

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA

FACULTE DES SCIENCES EXACTES, SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Thèse

Présentée en vue de l'obtention du Diplôme
De Doctorat en Sciences Agronomiques

Présentée par :

BENGOUGA KHALILA

SUJET

**Evaluation de la résistance naturelle de
quelques cultivars de fève (*Vicia faba* L.)
propres à la région de Biskra à l'égard
des thrips (Thysanoptera: Thripidae)**

Membres de jury :

Président:	Belhamra Mohammed	Professeur	Université de Biskra
Promoteur :	Laamari Malik	Professeur	Université de Batna 1
Examineurs :	Soltani Noureddine	Professeur	Université d'Annaba
	Boudjelida Hamid	Professeur	Université d'Annaba
	Tarai Nacer	Professeur	Université de Biskra

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2017/2018

DEDICACE

Je dédie ce travail

En mémoire de mon père, ma grande tante et ma grande mère
À celle qui a longtemps patienté pour ce jour, et m'a entourer de sa
tendresse ; ma très chère mère.

À ma grande sœur et à son époux pour leur soutien et encouragement et
également à leur fille.

À ma petite sœur et à mon frère.

À mes très chère anges ; mes enfants que ce travail leur soit une source
d'inspiration.

Et à mon marie.

REMERCIEMENTS

Au terme de ce modeste travail, je tiens à remercier avant tous, Dieu tout puissant de m'avoir guidé durant toute mes années d'études et de m'avoir donné la volonté et la patience pour arriver à ce point.

Je tiens vivement à exprimer mes sincères sentiments de reconnaissance au Professeur LAAMARI MALIK, mon promoteur pour ses bienveillantes orientations, ses précieux conseils et encouragements ; pour le suivi des différentes étapes de ce travail, sa rigueur, sa ténacité et son goût du travail bien accompli resteront gravés à jamais dans ma mémoire.

Je présente mes remerciements et ma reconnaissance au Professeur BELHAMRA MOHAMED qui m'a constamment soutenu et a accepté d'être le président de mon jury de thèse ; Mes vifs remerciements vont également aux membres de jury :

Professeur BOUDJELIDA HAMID, Professeur SOLTANI NOUREDDINE et Professeur TARAÏ NACER, pour avoir accepté de juger mon travail

Mes sincères remerciements vont également à Madame LAKHDARI F., la directrice du CRSTRA.

Je n'oserai pas oublier tous mes enseignants qui ont veillé à mon encadrement durant mes années d'études surtout Mr GUIMER k., Mr ACHOURA A., Mr MASMOUDI A. et Mr BENAZIZA A.

Mes collègues surtout : LAHMADI S., TAHER CHADUCH S., LABDELLI A., MANSER H., RACHACHI M. et BETTICHE F.

Mes sentiments de reconnaissance les plus sincères vont également à Mr BENSALAH K et Mr ROUMANI M.

Ainsi que tous les membres du CRSTRA et surtout le personnel et l'équipe des ouvriers de la station Bio-Ressources D'El-Outaya (CRSTRA).

SOMMAIRE

Liste des figures

Liste des tableaux

INTRODUCTION	1
I-SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	5
1.1. Aperçu général sur la fève	5
1.1.1. Origine	5
1.1.2. Systématique	5
1.1.3. Morphologie et cycle végétatif	5
1.1.4. Exigences	6
1.1.5. Entretien	7
1.1.6. Situation de la culture en Algérie	7
1.1.6.1. Importance	7
1.1.6.2. Répartition	7
1.1.6.3. Contraintes	8
1.2. Généralités sur les thrips	9
1.2.1. Dénomination, classification et description	9
1.2.2. Régime alimentaire et biologie	11
1.2.3. Distribution et importance économique	12
1.2.4. Dégâts	12
1.2.4.1. Dégâts directs	13
1.2.4.2. Dégâts indirects	14
1.2.5. Lutte.....	14
1.2.5.1. Méthodes culturales.....	14
1.2.5.2. Lutte biologique.....	14
1.2.5.3. Emploi de variétés résistantes.....	15
1.3. Résistance des plantes aux bio-agresseurs	15
1.3.1. Définitions	15
1.3.2. Différents types de résistance	15
1.3.3. Les traits de la résistance	16
1.3.4. Mécanismes de résistance	16
1.3.5. Résistance naturelle chez les légumineuses	17
II. PARTIE EXPERIMENTALE	18
2.1. Matériel et méthodes	18
2.1.1. Matériel.....	18

