geerts et al., 2011). En effet, la fève est exposée à de nombreuses attaques de ravageurs et de maladies qui peuvent causer des dégâts importants sans mesure des contrôles appropriés (Silue et al., 2010).

Selon Hamadache et Oufroukh (1994), les principaux ravageurs de la fève sont les punaises, les aleurodes et les pucerons. Ces derniers sont considérés comme les ravageurs les plus importants, avec une extraordinaire capacité à se reproduire et à migrer d'une plante à une autre, ce qui facilite grandement leur pullulation (Haif, 1997). En Algérie, Girard (1990) a signalé que la fève est principalement attaquée par le puceron noir de la fève (*Aphis fabae* Scopoli, 1763). C'est un insecte piqueur suceur qui vit en colonies compactes aux extrémités des plants de fève, cela provoque l'enroulement, le séchage et la chute des feuilles. Il s'attaque aux jeunes pousses et aux jeunes feuilles, voire aux gousses. S'il n'est pas traité à temps cela entraîne une baisse importante de rendement (Boukemaya et Messaoudi, 2016).

Les pesticides chimiques étant considérés comme l'arme la plus puissante, ils sont utilisés par beaucoup d'agriculteurs afin de résoudre les problèmes de nuisibilité de ces ravageurs. L'application inadéquate de ces produits entraîne les phénomènes de résistance, les producteurs sont alors contraint d'augmenter les doses pour venir à bout des ravageurs (Ammoussangobo, 1993). En plus, leur utilisation abusive compromet la qualité des produits agricoles et présente des conséquences néfastes sur la santé des producteurs et des consommateurs ainsi que sur l'environnement, la faune et la flore non cibles (Ryckewaert et Fabre, 2001 ; Tata, 2011).

Pour assurer une meilleure intervention contre les ravageurs, tout en protégeant au maximum le milieu naturel, de nouvelles méthodes et de nouveaux produits de prévention sont constamment recherchés. Pour promouvoir une gestion durable de l'environnement, de nouvelles alternatives sont encouragées. Parmi ces alternatives, les extraits des plantes sont considérés comme l'un des groupes biologiques les plus prometteurs pour la protection des plantes contre un grand nombre de ravageurs.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude qui vise à évaluer l'efficacité des extraits végétaux par contact et par ingestion comme bio-pesticides contre les populations du puceron noir de la fève. Les solutions testées sont obtenues à partir des feuilles de plantes largement répandues dans notre région, à savoir le pistachier lentisque, la mélisse et l'inule visqueuse.

Ce travail est divisé en quatre chapitres. Le premier et le deuxième chapitre sont consacrés à une revue bibliographique centrée sur la plante hôte *Vicia faba* et l'insecte ravageur *Aphis fabae* respectivement. Le troisième chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation de cette étude. Le quatrième chapitre présente et discute les résultats obtenus. Cette étude se termine par une conclusion avec des perspectives.

Chapitre I

Généralités sur la plante hôte :

Vicia faba

Introduction

La famille des légumineuses est très diversifiée et comprend trois sous familles : les Mimosoideae, les Papilionoideae et les Caesalpinioideae (Doyle et Luckow, 2003). La sous famille des Papilionoideae comprend des cultures d'une grande importance économique tels que : le soja, le haricot, le pois, la luzerne, l'arachide, le pois chiche et la fève (Lazrek-benfriha, 2008). Cette dernière fait depuis longtemps partie de nos systèmes agricoles, c'est une culture importante considérée comme une source cruciale de protéines, de sucres et de lipides. Elle est également riche en minéraux et en vitamines essentielles à une bonne santé (Levêque, 2001).

1. Origine et distribution géographique de la fève

D'après Zaidi et Mahiout (2012), la fève est une plante cultivée par l'Homme depuis la plus haute antiquité. Elle est originaire d'Asie Centrale, et est cultivée depuis environ 10.000 ans, elle se propagera par la suite dans tout l'hémisphère Nord. En Egypte, des graines de fève ont été découvertes dans des tombes de la dynastie pharaonique du 22ème siècle (2002-2004 ans avant J.C) (Heinen, 2013).

2. Position systématique de la fève

Les légumineuses comestibles forment une grande famille composée d'environ 18 000 espèces réparties dans environ 690 genres, dont la fève herbacée annuelle appartenant à la famille des Fabacées (Peron, 2006). D'après Kolev (1976), la fève est classée comme suit :

Embranchement	Spermaphytes
Sous- embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédones
Sous-classe	Dialypétales
Série	Calciflores
Ordre	Rosales
Famille	Fabacées
Sous famille	Papilionacées
Tribu	Viciées
Genre	<i>Vicia</i>
Espèce	<i>Vicia faba</i> Linnaeus, 1753

3. Description de la fève

La fève est une plante herbacée annuelle à tiges simples, dressées et creuses, de section carrée, non ramifiées et atteignant plus d'un mètre de hauteur (Peron, 2006). Elle est formée d'un appareil végétatif qui comprend la tige, les racines et les feuilles ; et un appareil reproducteur qui est formé par les fleurs qui sont à l'origine des fruits et des graines (Wang et al., 2012) (Fig. 1).



Figure 1: Appareils végétatif et reproducteur de la fève (Originale, 2024)

Les feuilles alternes sont de couleur bleu-vert ou grisâtre et se composent de deux à trois paires de folioles ovales opposées. La fève développe un système racinaire qui s'étend profondément dans le sol (Chaux et Foury, 1994). Les fleurs sont blanches et présentent des taches noires et sont séparées par 2 à 5 petites inflorescences pétiolées (Guinochet et Devilmorin, 1984). Le fruit est une longue gousse verte contenant de grosses graines ovales (Couplen et Marn, 2009)

4. Variétés de la fève

Selon Chaux et Foury (1994), quatre groupes de variétés de la fève ont été distingués :

Variétés très précoces : ce groupe comprend le muchaniel (Fig. 3b) de 5 à 6 grains blancs en gousses vert clair.

Variétés précoces : dans ce groupe, nous trouvons la variété Séville (Fig. 3a), qui présente de longues gousses, contenant de 5 à 6 grains, et sont plus grandes que les variétés très précoces. La plante est de taille moyenne (70 cm).

Variétés demi-précoces : ces variétés appartiennent aux variétés de la fève aguadulce (Fig. 3c) et sont très courantes dans les cultures à végétation haute (1,10 à 1,20 m). Cette variété est verte et volumineuse, avec de très longues gousses atteignant 20 à 25 cm de long et contenant 7 à 9 grains. C'est une race très prolifique.

Variétés tardives : nommées fèves blanches (Fig. 3d), avec une taille moyenne de 85 cm, et produit de nombreuses gousses contenant 4 graines fines.

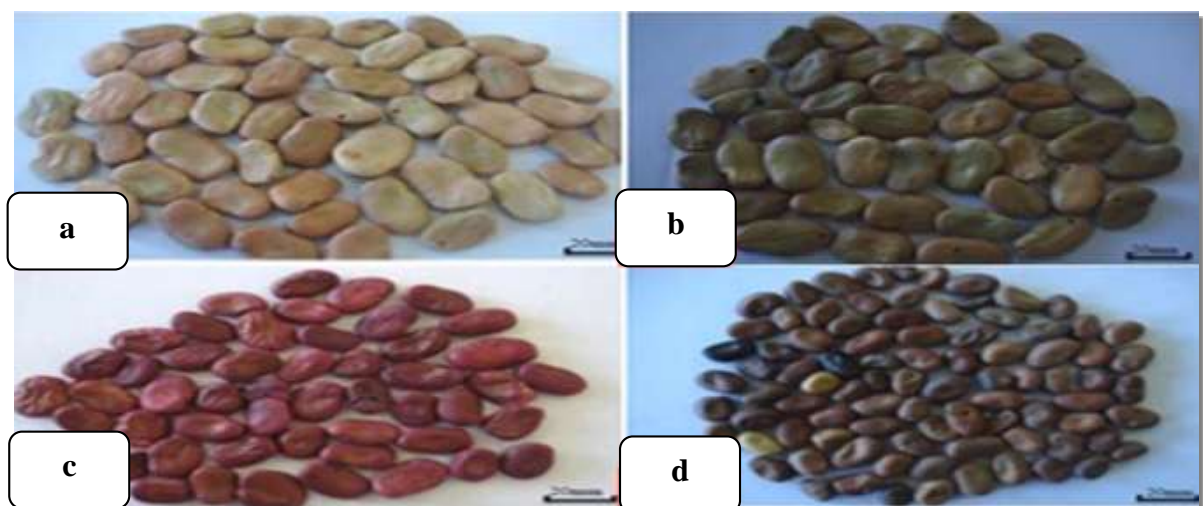


Figure 2: Différents variétés de la fève (Mezani, 2011)
a-Séville, b-Muchaniel, c-Aguadulce, d-Féverole

5. Cycle biologique

La culture de la fève est annuelle, cultivée soit en automne, soit au printemps ; accomplissant son cycle en 24 à 28 semaines ((Link et al., 2008 ; Laumonier, 1979).

Selon Planquaert et Girard (1987), *V. faba* a une période végétative courte qui passe par 6 stades avant d'atteindre le stade maturation (Fig. 4).

Stade de levée : ce stade correspond à l'apparition de la première paire de feuilles.

Stade à deux feuilles : Deux paires de folioles.

Stade à quatre-cinq feuilles : Quatre à cinq paires de folioles.

Début de floraison : Cette étape correspond à l'apparition des bouquets de fleurs.

Stade de pleine floraison : c'est le début de la formation des gousses.

Stade fin floraison : c'est le grossissement des gousses.

Maturité : C'est la récolte des gousses sèches.

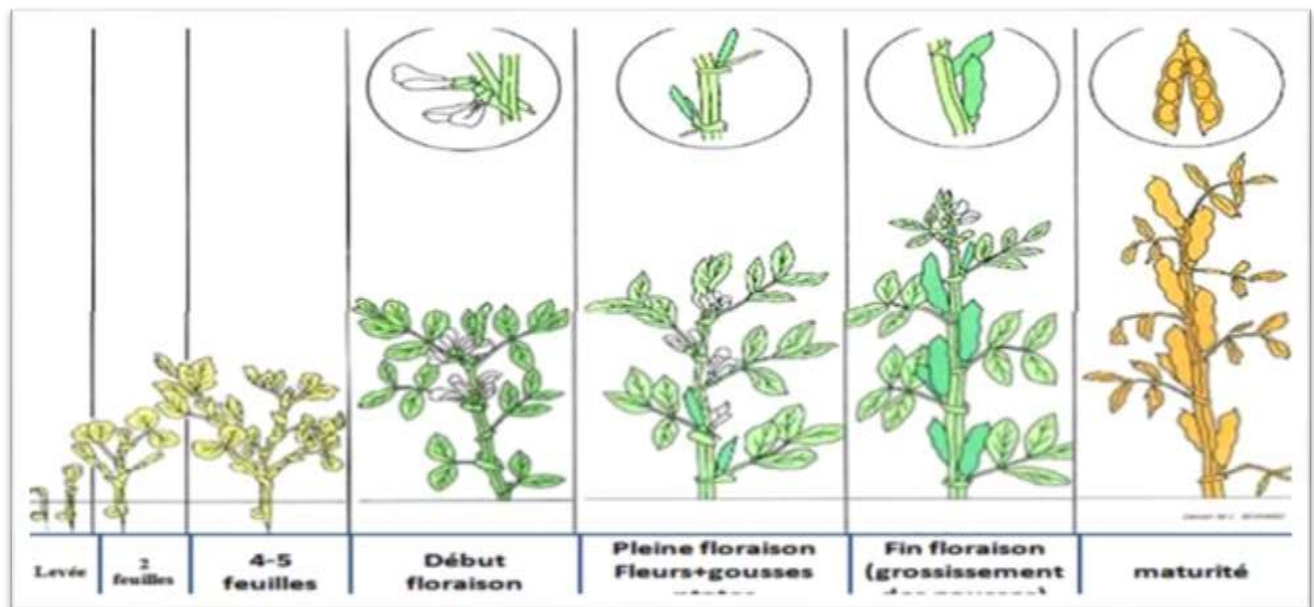


Figure 3: Stades phénologiques de la fève (Simmoneau et al., 2012)

6. Intérêts de la fève

6.1. Intérêt alimentaire

Les graines de la fève sont utilisées pour la consommation humaine et animale. Elles sont constituées un aliment nutritif très important surtout pour les populations à faibles revenus, qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéines d'origine animale. *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). Elle a une teneur en protéines très élevée (Daoui, 2007) et constitue une source considérable d'énergie (344 Kcal/100g) (Chaieb et al., 2011). Elle contient également des acides aminés importants comme la lysine, l'arginine et la valine. La fève peut être utile dans diverses industries pharmaceutiques, alimentaires et chimiques (plastique biodégradable, huile, bio-diésel, colorants, gomme, textile, papier...) (Graham et Vance, 2003).

6.2. Intérêt agronomique

L'importance agronomique de la fève réside dans son aptitude à fixer l'azote grâce à une symbiose avec des microorganismes du sol qui sont des bactéries de la famille des rhizobiacées (Wathman, 1967). Par ces nodules, la plante hôte (la légumineuse) offre un micro

habitat exceptionnellement favorable à la bactérie tout en lui procurant des substrats carbonés provenant de la photosynthèse (Lazrek Benfriha, 2008). Ainsi, ces plantes sont capables de s'adapter à des sols très pauvres et très dégradés (Wathman, 1967).

6.3. Intérêt économique

6.3.1. Dans le monde

La fève est une légumineuse alimentaire largement répandue dans le monde, elle est cultivée dans environ 58 pays (Singh et al., 2013), dont les pays les plus producteurs sont la Chine en première place suivi de l'Éthiopie, Australie et Royaume-Uni.

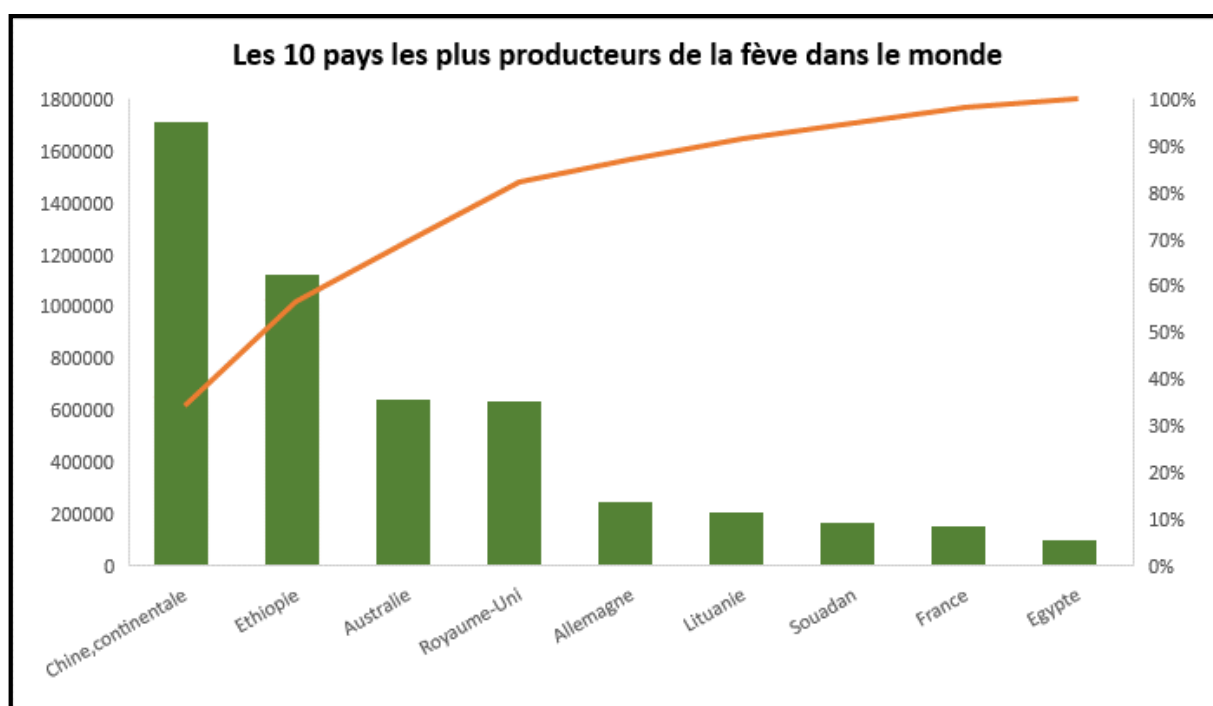


Figure 4: Principaux pays producteurs de fève (FAO, 2024)

6.3.2. En Algérie

En Algérie, la fève reste la culture vivrière la plus importante, avec une superficie de 36127 hectares avec un rendement total de 44352,99 tonnes ce dernière année selon les statistiques de FAO, 2024 ; et elle occupe la première place parmi les légumineuses en raison de sa haute valeur nutritionnelle et de ses divers usages (Laamari et al., 2008).

Selon Feliachi (2002), la fève est cultivée dans toutes les zones agro-écologiques d'Algérie : les plaines côtières, les plaines intérieures, les Hauts Plateaux et la région de Biskra.

Les données statistiques agricoles sur la superficie cultivée et la production de la fève en Algérie pour la décennie 2013-2023 sont présentées dans le tableau 1

Tableau 1: Evolution de la superficie et de la production de la fève en Algérie (FAO, 2024).