2.1.1.1. Matériel végétal.....	18
2.1.1.2. Matériel animal.....	19
2.1.2. Méthodologie de travail.....	19
2.1.2.1. Présentation du site d'étude.....	19
2.1.2.2. Mise en culture de l'ensemble des cultivars.....	20
2.1.2.2.1. Inventaire et importance numérique des thrips.....	21
2.1.2.2.2. Evaluation du taux d'attaque.....	24
2.1.2.2.3. Caractérisation morphologique des cultivars.....	25
2.1.2.3. Confirmation de la résistance chez les cultivars résistants	25
2.1.2.4. Infestation artificielle des cultivars résistants.....	27
2.1.2.4.1. Infestation des plants entiers	27
2.1.2.4.2. Infestation artificielle des organes.....	29
2.2. Résultats et discussion.....	32
2.2.1. Inventaire des thrips phytophages.....	32
2.2.1.1. Résultats.....	32
2.2.1.2. Discussion.....	34
2.2.2. Importance des effectifs totaux des thrips.....	35
2.2.2.1. Résultats.....	35
2.2.2.2. Discussion.....	36
2.2.3. Evaluation de la résistance chez l'ensemble des cultivars.....	37
2.2.3.1. Résultats.....	37
2.2.3.2. Discussion.....	39
2.2.4. Confirmation de la résistance.....	41
2.2.4.1. Résultats	41
2.2.4.2. Discussion.....	42
2.2.5. Infestation artificielle des plants par les thrips.....	44
2.2.5.1. Infestation des plants entiers	44
2.2.5.1.1. Résultats.....	44
2.2.5.1.2. Discussion.....	46
2.2.5.2. Infestation des organes.....	48
2.2.5.2.1. Infestation des feuilles.....	48
2.2.5.2.1.1. Résultats.....	48
2.2.5.2.1.2. Discussion.....	49
2.2.5.2.2. Infestation des gousses.....	50
2.2.5.2.2.1. Résultats.....	50

2.2.5.2.2.2. Discussion..... 51

CONCLUSION GENERALE 52

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES 55

ANNEXES

RESUME

ABSTRACT

المخلص

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Stades phénologiques de la fève (Simonneau <i>et al.</i> , 2012).	Page 6
Figure 2	Dernier segment abdominal des thrips. A: Tubulifera, B: Terebrantia (Bailey, 1938).	Page 9
Figure 3	Morphologie d'un thrips. A: Térébrant (ISPM, 2016), B: Tubilifère (Chaisson, 1991).	Page 10
Figure 4	Tête et appareil buccal de thrips. A : Vue de face de la tête (Fraval, 2006), B: Pièces buccales (Fraval, 2006).	Page 11
Figure 5	Dégâts de thrips sur cultures. A : feuilles et gousses du petit pois (Gratwick, 1992), B : gousse de fève (Cardona <i>et al.</i> , 1984).	Page 13
Figure 6	Graines des différents cultivars de fève collectés dans la wilaya de Biskra.	Page 19
Figure 7	Vue générale de la station expérimentale des Bio-Ressources de CRSTRA à El Outaya. (Google earth, 2009).	Page 20
Figure 8	Vue générale de la parcelle d'étude durant la campagne 2011/2012.	Page 21
Figure 9	A, B et C: Les différentes opérations de triage des thrips sous la loupe binoculaire.	Page 22
Figure 10	Les différentes étapes suivies pour le montage des thrips entre lames et lamelles.	Page 23
Figure 11	Importance des tubérosités sur les gousses de fève.	Page 24
Figure 12	Vue générale de la parcelle d'étude durant la campagne 2012/2013.	Page 26
Figure 13	Vue générale de la parcelle d'étude durant la campagne 2013/2014.	Page 26
Figure 14	Le dispositif expérimental suivi lors du test d'infestation artificielle des plants entiers de fève.	Page 28
Figure 15	Modalités suivies pour l'infestation artificielle des plants entiers de fève.	Page 29
Figures 16	A, B et C: Modalités suivies pour l'infestation des feuilles de fève par 20 et 40 individus de thrips.	Page 30
Figures 17	Le type de manchon utilisé pour la protection des gousses de fève infestées artificiellement.	Page 31
Figure 18	Caractères morphologiques de l'espèce <i>Odontothrips confusus</i> .	Page 32

Figure 19	Caractères morphologiques de l'espèce <i>Frankliniella occidentalis</i> .	Page 33
Figure 20	Caractères morphologiques de l'espèce <i>Melanthrips fuscus</i> .	Page 33
Figure 21	Importance des effectifs totaux des espèces de thrips phytophages trouvées sur trois plants de fève de chaque cultivar durant la campagne 2011/2012.	Page 35
Figure 22	L'emplacement des trois espèces de thrips dans le dendrogramme en fonction de l'importance de leurs dégâts sur feuilles (O.c : <i>O. confusus</i> , M.f : <i>M. fuscus</i> , F. o : <i>F. occidentalis</i>).	Page 45
Figure 23	L'emplacement des trois espèces de thrips dans le dendrogramme en fonction de l'importance de leurs dégâts sur gousses (O.c : <i>O. confusus</i> , M.f : <i>M. fuscus</i> , F.o : <i>F. occidentalis</i>).	Page 46
Figure 24	La différence entre les tubérosités formées après les piqûres d'alimentation et les déjections des thrips. A : Tubérosités, B : Déjections.	Page 46
Figure 25	Des folioles de fève présentant des niveaux d'attaque différents. A : attaque faible, B : attaque moyenne, C : attaque forte.	Page 48
Figure 26	Dégâts observés sur les folioles du cultivar 38 après leur infestation par les adultes d' <i>O. confusus</i> .	Page 49
Figure 27	Dégâts observés sur les gousses des cultivars après 10 jours de leur infestation par 20 ou 40 individus de <i>F. occidentalis</i> . A : gousse du cultivar 37 infestée par 20 individus, B : gousse du cultivar 1 infestée par 20 individus, C : gousse du cultivar 38 infestée par 40 individus.	Page 51