Année	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2013-2014	37668	42386	11,2
2014-2015	37499	41388,6	11.03
2015-2016	39977	44807	11,2
2016-2017	35813	38048	10,6
2017-2018	40361	46856	11,6
2018-2019	40222	54877,99	13,6
2019-2020	41451	55272	13,3
2020-2021	39849	49856,7	12,5
2021-2022	37440	39629	10.6
2022-2023	36127	44352,99	12,3
Moyenne	38640,7	42056,6	11,8

Selon les données présentées dans le tableau 1, la superficie moyenne réservée à la culture de la fève en Algérie est de 38640,7 ha. Elle varie d'une année à une autre, ce qui affecte également la production. Le rendement varie également d'une année à une autre avec une moyenne de 11,8 qx/ha, le rendement maximal lors de la campagne agricole 2018 est de 13,6qx/ha, par contre le rendement minimal est en 2021 avec 10,6qx/ha. Ces fluctuations de rendement peuvent s'expliquer par la mauvaise gestion des cultures et les conditions climatiques défavorables.

6.3.3. A Tizi-Ouzou

La fève est cultivée sur une vaste superficie dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle occupe une place très importante dans la cuisine de cette région. Elle est cultivée pour la vente par les agriculteurs et généralement traditionnellement dans des petits jardins pour la consommation domestique. Les données statistiques agricoles sur la superficie cultivée et la production de la fève dans la région de Tizi-Ouzou pour la décennie 2006-2016 sont présentées dans le tableau 2.

Tableau 2: Evolution de la superficie et la production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (FAO, 2017).

Année	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2006-2007	815	53286	65.38
2007-2008	1055	72131	68.37
2008-2008	1107	83965	75.84
2009-2010	1205.5	95865,5	79.52
2010-2011	1099	73699	67.06
2011-2012	1269	99116	78.10
2012-2013	1239	100954	81.48
2013-2014	1128	972283	86.24
2014-2015	1009.1	76518	75.82
2015-2016	1001.1	82809	82.71
Moyenne	1092.7	83562,65	76,05

Selon les données présentées dans le tableau 2, la superficie moyenne consacrée à la culture de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou est de 1092,7 ha. Cette superficie varie d'une année à une autre, et affecte la production dont la moyenne de dix ans est de 83562,65qx. Le rendement est également variable avec une moyenne de 76,05qx/ha. Le rendement maximal est noté lors de la campagne agricole 2013-2014, tandis que le rendement minimal est enregistré

durant l'année 2006-2007. Cette forte variation de rendement peut être due à l'irrégularité des précipitations d'une année à une autre, à la croissance démographique et à la faiblesse de l'offre due à diverses contraintes techniques et socioéconomiques qui ont contraint les agriculteurs à limiter cette culture.

7. Contraintes de la culture de fève

En Algérie, il existe de nombreuses contraintes à la culture de fève qui limitent sa production, son développement et sa distribution. Ces contraintes sont résumées comme suit :

7.1. Contraintes abiotiques

7.1.1. Froid hivernal et gelées printanières

Selon Maatougui (1996), le froid hivernal et les gelées printanières sont parmi les principales contraintes dans la zone des hauts plateaux et les plaines intérieures, elles provoquent la coulure des fleurs et la mortalité des plantes.

7.1.2. Chaleur

La chaleur est particulièrement néfaste dans la région du Sahara, sur les hauts plateaux et les plaines intérieures. Dans ce dernier cas, le sirocco affecte la production des gousses et limite également la taille des graines (Maatougui, 1996).

7.1.3. Sécheresse

La sécheresse constitue le stress abiotique le plus important et qui est responsable de l'instabilité de la production et limitant le niveau des rendements de la fève dans les pays méditerranéens (Abdelmula et al., 1999 ; Alghamdi et al., 2014). Le stress hydrique réduit la croissance de la plante et provoque plusieurs altérations morphologiques, physiologiques et moléculaires en raison de changements dans le métabolisme et l'expression des gènes (Chaves, 2002 ; Alghamdi et al., 2014). Le faible rendement de la culture de cette espèce en Algérie est dû en grande partie à l'insuffisance des précipitations printanières et leur irrégularité (Zaghouane et al., 2000).

7.1.4. Salinité

La salinité est un problème particulier dans la région du désert du Sahara, où les fèves sont irriguées avec de l'eau riche en sodium. La productivité sera réduite par les effets du sel sur les plantes et les propriétés physiques et chimiques du sol (Maatougui, 1996).

7.2. Contraintes biotiques

7.2.1. Plantes parasites (Orobanche)

L'orobanche est une plante holoparasite sans chlorophylle, qui dépend entièrement de son hôte pour réaliser son cycle biologique et occasionne des pertes considérables, pouvant entraîner la destruction totale de la fève (Kharrat, 2002).

La fève peut être parasitée par 3 espèces d'orobanche : *Orobanche crenata* (Fig. 5a), *Orobanche foetida* (Fig. 5b) et *Phelipanche aegyptiaca* (Pérez-de-luque et al., 2010).



Figure 5: *Orobanche crenata* (a) ; *Orobanche foetida* (b) (Khairi et Temani, 2009)

7.2.2. Adventices

Les fèves sont très sensibles à la concurrence des adventices. L'inefficacité et la non maîtrise du désherbage entre et sur les lignes de semis entraînent d'importantes chutes de rendement (Bouznad et al., 2001). Les pertes peuvent aller de 50 à 66 % (Hamadache et al., 1996).

7.2.3. Maladies

La fève peut être attaquée par diverses maladies bactériennes, virales et fongiques.

7.2.3.1. Maladies bactériennes

La fève est susceptible d'être attaquée par des bactéries, telles que *Bacterium phaseoli*, *Bacterium vicia* et *Pseudomonas vicia* (Muehlbauer et al., 1997). En Algérie, aucune étude précise ne fait état de maladies bactériennes de la fève (Sahli, 2004).

7.2.3.2. Maladies virales

Les virus sont pour la plupart disséminés par des vecteurs (pucerons, nématodes, coléoptères) et certains d'entre eux sont transmis par les semences. Les travaux menés en Algérie ont permis de mettre en évidence l'existence de huit virus dont les plus importants sont : Bean yellow mosaic virus (BYMV), Broad Bean Mottle Virus (BBMV), Bean Leaf Roll Virus (BLRV), Pea Enation Mosaic Virus (PEMV) et Aalfa mosaic virus (AMV) (Ouffroukh et

Aggad, 1996). Le Faba Bean Necrotic Yellow Virus (FBNYV) a été l'un des premiers virus identifiés dans l'Est de l'Algérie. Il provoque une mosaïque, un jaunissement et des nécroses des feuilles (Allala et al., 2001).

7.2.3.3. Maladies fongiques

7.2.3.3.1. Taches chocolatées

Les taches de chocolat sont parmi les maladies qui touchent la fève. Elle est causée par le champignon *Botrytis fabae*. Les taches sont de couleur rouge puis marron chocolat sur les feuilles (Fig. 6a) (Mattehawes, 2003).

7.2.3.3.2. Rouille

La rouille est une maladie causée par le champignon *Uromyces viciae faba*. Elle apparaît la première fois sur les feuilles comme de petites taches vertes qui se développent en rouge (Fig. 6b) (Marcellos, 2003).



Figure 6: Maladies de la fève: a- taches chocolat ; b- Rouille (Abras et al., 2016)

7.2.3.3.3. Mildiou

Le mildiou est une maladie causée par *Peronospora vicia*. Elle apparaît au début du printemps et progresse sur la culture de la floraison jusqu'à la formation des gousses (Maufras, 1985). Lors des premières infestations (contamination primaire), le mildiou réduit la taille des plantes suivi d'une déformation et décoloration des tiges et pétioles, ainsi qu'un dessèchement des parties terminales des plantes (Bouttet et al., 2014).

7.2.3.3.4. Alternariose

L'alternariose est maladie causée par *Alternaria alternata*. Elle se manifeste par des tâches nécrotiques sur les feuilles du bas et la présence d'anneaux concentriques sur les tâches importantes. Sur les gousses, l'alternariose se manifeste par des pourritures brunes à noires, très sèches, assez typiques, avec une dépression (Kharrat et al., 1996).

7.2.4. Ravageurs de la fève

La culture de la fève est colonisée depuis sa levée jusqu'à sa maturité par un certain nombre de ravageurs (Rachef et al, 2005).

7.2.4.1. Nématodes

Ditylenchus dipsaci est le nématode le plus courant et le plus destructeur qui attaque les fèves. Il existe deux races de ce parasite interne : une race géante avec une gamme d'hôtes limitée et une race normale avec une gamme d'hôtes à large spectre d'hôtes. La race géante est celle qui cause le plus de dégâts (Sillero et al., 2011).

Le nématode des tiges (*D. dipsaci*) provoque un gonflement et une déformation de la tige ainsi qu'une décoloration des parties de la plante (Stoddard et al., 2010).

7.2.4.2. Insectes

7.2.4.2.1. Bruche de la fève (*Bruchus rufimanus* Boheman, 1833)

La bruche *Bruchus rufimanus*, appartient à l'ordre des Coleoptera et à la famille des Chrysomelidae. Elle est observée pendant la floraison lorsque les températures sont supérieures à 20-25°C. Les dégâts se produisent en végétation mais ne se voient qu'après la récolte, au cours du stockage des graines (Fig. 7) (Abras et al., 2016). Rachef et al (2005) estime qu'en Algérie toutes les superficies cultivées en fève sont attaquées par la bruche et occasionne d'importants dégâts où 64% des graines sont infestées.



Figure 7: Graines bruchées de la fève (Abras et al., 2016)

7.2.4.2.2. Sitone (*Sitona lineatus* Linnaeus, 1758)

La sitone est une espèce qui est régulièrement rencontrées sur la culture de la fève et d'après Rachef et al(2005), les premières apparitions s'observent dès les premières feuilles 4 à 6 et poursuivent leur développement jusqu'à la maturation des gousses (Fig. 8). Ce charançon envahit les parcelles de fève en volant depuis des zones refuges et ce sont les larves qui occasionnent le plus de dégâts en détruisant les nodosités (Abras et al., 2016).



Figure 8: Encoches semi-circulaires sur le bord des feuilles causées par la sitone (Abrás et al., 2016).

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

Le puceron noir s'attaque à toutes les parties de la plante et préfère les extrémités des plantes nouvellement cultivées pour déposer des larves (Stoddard et al., 2010). Il forme des colonies en manchons sur les tiges de la plante (Fig. 9). Ils apparaissent fréquemment vers le début de la floraison ; ceux-ci affaiblissent les plantes, en pompant la sève, et ont un impact sur le rendement qui peut être réduit de 1,2 T/ha (Abrás et al., 2016).



Figure 9: Manchons de pucerons noirs sur la tige de fève (Originale, 2024)

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

Introduction

Les pucerons constituent un groupe d'insectes très important. Il existe plus de 4700 espèces dans le monde (Fraval, 2006). Les plus connus sont : le puceron vert du pêcher (*Myzus persicae* Sulzer, 1776), le puceron vert et rose de la pomme de terre (*Macrosiphum euphorbiae* Thomas, 1878), le puceron du melon et du coton (*Aphis gossypii* Glover, 1877), le puceron de la digitale et de la pomme de terre (*Aulacorthum solani* Kaltenbach, 1843) et le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*) qui sont tous plus ou moins polyphages (Hullé et al., 1999). Les pucerons ont la capacité de coloniser diverses familles botaniques de plantes (Fereris et al., 2017) et constituent un des groupes d'insectes les plus nuisibles en régions tempérées.

1. Distribution

Le puceron noir est répandu presque partout dans le monde (Esmacili-Vardanjani, 2013). Il se trouve partout en Europe, en Asie occidentale, en Afrique et en Amérique du Sud (Meradsi, 2018). Sa présence a été constatée particulièrement en Océanie où ce puceron est considéré comme un insecte de quarantaine. Par conséquent, des mesures ont été mises en place pour le repérer rapidement et empêcher sa propagation (Anonyme, 2015). Sa grande distribution est due à son caractère généraliste et à sa capacité à se développer sur une large gamme de plantes hôtes (Emden et Harrington, 2017).

2. Position systématique

Selon Cabi (2022), l'espèce *A. fabae* appartient au :

Règne	Animalia
Phylum	Arthropoda
Classe	Insecta
Ordre	Hemiptera
Sous-Ordre	Sternorrhyncha
Super-famille	Aphidoidea
Famille	Aphididae
Genre	<i>Aphis</i>
Espèce	<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763

3. Caractères morphologiques

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous, de petite taille, mesurant entre 2 à 4mm avec un corps ovale légèrement aplati (Tanya, 2002). Le corps du puceron est divisé en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (Fig. 10) (Singh et Singh, 2021).

La tête est bien séparée sous la forme ailée, mais pas sous la forme aptère ; elle possède deux antennes de longueur très différentes de 3 à 6 articles, qui s'insèrent directement sur le front ou sur des tubercules frontaux (Tanya, 2002 ; Fraval, 2006).

Le thorax est composé de trois parties : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Chaque partie porte une paire de pattes. Chez la forme ailée, on trouve deux paires d'ailes (Turpeau-Ait Ighil et al, 2011).

L'abdomen Il comporte dix segments difficiles à différencier. Le plus souvent, Le cinquième segment possède une paire cornée dorso latérale (Siphons ou Nectaires) dont la forme, la longueur et la pigmentation varient selon les espèces, Le dernier segment de l'abdomen forme la queue (la cauda) qui sert à l'épandage de miellat (Turpeau Ait Ighil et al,2011 ; Fraval, 2006).

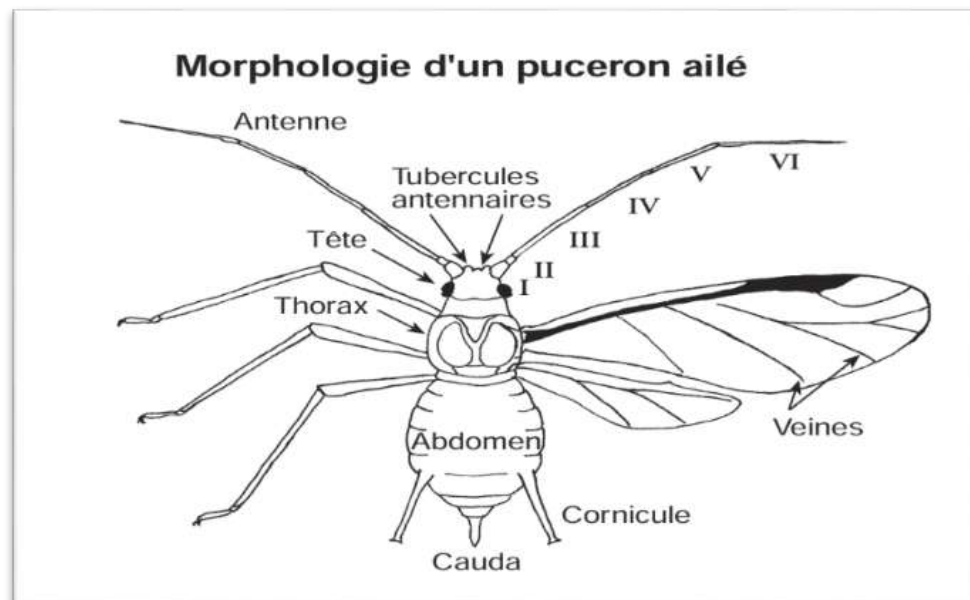


Figure 10: Morphologie d'un puceron ailée (Boivin et Godin,2000).

A. fabae sous sa forme aptère est un puceron globuleux, trapu, noir mat à verdâtre, avec trois paires de taches blanches cireuses sur l'abdomen. Il mesure environ 2 mm (Fig. 11a). L'ailé a un corps plus allongé que celui de l'aptère. Il possède des antennes courtes, de longueur environ les deux tiers du corps (Fig. 11b). L'abdomen est foncé avec des taches blanches et des

sclérites marginaux noirs. Les cornicules sont courtes et noires. La cauda est courte, trapue et noire (Turpeau et al., 2011)

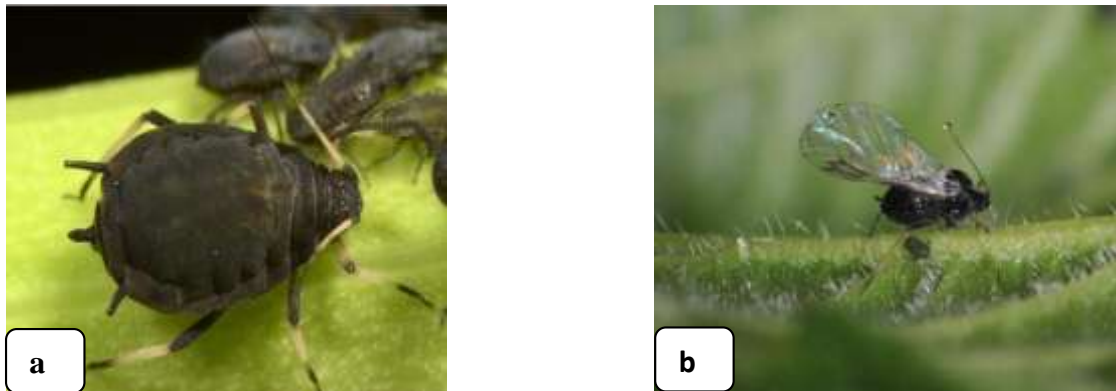


Figure 11: Forme aptère(a) et ailée (b) d'*Aphis fabae* (Thorez, 2008)

4. Caractères biologiques des pucerons

4.1. Stade de développement

Les pucerons ont quatre stades larvaires semblable aux adultes, mais plus petits. Ils ont le même mode de vie et causent les mêmes types de dégâts. Les stades larvaires sont séparés par des mues qui permettent une croissance longitudinale, ce sont donc des insectes à métamorphose incomplète (hétérométabole) (Sullivan, 2005).

A. fabae passe par 4 stades larvaires comme tous les pucerons. Les larves peuvent devenir adultes aptères ou ailés (Fig. 12). Une larve peut être identifiée par ses caractères juvéniles : la tête est large par rapport au corps, la queue est assez courte et arrondie (plutôt qu'allongée), les antennes et les cornicules sont peu développées (Godin et Boivin, 2000) et les fourreaux alaires sont présents chez les larves du 3ème et 4ème stade larvaire qui donneront des adultes ailés (appelées nymphes) (Dedryver, 2010).

Les pucerons sont des insectes avec des temps de génération courts. Le développement de la larve de la naissance au stade adulte dure de 8 à 10 jours, selon les conditions climatiques. Chez certaines espèces, il peut se dérouler en 5 jours (Goggin, 2007 ; Turpeau-Aït Ighil, 2010).

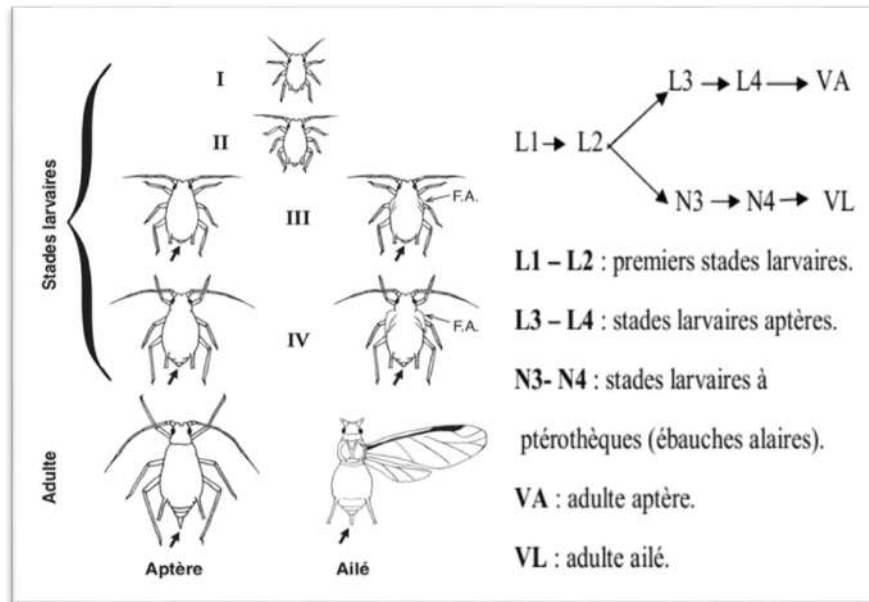


Figure 12: Stades de développement des pucerons (Boivin et Godin,2000)

4.2. Cycle biologique

Le cycle de vie d'*A. fabae* a la caractéristique d'être hétéroecique, c'est à dire qu'il présente une alternance entre une plante hôte primaire, le fusain d'Europe *Euonymus europaeus*, et une plante hôte secondaire comprenant plusieurs espèces végétales.

Le cycle de vie commence avec l'émergence d'une femelle fondatrice aptère au printemps (Fig. 13A), celle-ci se reproduit parthénogénétiquement durant le printemps sur la plante hôte, le fusain d'Europe, et donne naissance aux individus matures vivipares (Fig. 13B) qui peuvent être ailées ou aptères. Lorsque la densité des pucerons atteint son maximum ou que les nutriments se raréfient, les ailées (Fig. 13C) migrent vers les plantes hôtes secondaires. Ensuite se produisent des générations successives de vignoparas aptères (Fig. 13D) ou de vignoparas ailées (Fig. 13E) qui ont une grande capacité de multiplication perdurant jusqu'à l'automne. Au moment où les conditions deviennent défavorables, les migrants de l'automne ou gynoparas (Fig. 13F) se déplacent de nouveau vers la plante hôte primaire où se reproduisent les femelles sexuelles ou aptères ovipares (Fig. 13G) par l'accouplement avec des mâles ailés (Fig. 13H). Durant l'hiver, les œufs (Fig. 13I) sont déposés et restent jusqu'au printemps suivant où le cycle se répète (Sullivan, 2005). Les pucerons sont plurivoltins, ils peuvent avoir selon les conditions climatiques jusqu'à 20 générations par an. Les ailés assurent la dispersion de l'espèce pendant la phase de multiplication clonale (Fraval, 2006).

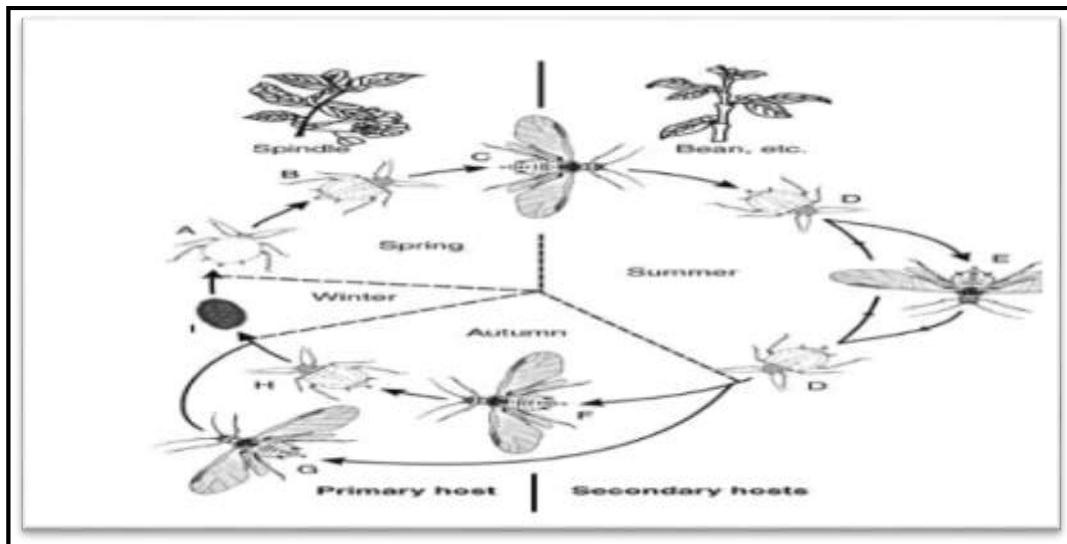


Figure 13: Cycle hétéroecique d'un puceron noir de la fève (Sullivan, 2005)

5. Comportement alimentaire

Les pucerons ont la capacité de coloniser les parties aériennes et sub-aériennes de la plante. Les colonies se trouvent principalement sur les jeunes pousses et les pousses terminales tendres, ainsi que sur la face inférieure des feuilles (Singh et Singh, 2021). Ils possèdent des pièces buccales de type piqueur-suceur qu'ils insèrent dans la plante pour s'alimenter. Le système alimentaire est composé d'un labium modifié, qui prend la forme du rostre et possède une gaine de stylets composée de quatre stylets (deux stylets mandibulaires et deux stylets maxillaires). Ces derniers percent l'épiderme des cellules végétales pour atteindre le phloème et absorber la sève à travers leur pointe qui est composée de deux canaux. Finalement, le miellat, sous forme liquide, est excrété par le puceron (Fig. 14) (Digilio et Guerrieri, 2008).

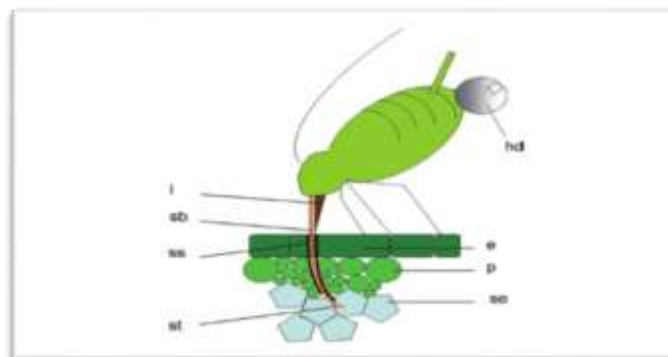


Figure 14: Représentation schématique du système alimentaire d'un puceron (Digilio et Guerrieri, 2008)

l-labium modifié, ss-gaine de stylets sb-quatre stylets (deux stylets mandibulaires et deux stylets maxillaires), se-épiderme des cellules végétales, st-canal, hd- miellat.

6. Dégâts

Les pucerons sont considérés parmi les insectes ravageurs les plus importants induisant des pertes économiques notables. L'infestation par le puceron noir de la fève sous forme de colonies en manchons peut réduire le rendement de plus de 50 % (Hansen et al., 2008). Le comportement alimentaire cause des dégâts directs et indirects sur les plantes colonisées.

6.1. Dégâts directs

Les dégâts directs comprennent des altérations morphologiques telles que la production de gales causées par une prolifération et une expansion anormales des cellules des tissus vasculaires. De plus, des chloroses et des nécroses apparaissent (Goggin, 2017). L'activité de succion et de prélèvement de sève entraîne un manque de vigueur de la plante, une réduction de sa croissance qui peut entraîner sa mort et une réduction significative du rendement (Singh et Singh, 2021).

Les pucerons peuvent également modifier le métabolisme de la plante. Ils injectent de la salive pour contrer les réactions de défense de la plante, cette salive contient des protéines qui suppriment les défenses de la plante en inhibant la coagulation des protéines du phloème (Saguez et al., 2013).

6.2. Dégâts indirects

Les pucerons causent également des dégâts indirects en excréant sous forme de gouttelettes le liquide sucré appelé miellat (Wäckers, 2005). Ce dernier, recouvre les stomates ce qui cause des dérèglements des processus physiologiques comme la respiration cellulaire, la transpiration et la photosynthèse. Les perturbations de la photosynthèse réduisent la croissance et le rendement de la plante (Goggin, 2017). La fumagine, un champignon de couleur noirâtre (*Capnodium* spp) qui se développe sur les feuilles, est également favorisée par le miellat. Cela réduit la respiration, le taux photosynthétique et la valeur commerciale des fruits ou des légumes atteints (Singh et Singh, 2021).

La transmission de virus, qui peut réduire considérablement les rendements des cultures, est une autre conséquence indirecte de l'alimentation du puceron sur la plante (Field et al., 2017). Les virus affectent les processus physiologiques des plantes en réduisant le taux de photosynthèse, en réduisant la teneur en chlorophylle (jaunisse) et en augmentant le taux de respiration (Radwan et al., 2008).

7. Moyens de lutte

D'après Lambert (2005), avant de lutter contre les maladies et les ravageurs des cultures, il faut prévenir et ce par des méthodes culturales à savoir l'élimination des mauvaises herbes du champ et le contrôle de toutes les nouvelles plantes introduites, la surveillance des parcelles qui aident à détecter les pucerons ailés entrant de l'extérieur ou provenant de source existante.

La lutte physique consiste à provoquer une augmentation de la température qui empêche le développement des pucerons mais n'endommage pas la plante. Le choc thermique créé par la fermeture de l'ouverture de la serre pendant plusieurs heures (3 heures) est très efficace. Dans ces conditions, les températures peuvent atteindre 45°C, ce qui peut tuer environ 90 jeunes populations de pucerons sans endommager les cultures (Rabasse, 1979).

La lutte chimique est traditionnellement la méthode de lutte la plus utilisée pour le contrôle des parasites. Actuellement, les néonicotinoïdes et les pyréthroïdes sont les principales molécules utilisées pour lutter contre les pucerons. Cependant, l'utilisation généralisée et fréquente de ces insecticides a stimulé l'émergence de résistances et une perte d'efficacité (Foster et al., 2014).

La lutte biologique peut utiliser les ennemis naturels des ravageurs. Ces ennemis naturels des pucerons proviennent de divers groupes taxonomiques : les champignons entomopathogènes, les insectes parasitoïdes et les prédateurs (Fig. 15) (Snyder et Ives, 2003 ; Stenberg, 2017).

Plusieurs espèces auxiliaires appartenant à différentes familles de prédateurs (Syrphidae, Coccinellidae, Chrysopidae, Miridae, Carabidae) et de parasitoïdes (Aphelinidae, Braconidae) sont utilisées pour lutter contre les pucerons (Brodeur et al., 2017). Les prédateurs peuvent s'alimenter de plusieurs espèces de pucerons. Ils peuvent réduire la densité des populations de pucerons de façon significative. La majorité des parasitoïdes sont des insectes endoparasites, dont les larves et les nymphes se développent à l'intérieur des pucerons. Ces derniers meurent à la fin du développement des parasitoïdes (Hance, 2017).

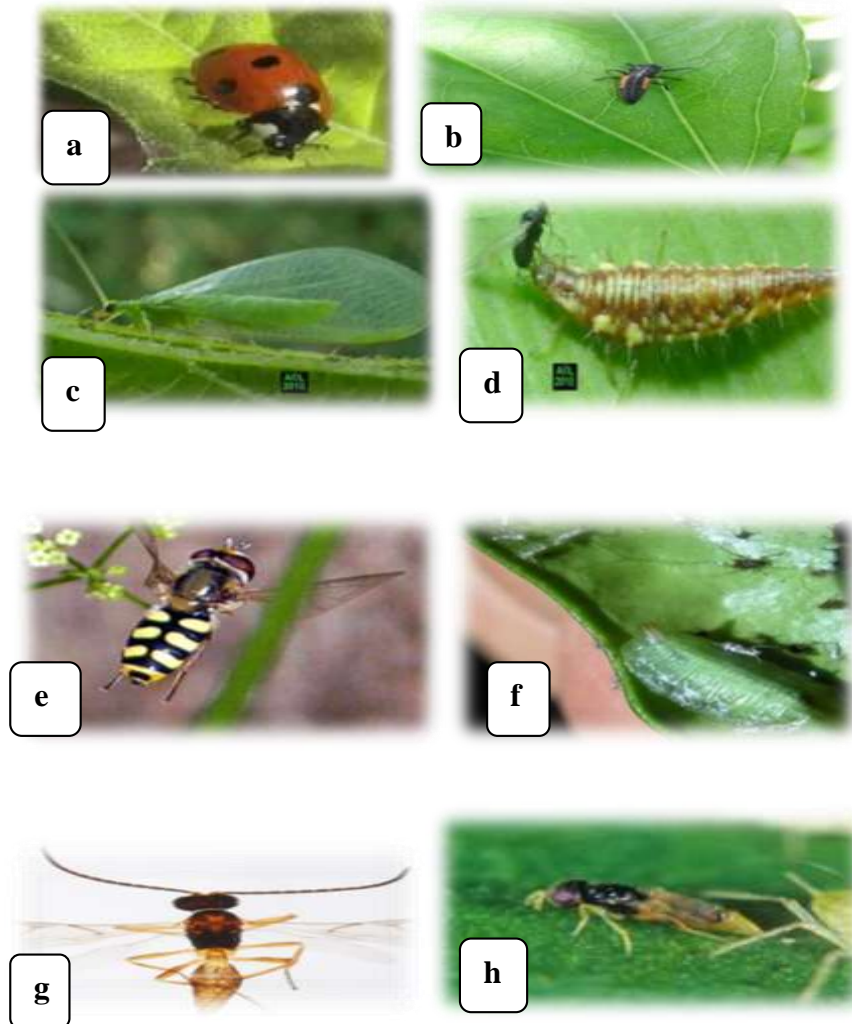


Figure 15: Principaux prédateurs et parasitoïdes de pucerons (Fraval,2006)

a-Adulte de Coccinelle, b- Larve de coccinelle, c-Adulte de Chrysope, d- Larve de Chrysope, e- Adulte de Syrphe, f- Larve de syrphe, g-Aphidiinae, h-*Aphelinus abdominalis*.

La lutte biologique peut être également effectuée avec des insecticides naturels. Selon Fravel (2005), les biopesticides et les bioinsecticides sont des produits antiparasitaires utilisés en agriculture pour éliminer les parasites et les concurrents des plantes (champignons, insectes, bactéries, mauvaises herbes). Certaines plantes auraient des propriétés vermifuges ou insecticides et seraient donc utilisées par l'homme pour lutter contre les insectes (Savadogo et al., 2016). Ces plantes sont connues pour leur capacité à synthétiser des métabolites secondaires aux propriétés insecticides et peuvent être utilisés pour lutter contre les ravageurs ou les vecteurs (Acheuk et al., 2017).

Chapitre III
Matériel et méthodes

La présente partie regroupe le matériel utilisé ainsi que la méthodologie adoptée pour la réalisation de cette étude qui a été réalisée au niveau du laboratoire d'Ecologie, Biotechnologie et Santé (EBS) de la Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

1. Etude de l'effet biocide des extraits aqueux

1.1. Matériel

Le matériel utilisé lors de cette étude est représenté par :

1.1.1. Matériel de laboratoire :

Le matériel de laboratoire utilisé (Fig. 16) est représenté par :

- Des boîtes de Pétri.
- Un tissu perforé (moustiquaire) pour recouvrir la boîte de Pétri et empêcher les pucerons de s'échapper.
- Du papier filtre humidifié déposé à l'intérieur de la boîte de Pétri pour offrir de l'humidité aux pucerons.
- Des élastiques pour fixer le tissu sur la boîte de Pétri.
- Des étiquettes collées sur la surface de la boîte indiquant le mode d'application du traitement (contact ou ingestion), le nom de l'extrait de la plante utilisée et la dose de traitement.
- Un pinceau fin pour prendre et poser délicatement les pucerons noirs sur les feuilles de fève.
- Une loupe manuelle pour compter les pucerons.
- De l'eau distillée.
- Des pulvérisateurs.
- Des pipettes de 1 à 10 ml (Fig. 16).