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Origines et numéros attribués aux cultivars de fève collectés à travers la wilaya de Biskra.	Page 18
Tableau 2	Les différents caractères morphologiques observés durant l'étude (UPOV, 2004).	Page 25
Tableau 3	Espèces de thrips phytophages inféodées à la fève dans la station du CRSTA d'El Outaya (Biskra).	Page 32
Tableau 4	Importance des effectifs totaux des espèces de thrips phytophages trouvées sur les plants de fève durant la campagne 2011/2012.	Page 35
Tableau 5	Classification des cultivars selon le taux d'attaque enregistré sur les gousses.	Page 37
Tableau 6	Les corrélations enregistrées entre le taux d'attaque et certains paramètres morpho-métriques des cultivars de fève.	Page 37
Tableau 7	Effectifs moyens des thrips phytophages par cultivar de fève	Page 38
Tableau 8	Les corrélations enregistrées entre le taux d'attaque et les effectifs moyens des espèces de thrips phytophages récupérées après le secouage des plants.	Page 39
Tableau 9	Taux d'attaque (%) par les thrips des cultivars de fève soumis à l'évaluation durant la campagne 2012/2013 et 2013/2014.	Page 42
Tableau 10	Classement des cultivars retenus en fonction des taux d'attaque sur gousses au cours des campagnes 2012/2013 et 2013/2014.	Page 42
Tableau 11	Variation des taux d'attaque (%) sur feuilles des différents cultivars en fonction de l'espèce de thrips.	Page 44
Tableau 12	Variation des taux d'attaque (%) sur gousses des différents cultivars en fonction de l'espèce de thrips.	Page 45
Tableau 13	Classement des cultivars testés en fonction du pourcentage (%) de la surface foliaire attaquée après l'infestation des plants par 20 ou 40 individus d' <i>O. confusus</i> .	Page 48
Tableau 14	Classement des cultivars testés en fonction du nombre moyen de tubérosités formés sur les gousses après l'infestation des plants par 20 ou 40 individus de <i>F. occidentalis</i> .	Page 50

INTRODUCTION

Avec une superficie estimée à environ 45 000 ha au cours des années 1990, la fève *Vicia faba* L. est considérée comme la légumineuse la plus cultivées en Algérie (**Maatougui, 1996**). Cette superficie est passée à 74 220 ha en 2009/2010 et à 87 296 ha en 2010/2011 (**ONS, 2014 a et b**).

Elle est cultivée essentiellement au niveau des plaines côtières et de l'intérieur et dans les zones sahariennes. Elle est retenue surtout pour la consommation humaine, sous forme de gousses fraîches, ou en grains secs. En cas de fortes productions, l'excédent en grains secs peut être incorporé dans l'alimentation du bétail (**Maatougui, 1996**).

D'après **Boizet et al. (2013)**, la fève souffre surtout des accidents climatiques, notamment, les gelées, les fortes chaleurs et le stress hydrique. Par ailleurs, il est à noter qu'elle est soumise aux attaques de plusieurs bio-agresseurs, tels que, les plantes adventices (Orobanche), les maladies fongiques, les viroses, les nématodes et les insectes. L'orobanche constitue un fléau pour cette culture et elle peut engendrer des pertes allant jusqu'à 100% (**Schmitt, 1978** cité par **Mabsoute & Saadaoui, 1996**). Parmi les maladies cryptogamiques, il y a lieu de citer, la maladie des taches chocolatées (*Botrytis fabae*), l'anthracnose (*Ascochyta fabae*) et la rouille (*Uromyces fabae*). Parmi les nématodes, *Ditylenchus dipsaci*, est le plus menaçant (**Fatemi et al., 2005**).

En plus de la bruche (*Bruchus rufimanus*), qui peut causer des pertes importantes dans les lieux de stockage, les pucerons, figurent parmi les ravageurs les plus nuisibles à cette culture en plein champ (**Fatemi et al., 2005**).