Figure 16: Matériel de laboratoire (Originale, 2024)

1.1.2. Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé lors de l'étude est :

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

Des colonies du puceron noir de fève *A. fabae* ont été collectées à partir des feuilles de fèves infestées (Fig. 17). Des individus à l'état larvaire et adulte ont été prélevés sur des plants de *V. fabae* dans la région de Timizart.



Figure 17: Plants de fève infestés par *A. fabae* (Originale, 2024)

1.1.2.2. Fève *V. faba*

Dans cette étude, nous avons utilisé des feuilles saines (non attaquées par les pucerons) prélevées dans les champs de fève de la région de Timizart.

1.1.2.3. Extraits végétaux

Trois plantes spontanées sont utilisées. La mélisse et l'inule visqueuse qui ont été récoltées durant le mois d'avril dans la région de Timizart situé à 39.8 km de Tizi-Ouzou à une altitude de 800 m et le pistachier lentisque qui a été récolté toujours durant le mois d'avril dans la région de Tirmatine situé à 14.2km de Tizi-Ouzou à une altitude de 700 m.

Les critères de sélection de ces plantes sont leur disponibilité dans notre région ainsi que leur utilisation comme un antibiotique naturel.

1.1.2.3.1. Présentation du Pistachier lentisque

1.1.2.3.1.1. Classification

Selon Guignard et Dupont (2004), le pistachier lentisque appartient au :

Règne	Plantae.
Embranchement	Spermatophytes.
Sous-embranchement	Angiospermes.

Classe	Dicotylédones Vraies Supérieures.
Sous-classe	Rosidées.
Ordre	Sapindales.
Famille	Anacardiaceés.
Genre	<i>Pistacia</i> .
Espèce	<i>Pistacia lentiscus</i> Linnaeus, 1753

1.1.2.3.1.2. Description

Le lentisque est un arbuste à feuilles persistantes, avec une forte odeur âcre de résine et une croissance très lente. Il possède une hauteur de 2 m, et peut atteindre la taille d'un arbre dans les zones humides et abritées (Munné-Bosch et Peñuelas, 2003). Ses feuilles sont persistantes et paripennées, avec 4 à 10 paires de folioles ovales, allongées, vertes foncées et brillantes dessus, plus pâles, plus ternes en dessous, devenant violette en hiver (Fig. 18). Les fleurs s'épanouissent en petits racèmes à l'aisselle des feuilles et le calice est pentalobé à 5 étamines, de couleur rougeâtre (Alloum, 2007). Le fruit est petit et globuleux ; c'est une drupe rouge qui devient noire à maturité vers novembre, il est comestible, rond, mesure environ 5 mm et contient un seul noyau à une seule graine (AïtYoussef, 2006).



Figure 18: Morphologie du Pistachier lentisque (Originale, 2024)

1.1.2.3.2. Présentation de la mélisse

1.1.2.3.2.1. Classification

Selon Gotez et Ghedira (2012), la mélisse est classée comme suivant :

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Embranchement	Magnoliophyta

Sous-embranchement	Magnoliophytina
Classe	Magnoliopsida
Sous- classe	Asteridoe
Ordre	Lamiales
Famille	Lamiaceae
Genre	<i>Melissa</i>
Espèces	<i>Melissa officinalis</i> Linnaeus, 1753

1.1.2.3.2.2. Description

La mélisse est un sous-arbrisseau vivace, en touffes robustes et mesurant environ 30 à 80 cm de hauteur environ (Gotez et Ghedira, 2012). Les racines sont assez ligneuses et courtes, mais produisent de nombreux bourgeons adventifs (Boullard, 2001). Les tiges sont ramifiées et dressées, avec des feuilles ovales, opposées et largement dentelées (en forme de cœur avec des encoches à la base) de 5 à 8 cm de longueur et 4 à 5 de largeur, avec des parties supérieures couleur vert clair un peu jaunâtre et parfois vert foncé et plus claire sur la face inférieure (Fig. 19) (Aït Youssef, 2006). Elles présentent un aspect gaufré et une odeur citronnée. Les fleurs sont de forme irrégulière et de couleur blanche ou rose. Elles sont regroupées en verticilles axillaires, et possèdent de courtes tiges à intervalle régulier (Gotez et Ghedira, 2012). Le fruit visible est un tétracaine brun, d'environ 0,2 mm de longueur, et composé de quatre parties séparées (Teuscher et al., 2005).



Figure 19: Morphologie de la mélisse (Originale, 2024)

1.1.2.3.3. Présentation de l'inule visqueuse

1.1.2.3.3.1. Classification

Selon Guignard (2001), la classification botanique de l'inule est la suivante :

Règne	Végétal
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes

Classe	Dicotylédones
Sous classe	Astérides
Ordre	Astérales
Famille	Astéracées
Genre	<i>Inula</i>
Espèces	<i>Inula viscosa</i> Linnaeus, 1753

1.1.2.3.3.2. Description

C'est une plante vivace à racines pivotantes, de croissance dressée, et de très grande taille (jusqu'à 1,50 m de hauteur). Les tiges sont bien ramifiées et deviennent ligneuses avec l'âge (Fig. 20). Les fruits sont des akènes poilus avec des grappes grisâtres (Bensegueni-Tounsi., 2001). La plante entière est couverte de poils glandulaires qui sécrètent une résine collante à l'arôme à odeur de camphre. Les fleurs sont regroupées en capitules (10-20 mm de diamètre). Il existe deux types de fleurs : Des fleurs à pétales soudés avec des rayures jaunes (ligulées) sur l'extérieur du capitule et des fleurs tubulaires jaunes orangés au centre du capitule (Reeb, 2010).



Figure 20: Morphologie de l'inule visqueuse (Originale, 2024)

1.2. Méthode de travail

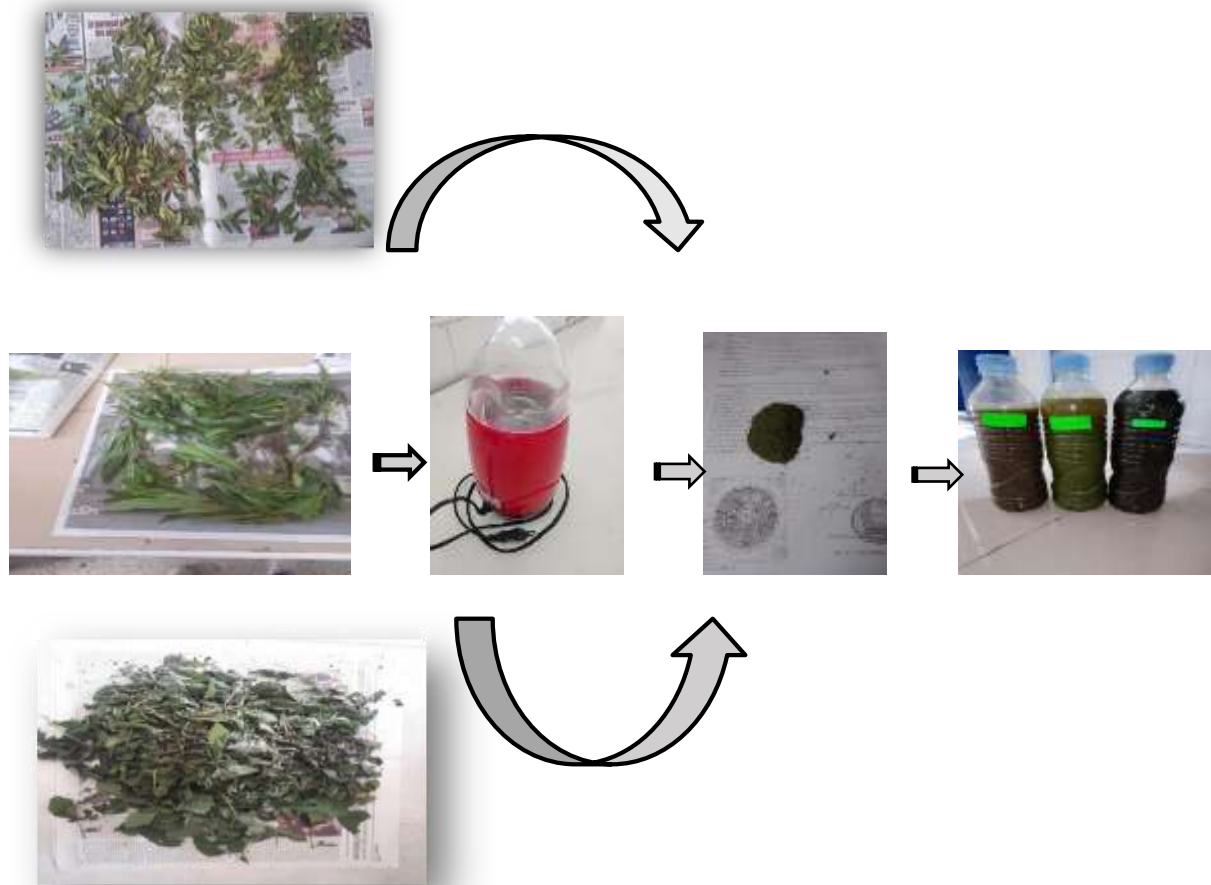
La méthodologie obtenue dans ce travail est la suivante

1.2.1. Préparation des extraits

Les feuilles des trois plantes sont séchées directement après la récolte sur du papier journal sec et propre à l'air libre à l'abri de la lumière, à une température ambiante et dans un endroit sec pendant deux semaines.

Les parties séchées sont broyées en une fine poudre à l'aide d'un broyeur électrique. La poudre obtenue est conservée dans un flacon en verre hermétiquement fermé à l'abri de l'air, de l'humidité et de la lumière. Nous avons procédé par la suite à la macération des poudres.

La préparation du macérât consiste à faire tremper 50g de poudre de chaque plante dans 1L d'eau distillée. Après 24h, les macérât sont filtrés à l'aide d'une passoire afin d'obtenir des extraits aqueux (Fig. 21).



Feuilles sèches	Broyage	poudre fine	Macération puis filtration
-----------------	---------	-------------	----------------------------

Figure 21: Méthodes d'obtention d'extraits aqueux (Originale, 2024).

1.2.2. Préparation des doses

6 doses dont la concentration varie en fonction de la dilution de la solution mère dans l'eau distillée sont employées :

La dose D0 : correspond au témoin qui est l'eau distillée.

La dose D1 : 10% correspond à 9ml d'eau distillée pour 1ml de l'extrait.

La dose D2 : 20% correspond à 8ml d'eau distillée pour 2ml de l'extrait.

La dose D3 : 30% correspond à 7ml d'eau distillée pour 3ml de l'extrait.

La dose D4 : 40% correspond à 6ml d'eau distillée pour 4ml de l'extrait.

La dose D5 : 50% correspond à 5ml d'eau distillée pour 5ml de l'extrait.

La dose D6 : 100% correspond à l'extrait pur.

1.2.3. Application des traitements

Nous avons placé du papier filtre humidifié dans les boîtes de Pétri, puis nous avons déposé deux feuilles de fève saines dans chaque boîte sur lesquelles nous avons déposé délicatement 30 pucerons avec un pinceau (Fig. 22).



Figure 22: Dépôt de pucerons sur les feuilles de la fève saines (Originale,2024).

Le traitement a été réalisé le 08/05/2024 dans les conditions de laboratoire. Deux modes d'application ont été effectués. Le premier, par contact, en pulvérisant les trois extraits à différentes doses (10%, 20%, 30%, 40%, 50% et 100%) sur les populations de pucerons. Le deuxième, par ingestion, en trempant les feuilles de fève saines dans les solutions aqueuses des trois extraits avec les différentes doses. Les pucerons ont été déposés sur ces feuilles (Fig. 23). Les mêmes traitements ont été appliqués pour le témoin avec de l'eau distillée.



Figure 23: Application des traitements sur les pucerons (Originale, 2024).

1.2.4. Dénombrement de la population d'*Aphis fabae*

Le comptage des populations de pucerons est effectué après le traitement à l'aide d'une loupe manuelle et d'une épingle (Fig. 24).

Les observations sont faites quotidiennement et tous les individus morts et vivants sont comptés.



Figure 24: Dénombrements des pucerons (Originale, 2024).

1.2.5. Analyse statistique

Selon Bouras et Benhamza (2013), l'analyse statistique est effectuée à l'aide de deux critères de classification et de traitement pour déterminer l'efficacité des résultats obtenus dans les tests insecticides.

Les données collectées à partir de trois répétitions de chaque expérience ont été analysées statistiquement à l'aide du logiciel STAT BOX version 6,3. Les analyses réalisées sont la variance (ANOVA) et le test de Newman-Keuls avec un seuil de signification ($P = 5\%$) pour déterminer la relation entre les extraits de plantes et les concentrations utilisées.

Si la probabilité (p) est :

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

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

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

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

2. Analyse qualitative de la composition des trois extraits testés

Cette étude sera complétée par un screening phytochimique.

2.1. Matériel

Cette partie sera réalisée à l'aide de matériel composé d'un ensemble d'appareils ; réactifs chimiques et verreries. L'analyse est effectuée sur les trois plantes utilisées pour l'évaluation de l'effet biocide.

2.2. Méthodes

Diverses méthodes sont utilisées pour caractériser les substances bioactives présentes dans les plantes testées au niveau de laboratoire communel. Après avoir séchées les feuilles des trois plantes puis les avoir réduites en poudre fine à l'aide d'un broyeur électrique, nous avons réservé la poudre obtenue dans des récipients en verre fermé à l'abri de l'air et de l'humidité.

La caractérisation des substances bioactives est faite soit par précipitation soit par coloration. Ainsi, les tests sont effectués soit sur la poudre, soit sur l'infusé à 5%. La méthode utilisée est celle de Tona et al. (1998) et Longaga et al. (2000).

2.2.1. Préparation de l'infusé à 5%

L'infusé est préparé comme suit : Ajouter 5g de la poudre de chaque extrait à 100 ml d'eau distillée puis filtrer la solution en utilisant du papier filtre ; diluer le filtrat obtenu à 100 ml d'eau distillée.



Figure 25: Préparation de l'infusé à 5 % (Originale, 2024)

2.2.2. Identification des tanins totaux

Pour déterminer la présence de tanins totaux, ajouter quelques gouttes d'une solution de FeCl_3 (chlorure ferrique) à 5% à 5 ml de chaque infusé. L'apparition d'une couleur bleue noire indique une réaction positive.

2.2.3. Identification des tanins galliques

Ajouter 5g d'acétate de sodium et quelques gouttes de FeCl_3 à 5 ml de l'infusé. L'apparition d'une couleur bleue foncée indique une réaction positive.

2.2.4. Identification des flavonoïdes

Ajouter 5ml d'HCL, un coupon de zinc et 1ml d'alcool isoamylique à 5ml de l'infusé. L'apparition d'une couleur rouge orangée indique une réaction positive.

2.2.5. Identification des anthocyanes

Ajouter quelques gouttes d'HCL à 5ml de l'infusé. L'apparition d'une couleur rouge indique une réaction positive.

2.2.6. Identification des saponosides

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

2.2.7. Identification des mucilages

Ajouter dans un tube à essai contenant 1 ml de l'infusé 5 ml d'éthanol absolu. La formation d'un précipité floconneux indique une réaction positive.

2.2.8. Identification des polyphénols

Ajouter quelques gouttes de FeCl_3 à 2% à 2 ml d'infusé. L'apparition d'une couleur bleue noirâtre indique la présence des polyphénols.

2.2.9. Identification des sucres réducteurs

Ajouter 5 ml de réactif de Fehling A et B à 5 ml d'infusé. La solution est mise au bain marie pendant 3 minutes. L'apparition d'un précipité rouge brique indique une réaction positive.

2.2.10. Identification des caroténoïdes

Ajouter 3 ml d'HCL et 3 ml de H_2SO_4 à 10 ml de l'infusé dans un tube à essai. Une couleur vert bleu indique la présence des caroténoïdes.

2.2.11. Identification des glucosides

Peser 2g de poudre végétale après l'avoir humecté avec quelques gouttes d'acide sulfurique (H_2SO_4). L'apparition d'une couleur rouge brique indique une réaction positive.

2.2.13. Identification des protéines

Dans un bécher, mélanger 1g de poudre végétale et 2 ml d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 20 %. Ajouter ensuite quelques gouttes de $CuSO_4$ à 2%. La réaction donne une couleur violette avec une teinte rougeâtre en présence.

Chapitre IV
Résultats et discussion

Cette partie de l'étude consiste à présenter et interpréter toutes les valeurs numériques obtenues et les observations effectuées durant notre expérimentation afin d'évaluer l'effet biocide de trois extraits végétales : le pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), la mélisse (*Melissa officinalis*) et l'inule visqueuse (*Inula viscosa*). L'efficacité de ces extraits aqueux est évaluée par l'évolution de la mortalité des individus de pucerons exposés par deux modes d'application à des doses différentes des trois solutions. L'efficacité de ces derniers est testée en fonction de plusieurs paramètres, à savoir la dose le temps et le mode de l'application et la nature de l'extrait.

1. Résultats

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

Les résultats présentés dans cette partie concernent l'effet des trois extraits suivant deux modes d'application sur les populations de pucerons au fil du temps.

1.1.1. Extrait de l'inule visqueuse

1.1.1.1. Par voie de contact

La figure 26 montre l'efficacité de l'extrait de l'inule visqueuse par voie de contact au fil du temps sur les populations de pucerons.