Malgré leur importance que ce soit sur la fève ou sur les autres cultures, les thrips demeurent parmi les insectes les peu étudiés. Effectivement, les travaux sur les thrips associés à la fève sont peu nombreux à l'échelle nationale et même internationale. En Espagne, la seule étude menée par **Lacasa et al. (1996)** a mis en évidence que les thrips *Frankliniella occidentalis* et *Thrips angusticeps*, sont les plus inféodés à la fève dans la région de Murcia. Toujours dans cette région, les auteurs ont rendu compte que *F. occidentalis* a pu transmettre le virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV) à 90% des plants de fève examinés. Par ailleurs, **Zamar & Neder de Roman (2012)**, ont rapporté qu'en Argentine, en particulier, dans les régions de Puna et Prepuna de Jujuy, l'espèce *F. australis* est la plus dominante sur cette culture. D'après toujours ces auteurs, les larves et les adultes de ce thrips provoquent la

formation de taches argentées sur le feuillage et un avortement des fleurs. De leur part, **Cardona *et al.* (1984)**, ont mentionné dans leur travail qu'en perçant les gousses fraîches, les thrips induisent la formation des tubérosités noires et déformantes sur les gousses de fève en Egypte et au Soudan.

En Algérie, les études se limitent à celles de **Laamari & Hebbal (2006)**, **Rechid (2011)** et **Razi *et al.* (2013)**. Ces travaux ont pu ressortir la biodiversité et le taux d'infestation de cette légumineuse par les différentes espèces de thrips dans la région de Biskra.

Malgré l'importance de ces premiers travaux sur les thrips en Algérie, en particulier, ceux inféodés à la fève dans la région de Biskra, plusieurs aspects relatifs à ce groupe d'insectes restent peu ou pas encore traités, notamment, l'importance de leurs dégâts, leur polyphagie, leurs ennemis naturels, leur impact sur la valeur marchande des gousses consommées en vert et l'influence des conditions microclimatiques sur leur cycle de vie.

En Algérie, comme les autres pays du Maghreb, les agriculteurs qui cultivent la fève, emploient leur propre semence qu'ils détiennent depuis des années. Après chaque récolte, ils choisissent les plants les plus vigoureux afin de retenir leurs graines comme une semence pour la campagne prochaine.

Dans le but de sélectionner, de préserver et de valoriser ce matériel végétal local, un réseau maghrébin dénommé REMAFEVES a été créé au cours des années 1990. L'objectif retenu par les membres de ce réseau est de constituer un germoplasme maghrébin pour la fève à partir des cultivars cultivés localement au niveau de ces pays. Dans le cadre de ce projet, un cultivar local dénommé « Mziraa », originaire de la région de Biskra, a été recensé et caractérisé après une série de tests au sud et au nord de l'Algérie. Ces travaux ont démontré, entre autre, sa sensibilité à l'orobanche et à la sécheresse. Actuellement, ce cultivar figure parmi ceux les plus cultivés dans la région (**INRAA, 2006**).

Sur le plan phytosanitaire, l'exploitation de la résistance naturelle chez ce matériel végétal local vis-à-vis des différents bio-agresseurs, peut constituer un moyen de lutte alternatif aux pesticides (**Dalmasso *et al.*, 1987; Agrawal & Karban, 1999**). Ce procédé intervient d'une part dans la réduction du nombre de traitements phytosanitaires nécessaires, et d'autre part, il permet de réduire le coût de production tout en apportant une contribution à la sauvegarde de l'environnement. **Comeau (1992)** a évalué le rapport coût-bénéfice de la recherche dans le domaine de la résistance variétale à 1/300. Chaque dollar investi engendre

un bénéfice de 300 dollars, alors que, le coût élevé de la production de nouveaux insecticides donnent un rapport d'environ 1/15, ce qui est beaucoup moins intéressant.

Plusieurs définitions sont attribuées à la résistance des variétés de plantes face aux ravageurs. **Appert & Deuse (1982)** définissent cette résistance comme étant la capacité d'une variété à produire une récolte plus abondante et de meilleure qualité que les variétés ordinaires pour une même densité de ravageurs. Pour toutes ces vertus, plusieurs auteurs, entre autres, **Lecoq et al. (1982)** ; **Malausa et al. (1988)** ; **Chauvin et al. (1997)**, pensent que la sélection de la plante cultivée pour la résistance aux insectes est la voie d'avenir qui ouvre le plus de nouvelles perspectives devant la recherche scientifique dans le cadre de la protection et de l'amélioration des plantes.

Plusieurs travaux sont effectués dans ce sens. En Algérie, **Laamari et al. (2002)** ; **Meradsi & Laamari (2016a)** ; **Meradsi & Laamari (2016b)**, ont évalué la résistance par tolérance, antibiose et antixénose de plusieurs variétés de fève aux pucerons *Aphis craccivora* et *A. fabae*. A travers le monde cette résistance a fait également l'objet de plusieurs travaux. Parmi ceux-ci il est intéressant de citer l'étude de **Bouffard (1996)** sur la résistance antibiotique de la pomme de terre, de la féverole et du chou chinois aux pucerons *Myzus persicae* et *Aulacorthum solani*. En Egypte, la recherche des variétés résistantes au puceron noir de la luzerne *Aphis craccivora* a fait l'objet de plusieurs travaux. Le Centre des Recherches Agronomiques d'El Giza (Egypte), dans le cadre d'un projet sur la fève, en collaboration avec le Centre International des Recherches Agronomiques dans les Régions Arides (ICARDA), a évalué au cours de 4 années la résistance de 7156 variétés de fève provenant de l'Egypte, du Soudan et de l'Ethiopie. Parmi ce nombre, 114 variétés sont retenues pour leur résistance au puceron *Aphis craccivora* (**El Defraoui & al., 1991**).

Jane et al. (1982) attribuent la résistance des plantes aux pucerons aux mécanismes de tolérance, d'antibiose et d'antixénose ou non préférence. La résistance par tolérance est définie par le fait qu'une plante peut supporter une population élevée de l'insecte mais n'en souffre pas ou peu dans sa croissance et dans son développement et surtout dans sa production (**Pitrat & Lecoq, 1996**). La résistance par antibiose est définie par **Pitrat & Lecoq (1996)** comme étant un effet de la plante sur la biologie de l'insecte et qui se manifeste par une modification de sex-ratio, par un allongement de la durée de chaque stade larvaire et par l'augmentation de la mortalité des larves et des adultes. La résistance par antixénose ou non-

préférence est définie par **Clavel & Welcker (1996)** comme étant un effet négatif exercé par une variété résistante sur le comportement de l'insecte à court terme, par exemple lorsqu'elle synthétise des substances répulsives vis-à-vis du comportement de prise alimentaire, ou du comportement de ponte de l'adulte. En présence d'une plante résistante par antixénose, un insecte peut soit la quitter pour rechercher une autre plante adéquate, soit mourir à la suite d'un jeûne forcé.

La résistance de la fève aux thrips, néanmoins, en Algérie, n'a bénéficié d'aucune étude. L'emploi des cultivars de fève résistants aux thrips peut être considéré comme une solution alternative à l'emploi des pesticides, en particulier, dans la région de Biskra, qui dispose d'un matériel végétal local très intéressant.

C'est dans ce contexte, que ce sujet a été abordé et qui vise à sélectionner parmi les cultivars de fève propres à la région de Biskra, ceux qui présentent une résistance naturelle aux thrips inféodés à cette culture.

Après un travail de prospection aux niveaux des différentes localités réputées pour leurs pratiques agricoles ancestrales de la fève, un total de 62 provenances (cultivars) a été collecté auprès des agriculteurs les plus potentiels. Après une purification de ce matériel végétal sur la base des caractéristiques morpho-métriques, ces cultivars ont subi plusieurs tests afin de déterminer ceux qui présentent un niveau de résistance intéressant vis-à-vis des thrips.

Par ailleurs, les suivis effectués ont permis de déterminer les espèces de thrips associées à cette culture dans la région de Biskra, celles les plus dominantes et celles qui présentent un risque potentiel.

SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. Aperçu général sur la fève

1.1.1. Origine

La fève, *Vicia faba* L., est originaire des régions méditerranéennes du Moyen Orient (Peron, 2006). Des restes de cette culture ont été trouvés à Jerico « Palestine » et qui remontent à 6000 ans (Cuberoj, 2011). Cet auteur l'a considérée comme l'une des plus vieilles espèces légumières cultivées (10 000 ans).

1.1.2. Systématique

Vicia faba L., est l'espèce la plus éloignée du genre *Vicia* et ses chromosomes sont plus larges et moins nombreux comparativement aux autres espèces (*V. faba*: $n = 6$, autres espèces souvent: $n = 7$) (Schafer, 1973 et Yamamoto, 1980 cités par Lawes *et al.*, 1983).

Au sein de l'espèce *V. faba*, il existe trois sous espèces. La féverole, représenté par *V. faba minor* et *V. faba equina*, se caractérise par des grains de petite taille, tandis que, la fève potagère, qui correspond à *V. faba major*, est représenté par des grains de calibre important (Leguen & Duc, 1992).

1.1.3. Morphologie et cycle végétatif

La fève est une plante annuelle, formée de plusieurs tiges érigées, de 60 à 80 cm de hauteur, garnies de feuilles composées et de couleur grisâtre (Bouard *et al.*, 1992). Ces auteurs ajoutent que cette plante produit des fleurs blanches, des gousses volumineuses et elle est plus ou moins dressées. Ces gousses sont vertes pendant leur formation et deviennent noires à maturité. En fonction des variétés, chaque gousse peut contenir de 4 à 8 grains et qui peuvent être consommées crues ou cuites à différents stades de leur développement (Bouard *et al.*, 1992).