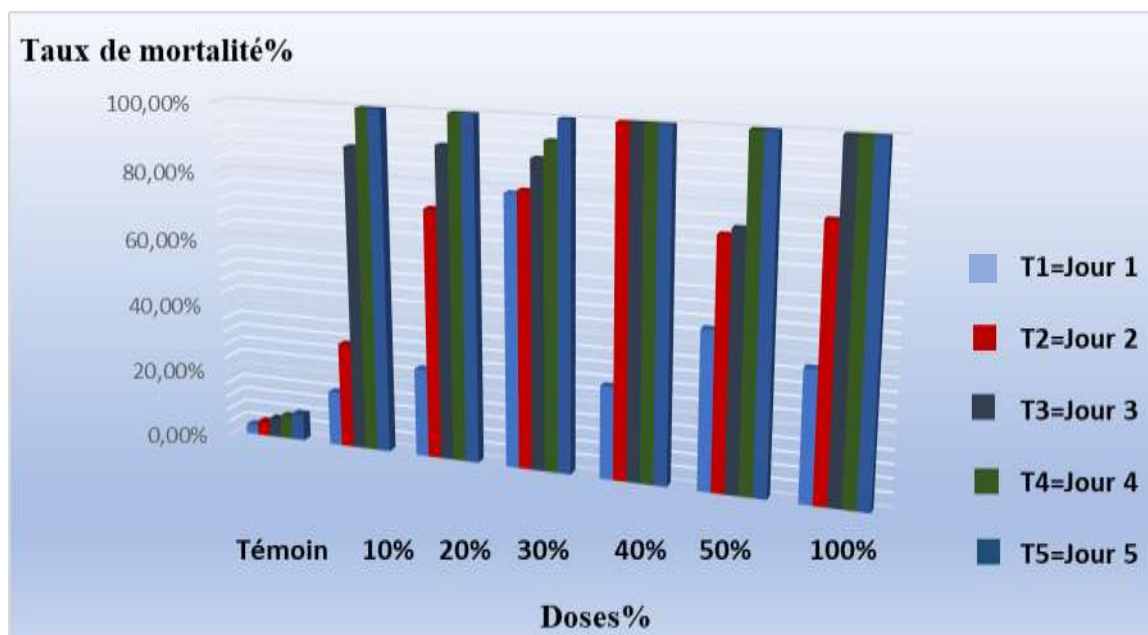


Figure 26: Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de l'inule visqueuse par voie de contact, en fonction du temps après le traitement

Les résultats illustrés par la figure ci-dessus montrent un taux de mortalité faible juste après l'application. L'efficacité de l'extrait de l'inule visqueuse sur les populations de pucerons

(*A. fabae*) augmente en fonction du temps pour le mode d'application par contact. L'évolution temporelle de la mortalité des populations d'*A. fabae* est nettement plus élevée à la cinquième observation, à savoir 5 jours après le traitement.

L'analyse de la variance des résultats enregistrés sur les populations traitées par cet extrait par voie de contact montre que la variabilité de la mortalité en fonction du temps a un effet significatif avec une probabilité de $P = 0.01$ au risque d'erreur à 5%. Cependant la dose ainsi que l'interaction entre les deux facteurs (dose x temps) n'ont aucun effet significatif sur la mortalité avec des probabilités de $P = 0.2$ et $P = 0.07$ respectivement (Annexe 1).

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, regroupe le facteur temps en trois groupes homogènes avec la moyenne la plus élevée de 51,83 pour le 5^{ème} jour après le traitement. Le temps T5 appartient de ce fait au groupe A (Annexe 4).

1.1.1.2. Par voie d'ingestion

La figure 27 montre l'efficacité de l'extrait de l'inule visqueuse par voie d'ingestion au fil du temps sur les populations de pucerons.

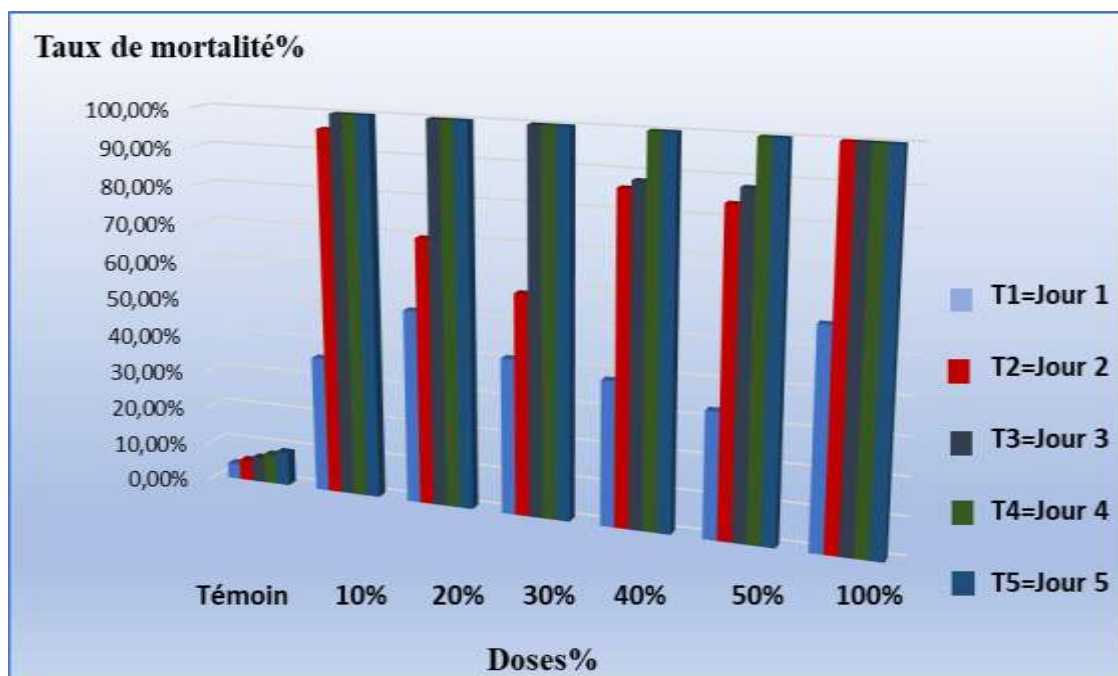


Figure 27: Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de l'inule visqueuse par voie d'ingestion en fonction du temps après le traitement.

Les résultats de la figure 28 montrent que l'efficacité de l'extrait de l'inule visqueuse par ingestion sur les populations d'*A. fabae* augmente progressivement avec le temps. Ce qui suggère que les pucerons mettent du temps pour ingérer et métaboliser l'extrait. Cependant, une augmentation significative de la mortalité est observée au bout de 2 jours après le traitement.

L'analyse de la variance des résultats enregistrés sur les populations traitées par l'extrait de l'inule visqueuse montre que la variabilité de la mortalité en fonction du temps est très hautement significative avec une probabilité de $P = 0,0001$ au risque d'erreur à 5%. La dose ainsi que l'interaction entre les deux facteurs (dose x temps) ont un effet significatif sur la mortalité avec des probabilités de $P = 0.02$ et $P = 0.05$ respectivement (Annexe2).

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, regroupe le facteur temps en trois groupes homogènes avec la moyenne la plus élevée de 51,83 pour le 5^{ème} jour après le traitement. Le temps T5 appartient de ce fait au groupe A (Annexe 4).

1.1.2. Extrait de mélisse

1.1.2.1. Par voie de contact

La figure 29 montre l'efficacité de l'extrait de la mélisse par voie de contact au fil du temps sur les populations de pucerons.

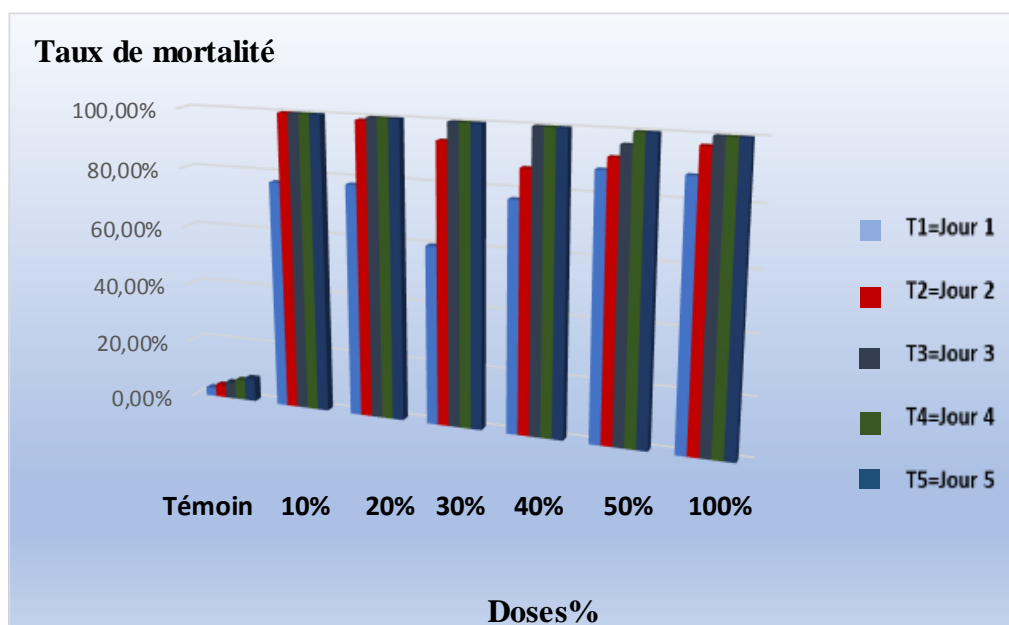


Figure 28: Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de mélisse par voie de contact en fonction du temps après le traitement

La figure montre l'efficacité de l'extrait de mélisse appliqué par voie de contact sur les populations d'*A. fabae* au fil du temps. Dès le premier jour un taux de mortalité élevée est observé, indiquant que l'extrait a un effet immédiat sur les pucerons par contact. La mortalité augmente rapidement pour atteindre son maximum après 2 jours de traitement, montrant une efficacité continue de l'extrait.

L'analyse de la variance des résultats enregistrés sur les populations traitées par l'extrait de mélisse par voie de contact montre que la variabilité de la mortalité en fonction du temps est très hautement significative de $P = 1.086 \times 10^{-13}$ au risque d'erreur à 5%. La dose ainsi que l'interaction entre les deux facteurs (dose x temps) sont très hautement significatives sur la mortalité avec des probabilités de $P = 0.001$ et $P = 0.000002$ respectivement (Annexe 5).

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, regroupe le facteur temps en trois groupes homogènes avec la moyenne la plus élevée de 55.37 pour le 5^{ème} jour après le traitement. Le temps T5 est classé dans le groupe A (Annexe 8).

1.1.2.2. Par voie d'ingestion

La figure 30 montre l'efficacité de l'extrait de mélisse par voie d'ingestion au fil de temps sur les populations de pucerons.

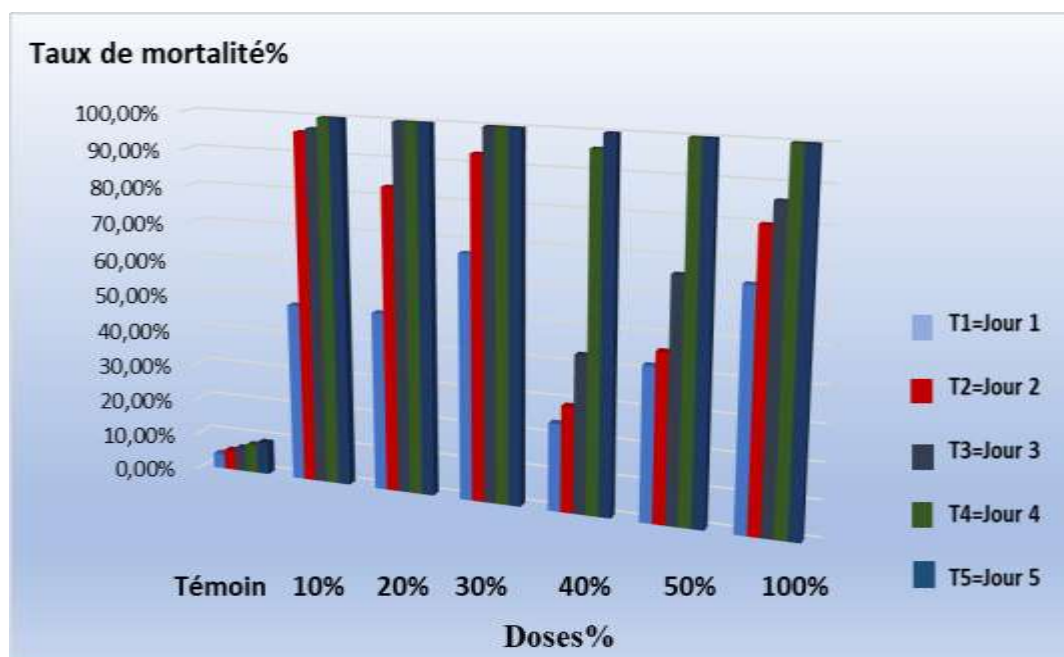


Figure 29: Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de mélisse par voie d'ingestion en fonction du temps après le traitement.

Les résultats illustrés dans la figure 30 indiquent une mortalité initiale faible immédiatement après l'application, ce qui est attendu car les pucerons doivent ingérer l'extrait pour qu'il soit efficace mais pour les doses les plus fortes (50% et 100%), une mortalité plus rapide est observée. La mortalité commence à augmenter significativement après 2 jours, ce qui suggère que les pucerons ont commencé à consommer l'extrait et à en subir les effets.

L'analyse de la variance des résultats enregistrés sur les populations traitées par cet extrait par voie d'ingestion montre que la variabilité de la mortalité en fonction du temps est très

hautement significative avec une probabilité de $P= 0.00001$ au risque d'erreur à 5%. La dose ainsi que l'interaction entre les deux facteurs (dose x temps) sont très hautement significatives avec des probabilités de $P = 0.001$; $P = 0.0001$ respectivement (Annexe 6).

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, regroupe le facteur temps en trois groupes homogènes avec la moyenne la plus élevée de 55.37 pour le 5^{ème} jour après le traitement. Le temps T5 est classé dans le groupe A (Annexe 8).

1.1.3. Extrait de pistachier lentisque

1.1.3.1. Par voie de contact

La figure 31 montre l'efficacité de l'extrait de pistachier par voie de contact au fil du temps sur les populations de pucerons

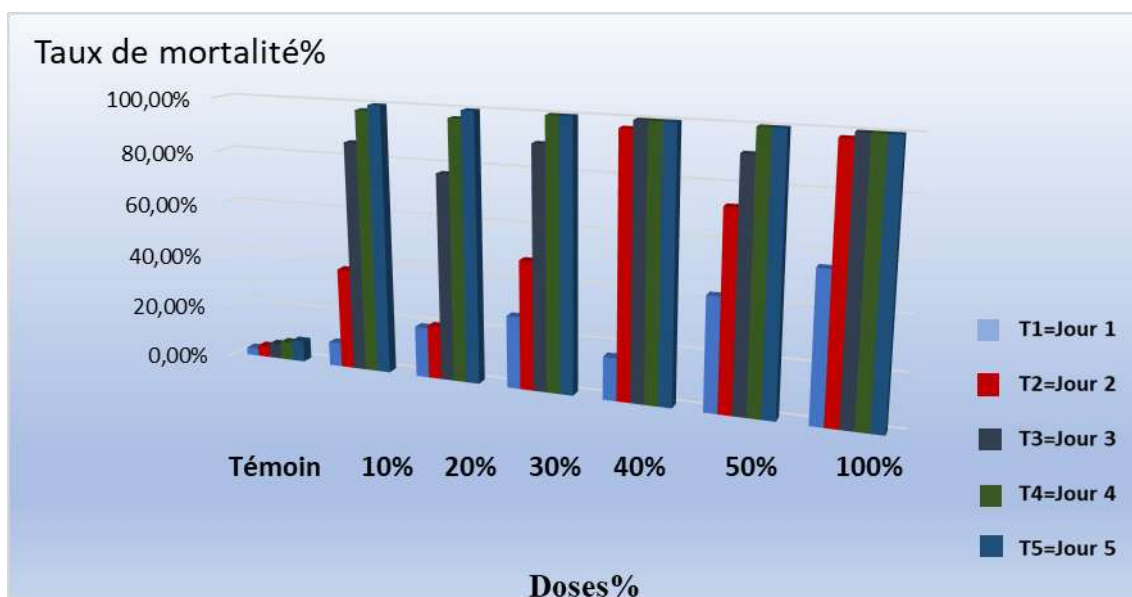


Figure 30: Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de pistachier par voie de contact en fonction du temps après le traitement.

La figure 31 illustrant l'évolution de l'efficacité de l'extrait de pistachier appliqué par voie de contact sur les populations du puceron noir de la fève au fil du temps, montre que juste après l'application de l'extrait, le taux de mortalité est relativement faible pour les faibles doses par rapport au fortes doses (50% et 100%). Cependant, cette mortalité augmente progressivement au fil du temps, avec une mortalité totale au 5^{ème} jour pour toutes les doses.

L'analyse de la variance des résultats enregistrés sur les populations traitées par l'extrait de pistachier lentisque par voie de contact montre que la variabilité de la mortalité en fonction du temps est très hautement significative avec une probabilité de $P= 0.001$ au risque d'erreur à

5%. Cependant la dose n'a aucun effet significatif $p=0.1$, ainsi que l'interaction entre les deux facteurs (dose x temps) $p=0.0002$ ont un effet très hautement significatif (Annexe 9).