C'est une plante herbacée, à tige creuse et quadrangulaire, à racines pivotantes mais parfois superficielles. Comme toutes les légumineuses, elle porte des nodosités renfermant des bactéries fixatrices d'azote atmosphérique (*Rhizobium leguminosarum*) (Leguen & Duc, 1992). D'après toujours les mêmes auteurs, les feuilles comportent deux folioles à la base de la tige puis 3 ou 4 par la suite. Les tiges présentent un nombre variable (de 5 à 10) de nœuds végétatifs à la base, puis un nombre également variable (de 7 à 25) de nœuds reproducteurs. Le bourgeon terminal est végétatif ; plante à croissance indéterminée. (Leguen & Duc, 1992).

D'après **Chaux & Foury (1994)**, le cycle complet de la fève est d'environ 5 mois et dont les stades phénologiques sont représentés sur la figure 1.

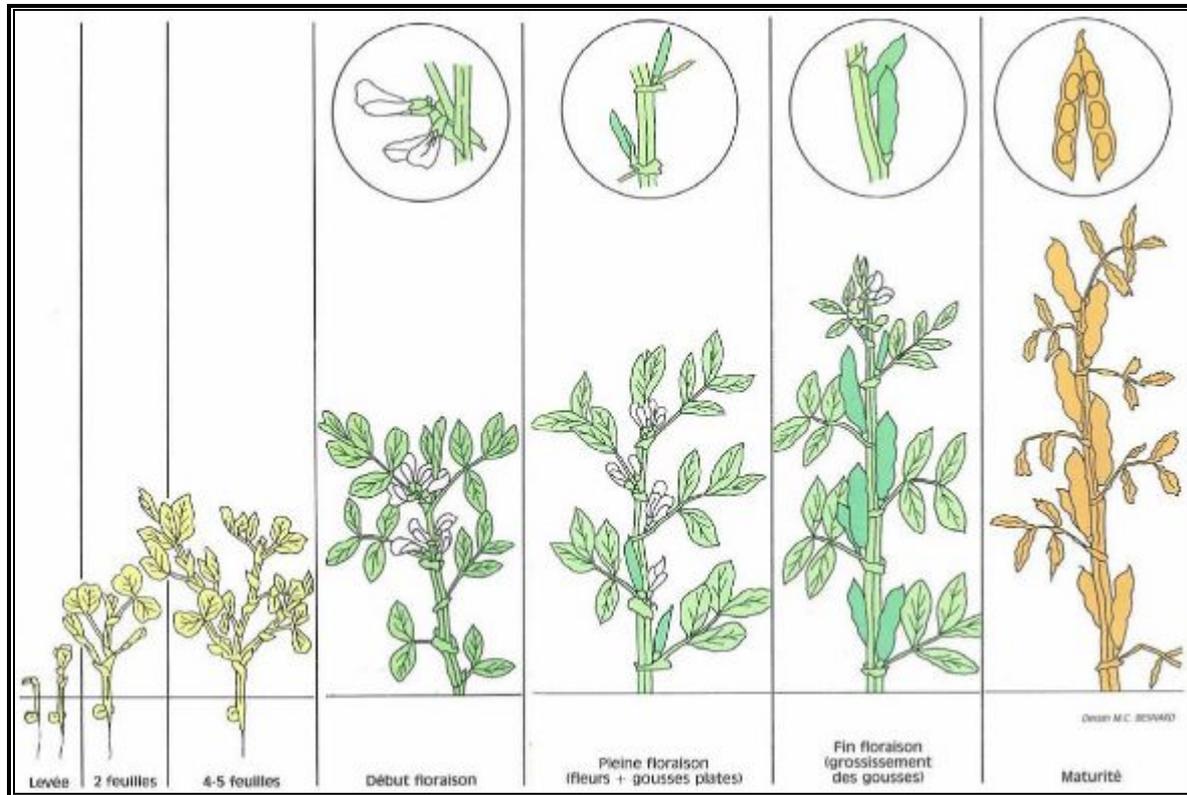


Figure 1: Stades phénologiques de la fève (**Simonneau et al., 2012**).

1.1.4. Exigences

La fève est une plante très sensible à la sécheresse, elle a besoin de l'eau durant tout son cycle végétatif et en particulier à partir de la floraison (**Chaux & Foury, 1994**). D'après **Peron (2006)**, cette culture est peu exigeante sur le plan édaphique, cependant, elle préfère les sols sablo-argileux. La température optimale pour sa croissance se situe entre 15-25°C (**Matthews & Marcellos, 2003**), mais elle résiste bien au froid (jusqu'à -3 et -4°C) (**Chaux, 1971**). Elle ne supporte pas les fortes chaleurs; qui lui sont néfastes (arrêt de croissance, chlorose) et peuvent même anéantir complètement sa végétation (**Chaux & Foury, 1994**). En matière d'ensoleillement, elle est considérée comme une plante de jour long ; la tige s'allonge et les nœuds se forment rapidement en cas de forte intensité lumineuse (**El-Waraa, 1977** cité par **Bedjaoui (2000)**).