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, regroupe le facteur temps en trois groupes homogènes avec la moyenne la plus élevée de 45,17 pour le 5^{ème} jour après le traitement. Le temps T5 fait partie du groupe A (Annexe 12).

1.1.3.2. Par voie d'ingestion

La figure 32 montre l'efficacité de l'extrait du pistachier par voie d'ingestion au fil du temps sur les populations de pucerons.

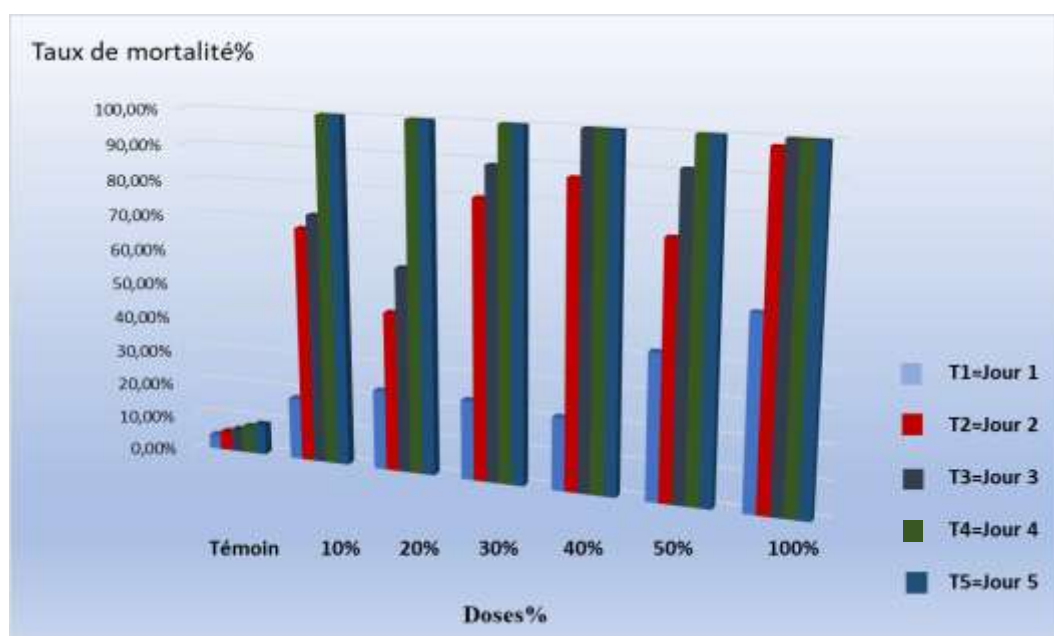


Figure 31: Mortalité des individus d'*A. fabae* traités à l'extrait de pistachier par voie d'ingestion en fonction du temps après le traitement.

La figure 32 représentant l'évolution de l'efficacité de l'extrait de pistachier administré par voie d'ingestion sur les populations du puceron noir de la fève au fil du temps, montre un taux de mortalité relativement faible pour les doses de 10%, 20% et 30%. Cependant, après le 2^{ème} jour, la mortalité commence à augmenter de manière significative.

L'analyse de la variance des résultats enregistrés sur les populations traitées par l'extrait de pistachier par voie d'ingestion montre que la variabilité de la mortalité en fonction du temps est très hautement significative avec une probabilité de $P=0.005$ au risque d'erreur à 5%. La dose a un effet significatif $p=0.01$, ainsi que l'interaction entre les deux facteurs (dose x temps) ont un effet très hautement significatif avec un $P=0.00006$ respectivement (Annexe 10).

Le test de Newman et Keuls, au seuil de signification de 5%, regroupe le facteur temps en trois groupes homogènes avec la moyenne la plus élevée de 45,17 pour le 5^{ème} jour après le traitement. Le temps T5 fait partie du groupe A (Annexe 12).













1.2. Etude de la composition des plantes testés














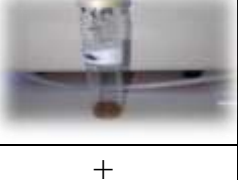







1.2.1. Résultats des analyses qualitatives de la composition de trois extraits testés

Les tests phytochimiques réalisés ont permis de mettre en évidence la présence ou l'absence de différents principes actifs à partir de tests de solubilité utilisant des solvants polaires, des réactions de coloration et de précipitation, ils sont représentés par (+), (-) et (+++).

(-) : absence de substance ; (+) : existence de substance ; (+++) : teneurs très élevées en substance. Ces tests sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 3: Résultats des tests phytochimiques des trois extraits végétaux.

Métabolites secondaires	Réactifs	Extraits aqueux		
		La mélisse	Le pistachier	L'inule visqueuse
Tanins totaux	Chlorure ferrique à 5%	+	+++	+++
				
Tanins galliques	Acétate de sodium+chlorure ferrique	+	+++	+
				
Flavonoïdes	HCL+ coupon de zinc+Alcool isoamilique	-	-	-
				
Anthocyanes	HCL	-	-	-
				

Saponosides	Acétate de plomb	+++	+++	+++
				
Mucilages	Ethanol absolue	-	-	-
				
Polyphénols	Chlorure ferrique à 2%	++	+++	+++
				
Sucres réducteurs	Réactif Fehling A et B	-	-	-
				
Caroténoïdes	HCL+H2SO4	-	-	+
				
Glucides	H ₂ SO ₄	+	+	+
				
Protéines	NaOH+CuSO ₄	-	-	-
				

L'ensemble des résultats enregistrés indiquent une composition riche et diversifiées en métabolites secondaires avec une grande abondance de tanins, de saponines et de polyphénols. Les anthocyanes, les mucilages, les sucres réducteurs et les protéines sont absents. Les caroténoïdes sont présents uniquement dans l'extrait d'inule (Tab. 3).

2. Discussion

Les résultats de cette étude démontrent que les extraits aqueux de l'inule visqueuse, la mélisse et le pistachier lentisque possèdent une activité biocide contre les pucerons *A. fabae*. L'efficacité des extraits varie en fonction du mode d'application (contact et ingestion), du temps et de la nature de ces extraits (composition chimique).

Plusieurs études et travaux sont menés dans ce sens prouvant l'activité biocide des extraits aqueux issus des plantes contre des nombreux ravageurs.

Les résultats de l'étude de Ben Halima-kamel (2001) montrent que l'évolution des populations d'*A. gossypii* au cours du temps subit une régression sous l'effet de traitement avec les extraits de margousier (*M. azedarach*) et l'ortie (*U. urens*), Cette régression des pullulations est significative après 24h d'exposition. Le taux de mortalité est le plus élevé est noté avec l'extrait de *Melia azedarach*, ce qui montre l'effet variable des extraits végétaux sur le contrôle des populations de pucerons. Nos résultats sont similaires à ceux de Bekhti et Belkacem (2013) qui montrent que la mortalité du puceron noir de la fève traitée avec des extraits d'ail, de lavande dentée et de menthe poivrée augmente avec le temps. Ainsi, dans le premier extrait le nombre moyen de pucerons morts est passé de 187,8 individus 3 jours après traitement à 252,6 individus morts (6 jours après traitement). Pour le deuxième extrait le nombre de pucerons morts est passé de 151,6 individus morts (3jours après traitement) à 166,9 pucerons morts (6jours après traitement). Pour l'extrait de menthe après 3 jours de traitement 15,2 pucerons étaient mortes, et après 6 jours de traitement 112,6 pucerons étaient morts.

Les tests d'Abdjalil et al. (2017) ont démontré l'efficacité de l'extrait de sauge contre le puceron noir de la fève, ce qui est encourageant quant au potentiel d'utilisation de ces extraits comme moyen de lutte biologiques contre *Aphis fabae* pour éviter tout traitement par les pesticides conventionnels qui ont des effets néfastes sur l'homme et l'environnement.

L'étude de Zahaf (2016) a montré que l'extrait méthanoïque de *Nicotiana glauca* a un effet insecticide très significatif sur les pucerons noirs de la fève (*Aphis fabae*), mais l'efficacité varie en fonction de la concentration utilisée et du temps. L'extrait a provoqué une mortalité de 100% dès le 2ème jour de contact à des concentrations de 50% et 100%.

En outre, plusieurs études au niveau du laboratoire d'entomologie de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou sur l'activité bio insecticide de certaines lamiacées (Si Ahmed, 2019) et certaines espèces d'agrumes (Sid Ali, 2019), vis-à-vis le puceron noir de la fève ont montré l'efficacité de ces extraits contre ce ravageur.

Les résultats de Bitouche (2015) montrent que parmi les espèces d'ombellifères testées, le biocide à base de céleri est plus efficace avec un taux de mortalité de 100% dès la dose de 30%. Selon cet auteur, les solutions à base de persil et de coriandre semblent avoir la même toxicité vis-à-vis d'*A. fabae*.

Les résultats obtenus révèlent que par voie de contact, l'extrait aqueux à base de la mélisse a montré l'effet insecticide le plus rapide sur *A. fabae* avec un taux de mortalité atteignant 100% dès le deuxième jour, et dès la dose de 10%. Par voie d'ingestion, c'est l'extrait à base de l'inule visqueuse qui se montre le plus efficace avec une mortalité totale dès le troisième jour pour toutes les doses (10%, 20%, 30%, 40%, 50% et 100%). Ces différences d'efficacité pourraient être attribuées à la variation de la composition phytochimique et des modes d'action des composés bioactifs présents dans chaque extrait comme démontrent les résultats d'Ondet et Salva en 2005, qui montrent que l'effet thérapeutique des traitements à base d'extraits végétaux vis-à-vis des insectes piqueurs suceurs diffère selon la nature et la composition chimique de l'extrait utilisé. En effet, l'étude qualitative (Screening phytochimiques) des extraits montrés que les trois extraits testés possèdent une composition chimique propre à chacun d'eux.

Les plantes produisent des composés secondaires (terpènes, alcool, polyphénols...etc.) qui sont considérés comme un moyen de défense de plante contre divers ennemis (Auger et al., 1999). L'utilisation de ces composés végétaux comme bio insecticides dans la protection des cultures contre les insectes a fait l'objet de nombreuses recherches notamment dans les régions tropicales (Arthur, 1996). D'après Amlan et Patra (2010), plus de 200.000 structures métabolites secondaires ont été identifiées. Ces structures jouent un rôle important dans l'odorat et la protection de la plante contre les ravageurs (Kamra et al., 2006).

Les analyses phytochimiques des trois extraits révèlent une composition riche et variée en métabolites secondaires. Ces derniers jouent un rôle important dans leur activité biocide. En effet, la présence de tanins, de saponines et de polyphénols, connus pour leurs propriétés insecticides, pourrait expliquer l'efficacité biocide de ces extraits. Les proportions des composés bioactifs varient entre les extraits. L'inule visqueuse et le pistachier lentisque et la mélisse sont particulièrement riches en tanins et saponines, tandis qu'une teneur élevée en caroténoïdes

présente uniquement dans l'extrait de l'inule visqueuse. Ces différences de composition pourraient contribuer aux variations d'efficacité observées. Il est vraisemblable que les métabolites secondaires contenus dans les plantes testées dans notre étude, ont contribué dans la limitation du nombre des aphides installés sur les feuilles de la fève.

Fleuriet et al. (2005) signalent que les composés phénoliques sont largement mentionnés dans la protection contre certaines maladies en raison de leur interaction possible avec de nombreuses enzymes et de leurs propriétés antioxydantes. Les flavonoïdes (un groupe au sein des polyphénols) ont un goût désagréable qui repousse certains insectes et joue un rôle protecteur chez les plantes (Ghedabda et al., 2015).

Les substances produites par les plantes agissent sur les phytophages de manière très différente. Elles peuvent être repoussantes, toxiques ou même indigestes et peuvent être aussi mortelles. A cet effet, elles peuvent représenter des solutions de contrôle alternatives. Leurs propriétés et leur relative innocuité pour l'environnement en font des composés très intéressants pour les futurs traitements phytosanitaires (Chiasson et Beloin, 2007).

Conclusion

Cette étude porte sur l'évaluation de l'effet biocide de trois plantes : le pistachier lentisque, la mélisse et l'inule visqueuse sur les populations du puceron noir de la fève (*Aphis fabae*) dans le but de trouver une alternative à la lutte chimique utilisée de façon abusive et la valorisation des substances naturelles végétales responsables de cette activité.

Les résultats obtenus révèlent une action insecticide certaine des extraits testés vis-à-vis des pucerons. Les traitements par contact et par ingestion ont montré des taux de mortalité élevés pour toutes les doses, avec une mortalité totale qui dépend du temps et de l'extrait.

Les trois extraits végétaux testés présentent une nette différence dans leur effet biocide vis-à-vis de ce ravageur. L'extrait de *Melissa officinalis* s'est avéré être le plus efficace avec une mortalité accrue après 2 jours de traitement. Le mode d'action par contact entraîne généralement une mortalité plus rapide et plus élevée que par ingestion, ce qui suggère que les composés bioactifs affectent directement les pucerons par contact.

L'analyse phytochimique des extraits révèle la présence de divers métabolites secondaires tels que les tanins, les saponosides, les flavonoïdes et les acides phénoliques. Ces composés peuvent jouer un rôle important dans l'effet biocide des plantes.

Nos résultats montrent qu'*Inula viscosa*, *Melissa officinalis* et *Pistacia lentiscus* disponibles en tant que plantes spontanées peuvent constituer un outil alternatif prometteur pour la lutte contre les pucerons. Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour leur application dans la production des bioinsecticides.

Il serait très intéressant de poursuivre cette étude afin de préciser la nature du ou des composés responsables de cette activité. La voie reste ouverte vers la découverte de nouvelles plantes et par la suite de nouvelles molécules à effet aphicide. Il serait important d'étendre les recherches sur l'effet insecticide d'autres plantes locales sur d'autres ravageurs.

Références bibliographiques

A

- Abdelmula A. A., Link W., Kittlitz E. V et Stelling D. (1999).** Heterosis and inheritance of drought tolerance in faba bean, *Vicia faba* L. *Plant Breeding*, 118(6) : 485-490.
- Abedjalil H., Abboudi A. (2015).** Etude de l'effet in vitro et in vivo de l'extrait méthanoïque de *salvia officinalis* sur le puceron noir de la fève. Mémoire master en Agronomie. Protection des cultures. Univ Mostaganem. 67 p.
- Abras M., Cartryse C., Froidmont E., Jamar D., Rondia P., et Wavreille J. (2016).** La féverole: une légumineuse à graines riches en protéines et en énergie. Les protéagineux De la production à la valorisation, 23 p.
- Abu-Amer J. H., Saoub H. M., Akash M. W. Et Al-Abdallat A. M. (2010).** Variation génétique et phénotypique entre les variétés locales et les cultivars de féverole. *Journal international des sciences végétales*, 17(1) : 45-59.
- Acheuk F., Abdellaoui K., Lakhdari W., Dehliz A., Ramdani M., Barika F et Alouen R. (2017).** Potentiel bio-insecticide de l'extrait brut de la plante saharienne *Artemisia judaica* en lutte anti-vectorielle : Cas du moustique commun *Culiseta longiareolata*. *Journal Algérien des Régions Arides (JARA)*, 14 : 109-116.
- Aït Youssef M. (2006).** Plantes médicinales de Kabylie. Éditions Ibispress, Paris, France, 262 p.
- Alaoui B. (2000).** Référentiel pour la Conduite Technique de la fève (*Vicia faba* L). 92-101.
- Alghamdi S., Al- Shameri A. M., Migdadi H. M., Ammar M. H., El- Harty E. H., Khan M. A., et Farooq M. (2015).** Physiological and molecular characterization of faba bean (*Vicia faba* L.) Genotypes for adaptation to drought stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 201(6) : 401-409.
- Allala L., Bustillo A J., Gronenbon B., Aronson M., Timchenko T., Ventten H.J et Katul L. (2001).** Serological and molecular characterization of FBNYB in the major legumes in the center of Algeria. In Book of poster legumed. Grain legumes in the Mediterranean Agriculture. Rabbat Morocco.
- Alloum K. (2007).** Les plantes médicinales d'Algérie. Edition Berti, 240p.
- Amlan K. et Patra J.S. (2010).** A new perspective on the use of plant secondary metabolites To inhibit methanogenesis in the rumen *Phytochemistry*, 71 : 1198-1222.
- Amoussogbo Y. (1993).** Enquête sur l'usage des pesticides en cultures maraîchères au Sud-Bénin et expérimentation de trois nématicides dans la lutte contre les nématodes à galles (Doctoral dissertation, Thèse d'ingénieur agronome, FSA/UAC), Bénin. 116 p.

- Anonyme (2015).** Generic contingency plan :Exotic sap-sucking pests of grain (Version 1, May2015). Plant Health Australia, Canberra, ACT.
- Aouar-Sadli M., Louadi K et Doumandji S-E. (2008).** Pollination of the broad bean (*Vicia faba* L. Var.Major) (Fabaceae) by wild bees and honeybees (Hymenoptera: Apoidea) and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzou area (Algeria). African Journal of Agricultural Research. 3(4) : 266-272.
- Auger P., Tixier M. S., Kreiter S & Vergonjeanne H. (1999).** Effet acaricide du soufre sur *Tetranychus urticae* Koch en conditions contrôlées. Phytoma, la défense des végétaux, 515 : 24-29.
- Arthur F H. (1996).** Grain protectants: current status and prospects for the future.J.Stored Prod.Res, 32(4) : 293-302.

B

- Belhadj S. (1999).** Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation. Cahiers Options MED, 56 : 107-109.
- Ben Halima-Kamel M., Chaieb I., et Ben-Hamouda M.H. (2002). Sur l'utilisation d'extraits de plantes dans le contrôle de populations de pucerons sous abri. 162-165
- Benayache S. B. (1991).** Les flavonoïdes de *Inula viscosa* (L.) Plantes médicinales et phytothérapie. 25(4) : 170-176.
- Benayad N. (2013).** Évaluation de l'activité insecticide et antibactérienne des plantes aromatiques et médicinales Marocaines : Extraction de métabolites secondaires des champignons endophytiques isolés de plantes marocaines et activité anticancéreuse. Thèse de Doctorat : Université MOHAMMED V –AGDAL FACULTÉ DES SCIENCES RABAT. 33 p.
- Benazzeddine S. (2010).** Activité insecticide de cinq huiles essentielles vis-à-vis de *Sitophilus oryzae* (Coleoptera ; Curculionidae) et *Tribolium confusum* (Coleoptera ; Tenebrionidae) (Doctoral dissertation, Thèse de Magister. Université d'Algérie, 88 p.
- Ben-hammou N., Bekkara F. A. et Panovska T. K. (2008).** Activités antioxydantes et antimicrobiennes des extraits de *Pistacia lentiscus* et de *Pistacia atlantica*. Journal africain de pharmacie et de pharmacologie, 2(2) : 22-28.
- 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.10 : 1-25.

Références bibliographiques

- 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 Doctorat en Agronomie. Ecole National Supérieur Agronomique El Harrach Alger, 334 p.
- Bensalem G. (2015).** Lhuile de lentisque (*Pistacia lentiscus* L.) dans l'Est algérien : caractéristiques Physico-chimiques et composition en acides gras. Thèse de magister. Université de Constantine 117 p.
- Bensegueni T. L. (2001).** Étude in vitro de l'effet antibactérien et antifongique de *Inula viscosa*-*Lawsonia inermis*-*Asphodelus microcarpus*-*Aloevera*-*Juniperus oxycedrus*. Université de Constantine, 110 p.
- Besmouche L. A. (2017).** Adaptation à la déficience en phosphore chez la fève : Incidence sur la biodisponibilité du phosphore Dans la rhizosphère.
- Bitouche A. (2015).** Etude de l'effet biocide de trois extraits végétaux : la coriandre (*Coriandrum sativum*), le persil (*Petroselinum crispum*) et le céleri (*Aphium 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 de Tizi-Ouzou, 61 p.
- Godin C., Boivin G. (2002).** Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraîchères au Québec. Prisme consortium agriculture et agroalimentaire canada. 31 p.
- Boukemaya F., et Messaoudi F. (2016).** Etude phytochimique de la plante *Inula viscosa* L. (Asteraceae) et évaluation des activités insecticide et antimicrobienne de son extrait éthanolique brut. Mémoire de Master en Biochimie Appliquée. Université Boumerdès, 48 p.
- Boullard B. (2001).** Plantes Médicinales du Monde, Réalités et Croyances, Estem, Paris. 338 p.
- Bouras A., Benhamza S. (2013).** Impact de deux extraits végétaux, le basilic *Ocimum basilicum* et l'ail *Allium sativum*, dans la lutte contre la mineuse de la tomate *Tuta absoluta* sur six variétés de Tomate *Lycopersicon esculentum* sous abris plastique l'I.T.D.A.S. de Hassi Ben Abdellah Ouargla, Mémoire de Master académique, université Kasdi Merbah, Ouargla, 60 p.
- Boussad F et Doumandji S. (2004).** Inventaire et dégâts dus aux insectes sur quatre variétés de la fève à l'Institut Technique des Grandes Cultures d'Oued-Smar. 2ème journée protection des végétaux, 15 mars 2004. Dép. Zool. agri. for. inst. nati. Agro. El-Harrach, 65 p.

Références bibliographiques

- Boutaleb J. A. (2010).** Synthèse des résultats de recherche sur l'utilisation de quelques biopesticides d'origine végétale sur les cultures d'importance économique au Maroc. Proceeding du septième Congrès de l'Association Marocaine de Protection des Plantes. Rabat, Maroc, 2 : 377-389.
- Bouttet D., Boizet F., Chaillet I., Crosson P., Killmayer M., Pierre-Taupin B., Vacher C., Vannetzel E., Verdier JC. (2014).** Féverole de printemps et d'hiver -Guide de culture. Institut du végétal.
- Bouznad Z., Louanchi M., Allala L., Merabti N. (2001).** Données sur les maladies de la fève en Algérie : cas de la maladie de tache chocolat causée par *Botrytis* spp. Quatrième journées scientifiques et techniques phytosanitaires. I.N.A El Harrach, p2.
- Bozorgi M., Memariani Z., Mobli, M., Salehi-Surmaghi M. H., Shams-Ardekani M. R., & Rahimi R. (2013).** Five Pistacia species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): a review of their traditional uses, phytochemistry, and pharmacology. *The Scientific World Journal*, 1 : 1-31.
- Brault V., Blanc S., et Jacquot E. (2007).** Comment les pucerons transmettent des maladies virales aux plantes. *Biofutur*, 279 : 40-43.
- Brodeur J., Hajek A. E., Heimpel G. E., Sloggett J. J., Mackauer M., Pell J. K., et Harrington R. (2017).** Predators, parasitoids and pathogens. *Aphids as crop pests*, (Ed. 2), 261 p.
- Budenberg W. (1990).** Entomologia 'Honeydew as a contact kairomone for aphid parasitoids. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 55(2) : 139-148.

C

- Cabi (2022).** Invasive species compendium. *Aphis fabae* (Black bean aphid). Récupéré sur <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.6196>.
- Chaieb N., Bouslama M et Mars M. (2011).** Growth and yield parameters variability among faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *J. Nat. Prod. Plant Resour*, 1 (2) : 81-90.
- Chaux C. L., Foury C. L.(1994).** Productions légumières secs. Légumineuses potagères légumes et fruits. Tome 3. Technique et documentation Lavoisier, 13 p.
- Chaves M. M., Pereira J. S., Maroco J., Rodrigues M. L., Ricardo C. P. P., Osório M. L et Pinheiro C. (2002).** How plants cope with water stress in the field, Photosynthesis and growth. *Annals of botany*, 89(7) : 907.

- Chebili F et Chebiri S. (2021).** Effet biocide de l'huile essentielle de *Mentha piperita* sur les adultes mâles de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (Coleoptera: Bruchinae) durant la période de diapause (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri), 43 p.
- Chiasson H et Beloin N. (2007).** Les huiles essentielles, des biopesticides « Nouveau genre ». Bulletin de la Société d'Entomologie du Québec, 14(1) : 3-6.
- Ciccarelli D., Garbari F., et Pagni A. M. (2007).** Glandular hairs of the ovary : a helpful character for Asteroideae (Asteraceae) taxonomy, In Annales Botanici Fennici Finnish Zoological and Botanical Publishing Board, p1-7.
- Correia O. A et Catarino F. M. (1994).** Seasonal changes in soil-to-leaf resistance in *Cistus* sp. and *Pistacia lentiscus.*, 15 : 289-300.
- Couplen A et Marn C.(2009).** Jardinez au naturel. Le jardin plus bio facile. 249 p.

D

- Daoui K. (2007).** Recherche de strategies d'amélioration de l'efficience d'utilisation du phosphore chez la fève (*Vicia faba* L.) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc. Thèse de doctorat. Science agronomique et ingénierie biologie, 204 p.
- Dedryver C.A. (2010.).** Les pucerons : biologie, nuisibilité, résistance des plantes. Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques. ,p 23-26.
- Digilio M.C., Guerrieri E. (2008).** Aphid-plant interactions: A review. Journal of Plant, 3 (4) : 223-232.
- Dorette D, (2005).** The potentiel of ulocladin botrytis for biological control of orobranate bio control. USA: Ed. Koschel, 240 p.
- Döring T. F et Chittka L. (2007). Visual ecology of aphids—a critical review on the role of colours in host finding. *Arthropod-plant interactions*, 1 : 3-16.
- Douglas A.(2006).** Phloem-sap feeding by animals: problems and solutions. Journal of Experimental Botany,57(4) : 747-754.
- Doyle J., Luckow M.(2003).** The rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic next. *Plant Physioly*, 131(3) : 900-910.

E

- Eberhard T., Robert A et Annelise L. (2005).** Plantes aromatiques, épice aromates, condiments et huiles essentielles. Tec et Doc. Lavoisier. Paris France, 405 p.
- Emden H. F et Harrington R. (2017).** Aphids as Crop Pests, 2nd Edn Wallingford.131 p.

Emmanuel K.B. (2014). Evaluation des effets d'insecticides botaniques sur les pucerons noirs du haricot (*Aphis fabae*) à Goma en République Démocratique du Congo. 385 p.

Esmaeili-Vardanjani M., Askarianzadeh A., Saeidi Z., Hasanshahi G. H., Karimi J et Nourbakhsh S. H. (2013). A study on common bean cultivars to identify sources of resistance against the black bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae). Archives of Phytopathology and Plant Protection, 46(13) : 1598-1608.

F

Feknous S., Saidi F., et Said R. M. (2014). Extraction, caractérisation et identification de quelques métabolites secondaires actifs de la mélisse (*Melissa officinalis* L.). Nature & Technology, 11 :7.

Feliachi K. (2002). Le développement des légumineuses alimentaires et les perspectives de relance en Algérie. Proceedings of the du 2ème Séminaire du Réseau REMAFEVE/REMALA, «Le Devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb», Hammamet, Tunisie, 100 p.

Fereres A., Irwin M. E., Kampmeier G. E et Weisser W. W. (2017). Aphid movement: process and consequences. Aphids as crop pests, 196-224.

Fischer M. K., Völkl W et Hoffmann K. H. (2005). Honeydew production and honeydew sugar composition of polyphagous black bean aphid, *Aphis fabae* (Hemiptera: Aphididae) on various host plants and implications for ant-attendance. European Journal of Entomology, 102(2) : 155-160.

Fleuriet A., Jay-Allemand C et Macheix J. J. (2005). Composés phénoliques des végétaux un exemple des métabolites secondaires d'importance économique. Presses polytechniques et universitaires romandes, 121-216.

Foster S. P., Paul V. L., Slater R., Warren A., Denholm I., Field L. M et Williamson M. S. (2014). A mutation (L1014F) in the voltage-gated sodium channel of the grain aphid, *Sitobion avenae*, is associated with resistance to pyrethroid insecticides. Pest management science, 70(8) : 1249-1253.

Fraval A. (2006). Les pucerons. Insectes, 141(2) : 3-8.

Fravel D.R. (2005). Commercialization and implementation of biocontrol. Annu. Rev. Phytopathol, 43 : 337-359.

Loxdale H.D., Edwards O., Tagu . et Vorburger C. (2017). La génomique des pucerons et sa contribution à la compréhension des pucerons en tant que ravageurs des cultures. Les pucerons comme ravageurs des cultures CABI, Wallingford, Royaume-Uni.

G

- Ghedadba N., Hambaba L., Ayachi A., Aberkane M.C., Bousselsela H et Oueld-Mokhtar S.M. (2015).** Polyphénols totaux, activités antioxydante et antimicrobienne des extraits des feuilles de *Marrubium deserti* de Noé. *Phytothérapie*, 13(2) : 118-129.
- Geerts P., Toussaint A., Mergeai G et Baudoin J. P. (2011).** Phaseolus immature embryo rescue technology. *Plant embryo culture : methods and protocols*, 710 : 117-129.
- Girard C. (1990).** Féverole. *Techniques agricoles*, 16 p.
- Godin C., Boivin G. (2000).** Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraîchères au Québec,. *Agriculture et Agroalimentaire*, 4-30.
- Goetz P., Ghedira K. (2012).** Introduction à la phytothérapie anti-infectieuse. In *Phytothérapie anti-infectieuse*, 3-14.
- Goggin F. (2007).** Plant-aphid interactions: molecular and ecological perspectives. *CurrentOpinion in Plant Biology*, 10(4) : 399-408.
- Goggin F.(2017).** 'Feeding injury.', in H.F. van Emden . *Aphids as crop pests*. 2nd edn. Wallingford: CABI, 303-322.
- Graham P.H., Vance C.P. (2003).** Legumes: Importance and constraints to greater use. *Plant Physiol*, 131(3) : 872-877.
- Guerrieri E. et Digilio M. C. (2008).** Interactions puceron-plante : une revue. *Journal des interactions avec les plantes*, 3(4) : 223-232.
- Guignard J. L., et Dupont, F. (2011).** *Botanique : systématique moléculaire*. Elsevier Health Sciences. 13 Ed. Masson.Paris, 247-249.
- Guinochet M. et Devil Morin-R. (1984).** *Flore de France*. Editions, du CNR Paris.1879 p.

H

- Haif A. (1997).** Etude du parasitisme de *Lysiphlebus confusus* Hal. (Hymenoptera, Aphidiidae) sur *Aphis fabae* scop., (Homoptera, Aphididae). thèse D.E.U.A. spécialité protection des végétaux option zoologie Univ. Blida.
- Hamadache A., Ouffroukh. A. (1994).** Rapport de mission effectuée du 10 au 13 avril 1994 à biskra. . Alger.: Ed. inst. Gr. Cult. Et inst. Nati. Prot. Vég.
- Hamadache A. (1996).** Stratégie de lutte contre l'orobanche en culture de fève au Maghreb. . *Bulletin de liaison et d'information technique*, n°2.

- Hance T., Kohandani-Tafresh, F., et Munaut, F. (2017).** Biological control:Aphids as crop pests. 448–493.
- Hanelt P. M. (1989).** Biosystématique du genre *Vicia* L.(Leguminosae). Revue annuelle d'écologie et de systématique, 20(1) : 199-223.
- Hansen L. M., Lorentsen, L. et Boelt, B. (2008).** Comment réduire l'incidence des pucerons noirs du haricot (*Aphis fabae* Scop.) qui attaquent les féveroles biologiques (*Vicia faba* L.) en cultivant des variétés de haricots partiellement résistantes et en intercalant des féveroles avec des céréales. Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Science du sol et des plantes, 58(4) : 359-364.
- Heinen M. K. (2013).** Faba bean (*Vicia faba* L.) in ancient Egypt:A review of archaeological and archaeobotanical evidence. Vegetation History and Archaeobotany, 22(3) : 417-435.
- Hermoso-De-Mendoza, A. (2014).** Aphid management, electronico. Cajamar Caja Rural, 279-302.
- Hogervorst P. A.(2007).** Effects of honeydew sugar composition on the longevity of *Aphidius ervi*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 122(3) : 223–232.
- Huignard J., Glitho I. A., Monge J. P et Regnault-Roger C. (2011).** Insectes ravageurs des graines de légumineuses : Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Editions Quae.
- Hulle M., Turpeau E., Robert Y. et Monnet Y. (1999).** Les pucerons des plantes maraîchères : cycle biologique et activités de vol. Ed. INRA. Paris, 136 p.

K

- Kamra D.N., Agarwal N., et Chaudhary L.C. (2006).** Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds .International congress Series,1293 : 156-163.
- Khairi H., Temani R.(2009).** Mécanismes de protection des plantes de pois par des polysaccharides extraits d'une souche de *Rhizobium* contre *Orobanche crenata*. Thèse mémoire. Uni de MONASTIR , Inst Sup des Sciences Appliquées & Technologie de Mahdia , 40 p.
- Kharrat M., Amri I., Cherif M et Harrabi M. (1996).** Surveillance des maladies de la fève en Tunisie. In Proceeding du Symposium Régional sur les Maladies des Céréales et des Légumineuses alimentaires. Rabat, Morocco, 11-14.

- Kharrat M. (2002).** Etude de la virulence de l'écotype de Béja d'Orobanche foetida sur différentes espèces de légumineuses. In Proceedings of the 2nd seminar of REMAFEVE/REMALA Network ,30, 89 p.
- Kirk W. D. (2004).** Fève féverole. *Vicia faba*. Monde des abeilles, 85(3) : 60-62.
- Kolev N. (1976).** Les cultures maraichères en Algérie. Tome I. Légumes fruits. Ed. Ministre del'Agriculture et des Reformes Agricoles. 52 p.

L

- Laamari M., Khelfa L. et Cœur dacier A. (2008).** Resistance source to cowpea aphid (*Aphis craccivora* Koch) in broad bean (*Vicia faba* L.) Algerian landrace collection. African Journal of Biotechnology. 7 (14) : 2486-2490.
- Lambert L. (2005).** Les pucerons dans les légumes de serre : Des bêtes de sève. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, Québec.
- Laumonier R. (1979).** Tome III. Ed.J.B. Bailliere. 276 p.
- Lazrek-benfriha F. (2008).** Analyse de la diversité génétique et symbiotique des populations naturelles tunisienne de *Medicago truncatula* et recherche de QTL liés au stress salin. Thèse de doctorat, Sciences biologiques: Université de Toulous, 255 p.
- Levêque C et Mounolou J.C. (2001).** Biodiversité : Dynamique biologique et conservation. Ed. Dunod. 248 p.
- Link W., Hanafy M., Malenica N., Jacobsen H. J et Jelenic S. (2008).** *Faba bean* Compendium of transgenic crop plants : Transgenic legume grain and legumes.3 : 71-8.
- Longaga A., Otshudi-Vercruysse A., Foriers A. (2000).** Contribution aux études ethnobotaniques, phytochimiques des plantes médicinales traditionnellement utilisées dans le traitement de la dysenter et de la diarrhée dans la région de Lomola. République démocratique du Congo (RDC). Journal d'ethnopharmacologie ,71 : 411-423.