En matière de rotation, pour des raisons essentiellement phytosanitaires, il est recommandé de ne pas faire revenir la fève à moins de 3 ans, soit sur elle-même soit sur une autre légumineuse (**Chaux & Foury, 1994**).

Afin d'assurer à la plante un bon développement, il est recommandé de bien travailler le sol en profondeur et de bien préparer le lit de semence (**Chaux & Foury, 1994**). Le semis peut être effectué en automne (fin août, début septembre) ou au printemps (**Foury, 1990, Saouli, 2005**), en lignes, espacées de 0,40 à 0,50 m, à raison de 5 à 10 graines au mètre linéaire (**Chaux, 1971**) et à une profondeur de 3 à 4 cm (**Laumonnier, 1979**).

1.1.5. Entretien

Après un binage dès le stade levée, la fève a besoin d'un buttage léger une fois qu'elle atteint une trentaine de centimètres de hauteur, afin de consolider les tiges et de maintenir la fraîcheur autour du pied (**Chaux, 1971**). Cet auteur a mentionné également qu'un étêtage au dessus du 10^e étage floral est nécessaire afin d'accélérer le grossissement des gousses et limiter la pullulation des pucerons. D'après **Laumonnier (1979)**, la récolte pour la consommation en frais, doit commencer lorsque les gousses ont atteint les trois quarts de leurs dimensions normales. Par contre, la récolte en sec, doit se faire en une seule fois, dès que le feuillage est complètement desséché. Si la culture est bien entretenue, la production peut être de 12 à 15 tonnes par hectare de gousses fraîches ou de 3 à 4 tonnes par hectare de grains secs (**Chaux & Foury, 1994**).

1.1.6. Situation de la culture en Algérie

1.1.6.1. Importance

En Algérie, la fève occupe 43 000 hectares, soit 44,3 % de la superficie réservée aux légumineuses durant l'année 1994 (**Maatougui, 1997**). D'après toujours cet auteur, la production durant cette année était de 15 500 tonnes en grains secs, soit un rendement de 0,3 tonne par hectare. Comparativement au rendement moyen international, qui est 3 à 4 tonnes par hectare (**Chaux & Foury, 1994**), il est remarqué que le rendement national est très faible.

1.1.6.2. Répartition

La culture de la fève est pratiquée essentiellement à Tlemcen (15,51% de la superficie totale), Chlef (9,59 %), Skikda (8,80 %), Ain Temouchent (7,74 %). Dans le sud algérien, la

wilaya de Biskra, occupe la première place, soit 7,40 % de la superficie totale réservée à cette culture en Algérie (**Maatougui, 1995**).

1.1.6.3. Contraintes

En Algérie, la culture de la fève n'a bénéficié d'aucune amélioration dans sa conduite, ce qui explique en partie sa faible productivité. Dans certaines régions, en particulier, dans les plaines côtières et les plaines de l'intérieur, la fève est conduite en sec. L'irrégularité ainsi que la faiblesse des précipitations surtout durant la saison printanière, expose cette culture à un déficit hydrique considérable, notamment, en période de floraison et de nouaison (**Maatougui, 1995**). En zones sahariennes, malgré les irrigations apportées mais dans certains cas le taux de salinité élevée des eaux et des sols, réduit sensiblement les rendements (**Maatougui, 1995**). En plus de ces contraintes abiotiques, la fève souffre de la concurrence exercée par certaines mauvaises herbes et dont les pertes peuvent dépassées 50 % dans les régions semi-arides (**Kheddami et al., 1996** cités par **Berchiche, 1998**). D'après **Maatougui (1995)**, plus de 70 espèces de mauvaises herbes peuvent être associées à la culture de la fève en Algérie mais *Avena sterilis* et *Sinapis arvensis* sont les plus répondues. En absence total du désherbage chimique, le nombre de binages appliqué actuellement est loin de résoudre l'action néfaste des mauvaises herbes sur cette culture en Algérie. Par ailleurs, l'étude effectuée par **Ouffroukh (1997)** a révélé que les viroses sont parmi les maladies les plus dommageables à la fève en Algérie, notamment, le virus de l'enroulement de la fève (BLRV), le virus de la marbrure de la fève (BBMV), le virus de la mosaïque jaune du haricot (BYMV). De sa part **Sellami (1998)** a mentionné que la quasi-totalité des parcelles de fève prospectées est infestée par le nématode *Ditylenchus dipsaci*. En absence des applications chimiques, les pucerons *Aphis fabae*, *A. craccivora* et la bruche *Bruchus* sp., peuvent causer de sérieux problèmes (**Mouhouche, 1997**). Cet auteur ajoute, que *Bruchus rufimanus*, peut réduire de 40 à 60 % la faculté germinative si l'infestation est de 5 adultes par graine. En Plus des contraintes abiotiques et biotiques, la culture de la fève, souffre d'une absence presque totale de la mécanisation, d'une semence certifiée et des intrants (fertilisants et pesticides (**Maatougui, 1995**).