M

- Maatougui M.E.. (1996).** Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance. Rev. Cérééal, 29 : 6-14.
- Marcellos H. (2003).** Division of plant industries. Agfact, second édition, 12 p.
- Mattehawes. (2003).** Maladies champignon de la fève.
- Maufras J.Y. (1985).** Les maladies des fèves. Phytoma-Défence des cultures. 372 : 46-48.

Références bibliographiques

- Meradsi F., Laamari M. (2018).** Behavioral and biological responses of black bean aphid (*Aphis fabae*, Scopoli 1763) on seven Algerian local broad bean cultivars. . *Acta Agriculturae Slovenica*, 111 (3) : 535–543.
- Ifticene-Habani N. (2016).** Croissance radiale et sensibilité au climat du pistachier de l'Atlas, *Pistacia atlantica* Desf., en Algérie. *Bois & Forêts Des Tropiques*, 329 : 3-15.
- Mezani S. (2011).** Bioécologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh.(Coleoptera: Bruchidae) dans des parcelles de variétés de fèves différentes et de féverole dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). Doctoral dissertation. Université Mouloud Mammeri, 81 p.
- Minks, A. (1987).** Aphids: their biology, natural enemies, and control.
- More D., et White J. (2005).** *Acyclopédie des Arbres plus de 1800 Espèces et Variétés du Monde*, Flammarion, 18-24.
- Muehlbauer F. J et Abebe T. (1997).** *Vicia faba* L. New crop fact sheet. Center for New Crops and Plant Products. Purdue University, USA.
- Munné- Bosch S et Penuelas J. (2003).** Photo- and antioxidative protection during summer leaf senescence in *Pistacia lentiscus* L.grown under mediterranean field conditions. *Annals of Botany*, 92(3) : 385-391.

O

- Ondet J. et Salva C. (2005).** La lutte directe en agriculture biologique, pour maîtriser *Metcalfapruinosa*. Comparaison d'insecticide. Les techniques culturales simplifiées en agriculture biologique. Institut technique de l'agriculture biologique 70 : 7-10.
- Ouédraogo E. (2004).** L'utilisation des insecticides naturels dans la protection des cultures au Burkina Faso. Communication faite au CTR de l'INERA Di, 4, p 2.
- Ouffroukh A., Aggad H. (1996).** Identification des viroses affectant la fève (*Vicia faba* L.) en Algérie. Pp. 173-178. In : proceeding rehabilitation of faba bean. Ed by Berthenbreiter W et Sadiki M. Actes ED. Rabat (Marroco), 173-178

P

- Pérez-de-Luque A., Eizenberg H., Grenz J. H., Sillero J. C., Avila C., Sauerborn J. et Rubiales D. (2010).** Broomrape management in faba bean. *Field Crops Research*, 115(3) : 319-328.
- Peron J.Y. (2006).** Références. Production légumineuse. 2ème Ed. Duc, Paris, 613 p.
- Planquaert P.H. Et Girard G. (1987).** La féverole d'hiver, *Revue, I.T.C.F.* 3ème Trim. 32 p.

Q

Quézel P., et Santa S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. 570 p.

Quézel P., et Santa S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. Centre Nationale de la Recherche Scientifique, 965 p.

R

Rabasse J.M. (1985). Pucerons en cultures protégées, les problèmes posés et les moyens de les contrôler en Lutte intégrée. Défense des végétaux, 234 : 13-18.

Radwan D. E.M., Lu G., Fayez K.A et Mahmoud S. Y. (2008). Protective action of salicylic acid against bean yellow mosaic virus infection in *Vicia faba* leaves. Journal of plant physiology, 165(8) : 845-857.

Rachef S. A., Ouamer F et Ouffroukh A. (2005). Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (Identification et caractérisation). INRA, 16 : 36-41.

Reeb C.(2010). Plantes mellifères l'inule visqueuse. Abeilles et Fleurs, 720 : 19-20.

Roger R., et Philogene V.(2008). Biopesticides d'origines végétale. 2eme édition, la voisier.

Ronzon B. (2006). Biodiversité et lutte biologique. Comprendre quelques fonctionnements écologiques dans une parcelle cultivée, pour prévenir contre les pucerons de la salade. Mém. CES, Agriculture biologique, ENTA de Clermont Ferrand, 25 p.

Ryckewaert P., et Fabre F. (2002). Lutte intégrée contre les ravageurs des cultures maraichères à la Réunion. In Fifth Annual Meeting of Agricultural Scientists, 99 p.

S

Saadoun S.N. (2002). Types stomatiques du genre *Pistacia* : *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *atlantica* *Pistacia lentiscus* L. Natural Resources Laboratory, Boukhalfa, Tizi-Ouzou, Algérie. Options Méditerranéennes, Série A,63, 369 p.

Saguez J., Giordanengo P. et Vincent C. (2013). Aphids as major potato pests. In : P. Giordanengo, C. Vincent, & A. Alyokhin, eds. Insect Pests of Potato. Elsevier Inc. p31–63.

Sahli N. (2004). Evaluation de la diversité génétique d'une collection de *Botrytis fabae* Sard et *Botrytis cinerea* Pers. Agent de la maladie tache chocolat de la fève. Mem. Magister, I.N.A. El-Harrach, 135 p.

- Santos T. M. (2004).** Effet de l'extrait de neem sur le puceron du cotonnier. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39 : 1071-1076.
- Savadoغو S., Sambare O., Sereme A., et Thiombiano A. (2016).** Méthodes traditionnelles de lutte contre les insectes et les tiques chez les Mossé au Burkina Faso. *Journal of Applied Biosciences*, 105 : 10120-10133.
- Schillewaert S. V. (2017).** The effect of host plants on genotype variability in fitness and honeydew composition of *Aphis fabae*. *Insect Science*, 24(5) : 781–788.
- Si Ahmed Z. (2019).** Evaluation de l'effet bioinsecticide de quatre Lamiacées vis-à-vis du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera-Aphididae) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri, 55 p.
- Sid Ali Z. (2019).** Etude de l'effet biocide des extraits aqueux de l'oranger (*Citrus sinensis*), du citronnier (*Citrus limon*), du clémentinier (*Citrus clementina*) et du pamplemoussier (*Citrus maxima*) vis-à-vis du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri.50p.
- Sillero JC, Rojas M., Emeran A, Rubiales D. (2011).** Rust resistance in faba bean. *Grain legumes*. 56 : 27-28.
- Silue S., Jacquemin J M., Baudoin J P. (2010).** Utilisation des mutations induites pour l'étude de l'embryogenèse chez la fève *V. faba* biotechnol, *Agron .soc.Environ* . 195-205 .
- Simonneau D., Crosson Ph., Taupin P., Bouttet D., Chaillet I. (2012).** Bulletin Viticultures : Mode Opérateur Observations Féveroles Parcelles Fixes. 5. P14.
- Singh A. K., Bharati R. C., Manibhushan N.C et Pedpati A. (2013).** An Assessment Of Faba Bean (*Vicia Faba L.*) . Current Status And Future Prospect. *African Journal Of Agricultural Research*.8(50) :P6634-6641.
- Singh G ., Singh R. (2021).** Aphids. *Polyphagous Pests of Crops* ,p105-182.
- Singleton V L., Orhofer R et Lamuela-Raventos R M. (1999).** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Méthode. Enzymatique*.299 : 152-178.
- Snyder W. E. et Ives A. R. (2003).** Interactions entre ennemis naturels spécialistes et généralistes : parasitoïdes, prédateurs et lutte biologique contre les pucerons du pois. *Écologie*, 84(1) : 91-107.
- Stenberg J. (2017).** A Conceptual Framework for Integrated Pest Management. *Trends in Plant Science*, 22(9) : 759-769.
- Stoddard F.L., Nicholas A.H., Rubiales D., Thoma J et Villegas-Fernandez A.M. (2010).** Integrated pest management in faba bean. *Field crops research* 115(3) : 308-318.

Sullivan D.J. (2005). ‘Aphids’, in Encyclopedia of Entomology. Dordrecht: Springer Netherlands, p127-146.

T

Tanya D. (2002). Aphids. Bio-Integral Resource Center, Berkeley.

Tata L. (2011). Etude de l’efficacité des extraits aqueux du piment, du tabac et du papayer sur les pucerons Verts ravageurs de la tomate dans les conditions écologiques de Goma, Mémoire inédit, FSA, UNIGOM, 76 p.

Teuscher E., Anton R. et Lobstein A. (2005). Plantes aromatiques : Épices, aromates, condiments et leurs huiles essentielles. Tec & Doc.Paris,p285-289.

Thorez J.P. (2008).Pucerons, mildiou, limaces: prévenir, identifier, soigner bio. Ed. Terre Vivante, Mens, France.

Turpeau Ait Ighil E., Chaubet B., Dedryver C., Hullé.M.(2011). Les pucerons des grandes cultures : cycles biologiques et activités de vol, Ed Quae. Acta, p33- 35

Turpeau-Aït Ighil E., Hullé M et Chaubet B. (2010). Puceron et milieu. Encyclo’Aphid. [Www.inra.fr/encyclopedie-pucerons.](http://www.inra.fr/encyclopedie-pucerons)

V

Verdú M et García-Fayos P. (1998). Ecological causes, function, and evolution of abortion and parthenocarpy in *Pistacia lentiscus* (Anacardiaceae). Canadian Journal of Botany, 76(1) : 134-141.

W

Wäckers F.L. (2005). Suitability of (extra-) floral nectar, pollen, and honeydew as insect food sources. Plant-provided food for carnivorous insects: a protective mutualism and its applications, 17-74.

Wäckers F. (2000). Do oligosaccharides reduce the suitability of honeydew for predators and parasitoids. A further facet to the function of insect-synthesized honeydew sugars, 90(1) : 197–201.

Wang H. F., Zong X. X., Guan J. P., Yang T., Sun, X. L., Ma, Y., & Redden, R. (2012). Genetic diversity and relationship of global faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm revealed by ISSR markers. Theoretical and applied genetics, 124 : 789-797.

Wathman F. (1967). Fleurs du bassin méditerranéen. Paris: VI ème édition.

Webster B., Bruce, T., Dufour, S., Birkemeyer C., Birkett M., Hardie J et Pickett J. (2008).

Identification of volatile compounds used in host location by the black bean aphid, *Aphis fabae*. *Journal of chemical ecology*, 34 : 1153-1161.

Webster B., Bruce T., Pickett J et Hardie J. (2010). Volatiles functioning as host cues in a

blend become nonhost cues when presented alone to the black bean aphid. *Animal Behaviour*, 79(2) : 451-457.

Z

Zahaf H. (2016). Activité insecticide de l'extrait méthanoïque de *Nicotiana glauca* sur le puceron noir De la fève (*Aphis fabae*). Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem. 61 p.

Zaghouane O., Adjout N., Bouchata K., Buhaouchine L., Branki N. et Seran N. (2000). La

réhabilitation et le développement des légumineuses alimentaires dans le cadre du plan national de développement agricole. *Céréaliculture*, 34 : 61-67.

Zaidi A et Mahiout B. (2012). Voyage au cœur des aliments. 200 p.

Zeguerrou R.G. (2010). Recueil des plantes médicinales dans la région des Ziban. CRSTRA, 25 p.

Annexes

Annexe

Tableau 1 : Analyse de la variace(Dose,temps) de l'extrait inule visqueuse par voie de contact.

	CM	DDL	VALEUR F	PROBA
Var Facteur 1	2717.9	5	1.4901	0.2
Var Facteur 2	4519.7	3	4.1345	0.01
Var Facteur 1* Facteur 2	9370.7	15	1.7144	0.07
Var résiduelle	17490.7	48		

Tableau 2 : Analyse de la variance(Dose,temps) de l'extrait inule visqueuse par voie d'ingestion.

	CM	DDL	VALEUR F	PROBA
Var Facteur 1	1344.6	5	2.9021	0.2
Var Facteur 2	2314.4	3	8.3251	0.0001
Var Facteur 1* Facteur 2	2584.9	15	1.8596	0.05
Var résiduelle	4448.0	48		

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

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENE		
5.0	D5	34.388	A		
4.0	D4	26.117	A		
3.0	D3	22.493		B	
2.0	D2	22.089		B	
1.0	D1	3.552			C

Tableau 4 : Résultats du test NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur temps de l'extrait d'inule visqueuse sur la mortalité d'*A. fabae*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENE		
5.0	t5	51.83	A		
4.0	t4	29.878		B	
3.0	t3	21.234			C
2.0	t2	17.773			C

Annexe

1.0	t1	12.575			C
-----	----	--------	--	--	---

Tableau 5 : Analyse de la variance (dose ,temps) de l'extrait de mélisse par voie de contact

	CM	DDL	VALEUR F	PROBA
Var Facteur 1	1195.0	5	4.5308	0.001
Var Facteur 2	6846.5	3	43.2638	1.086 ^e -13
Var Facteur 1* Facteur 2	3670.0	15	4.6382	2.323 ^e -15
Var résiduelle	2532.0	48		

Tableau 6 : Analyse de la variance (dose ,temps) de l'extrait de mélisse par voie d'ingestion

	CM	DDL	VALEUR F	PROBA
Var Facteur 1	807.44	5	3.2743	0.01
Var Facteur 2	1638.28	3	11.0726	0.00001
Var Facteur 1* Facteur 2	2937.56.	15	3.9708	0.001
Var résiduelle	2367.33	48		

Tableau 7 : Résultats du test NEWMAN et KEULS pour l'effet du facteur dose de l'extrait de la mélisse sur la mortalité d'*A. fabae*.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENE		
5.0	D5	37.769	A		
4.0	D4	34.764	A		
3.0	D3	33.678	A		
2.0	D2	20.684		B	
1.0	D1	3.552			C

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

Annexe

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENE		
5.0	t5	55.372	A		
4.0	t4	49.007		B	
3.0	t3	37.004			C
2.0	t2	13.110			C
1.0	t1	11.805			C

Tableau 9 : Analyse de la variance (dose ,temps) de l'extrait de pistachier lentisque par voie de contact

	CM	DDL	VALEUR F	PROBA
Var Facteur 1	1371.5	5	1.5396	0.1
Var Facteur 2	3100.9	3	5.8016	0.001
Var Facteur 1* Facteur 2	9885.1	15	3.6988	0.0002
Var résiduelle	8552.0	48		

Tableau 10 : Analyse de la variance (dose ,temps) de l'extrait de pistachier lentisque par voie d'ingestion

	CM	DDL	VALEUR F	PROBA
Var Facteur 1	2271.1	5	3.1924	0.01
Var Facteur 2	2001.5	3	4.6892	0.005
Var Facteur 1* Facteur 2	9023.1	15	4.2279	0.00006
Var résiduelle	6829.3	48		

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

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENE		
5.0	D5	37.779	A		
4.0	D4	32.321	A	B	
3.0	D3	30.483	A	B	C
2.0	D2	21.484			C
1.0	D1	3.552			C

Annexe

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

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENE		
5.0	t5	45.174	A		
4.0	t4	32.764		B	
3.0	t3	23.004			C
2.0	t2	16.929			C
1.0	t1	14.447			C

Résumé

L'étude a ciblé l'évaluation de l'effet insecticide de l'extrait aqueux de trois plantes aromatiques spontanées en Kabylie (Algérie) contre le puceron noir de la fève (*Aphis fabae* Scopoli, 1763). Les plantes étudiées : *Pistacia lentiscus*, *Melissa*, *Inula viscosa*. Les plantes ont été soumises à une analyse phytochimique a permet de déterminer leur composition en métabolites secondaires. Les résultats ont démontré la sensibilité des pucerons à ces extraits avec un taux de mortalité significative après 24 heures pour chacune des trois espèces pour les deux modes d'application (contact et ingestion). L'effet biocide des solutions aqueuses semble dépendre du temps, de la nature de l'extrait et du mode de traitement. Les extraits aqueux obtenus à partir des trois plantes testées ont montré une bonne activité insecticide bien que variable d'une plante à l'autre. L'efficacité de ces extraits aqueux tient principalement aux métabolites secondaires présents dans les plantes. Ces composés, tels que les tanins, les saponines et les polyphénols, identifiés lors de cette étude ont des propriétés insecticides connues. Les trois plantes testées ont montré un potentiel prometteur en tant que bio-insecticides dans le domaine de la phytoprotection.

Mots clés : Puceron noir de la fève, bio-insecticides, *Pistacia lentiscus*, *Melissa officinalis*, *Inula viscosa*, tanins, saponines, polyphénol

Abstract

The study focused on evaluating the insecticidal effect of the aqueous extract of three spontaneous aromatic plants in Kabylie (Algeria) against the black bean aphid (*Aphis fabae* Scopoli, 1763). Plants studied: *Pistacia lentiscus*, *Melissa*, *Inula viscosa*. The plants were subjected to phytochemical analysis a to determine their secondary metabolite composition. The results demonstrated the sensitivity of aphids to these extracts, with a significant mortality rate after 24 hours for each of the three species for both modes of application (contact and ingestion). The biocidal effect of aqueous solutions appears to depend on time, extract type and treatment method. The aqueous extracts obtained from the three plants tested showed good insecticidal activity, although this varied from one plant to another. The efficacy of these aqueous extracts is mainly due to the secondary metabolites present in the plants. These compounds, such as tannins, saponins and polyphenols, identified in this study have known insecticidal properties. The three plants tested showed promising potential as bio-insecticides in the field of plant protection.

Key words : Black bean aphid, bio-insecticides, *Pistacia lentiscus*, *Melissa officinalis*, *Inula viscosa*, tannins, saponins, polyphenols.