1.2. Généralités sur les thrips

1.2.1. Dénomination, classification et description

Les Thysanoptera, vient du grec, thysanos, qui signifie frange et pteron, aile (**Hickman *et al.*, 2008**). Le genre *Thrips* a été créé par Linné en 1758 mais il a été classé parmi les Hémiptères (punaises) avant que Haliday, en 1836, propose la dénomination de Thysanoptères (**Fraival, 2006**). D'après **Bournier (1983)**, c'est le caractère des ailes longues, étroites et frangées de longues soies, qui a valu à cet ordre son nom. L'ordre des Thysanoptères est divisé en deux grands sous ordres, les Terebrantia et les Tubulifera, sur la base de la forme du dernier segment abdominal (Figure 2). Il est conique chez la femelle et rond chez le mâle pour les espèces appartenant au sous ordre des Terebrantia, alors qu'il est complètement tubulaire chez les deux sexes du sous ordre des Tubulifera (**Peterson, 1915 ; Bournier, 1983 ; Robert, 2001**).

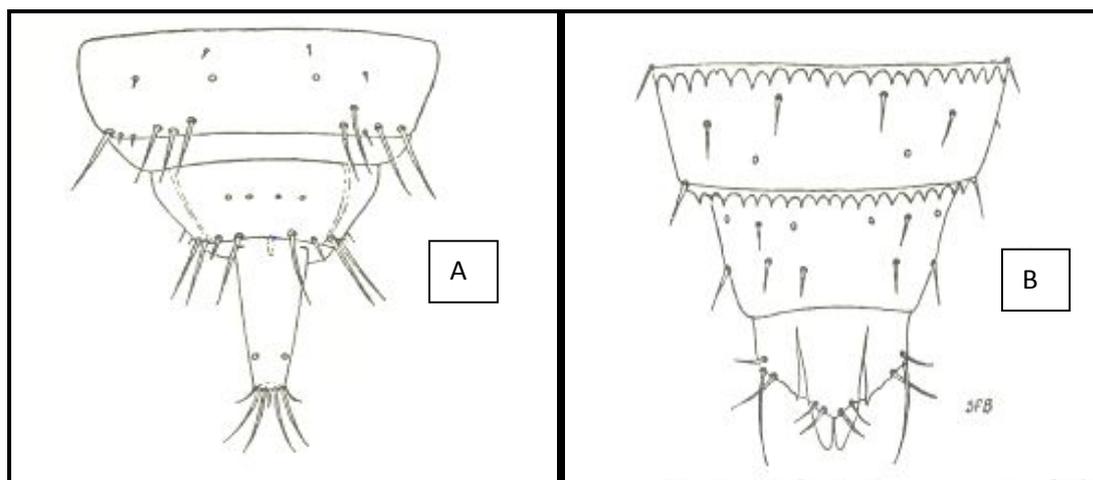


Figure 2: Dernier segment abdominal des thrips. A: Tubulifera, B: Terebrantia (**Bailey, 1938**).

Ces deux sous ordres se diffèrent considérablement du point de vue morphologique (Figure 3).

En général, les thrips adultes, sont de petits insectes de 1 à 2,5 mm (maximum 3 mm), dont le corps est grêle et allongé (**Bournier, 1983 ; Robert, 2001 ; Mound, 2002 ; Wolfgang & Werner, 2009**). Sur la tête, les pièces buccales sont asymétriques et de type piqueur-suceur (Figure 4). Elles sont formées principalement d'une seule mandibule (gauche) et de deux stylets formant un tube de nourriture avec un seul

canal central (Peterson, 1915; Robert, 2001; Mound, 2003). Les antennes sont formées de 4 à 9 articles (Fraval, 2006). Sur la tête toujours, il existe en plus des yeux composés, trois ocelles (Figure 4) (Mound & Palmer, 1983; Nakahara, 1991; Sen, 1998 ; Mound, 2003; Fraval, 2006).

Sur le thorax, les pattes se terminent par des tarsi qui comportent une sorte de vésicule dilatable (arolium), agissant comme des ventouses (Mound, 2003; Desparains, 2009; Wolfgang & Werner, 2009). Les ailes antérieures des Tubelifera ne comportent pas de nervures longitudinales, alors que, celles des Terebrantia sont soutenues par deux nervures (Mound, 2002).

L'abdomen est divisé en 11 segments mais 10 seulement sont visibles. L'ovipositeur chez les femelles des Térébrants comprend quatre lames qui interviennent dans l'insertion des œufs dans les tissus végétaux, cependant, chez les Tubulifera, cet oviscapte a la forme d'une glissière (Mound, 2002; Tommasini & Maini, 1995).

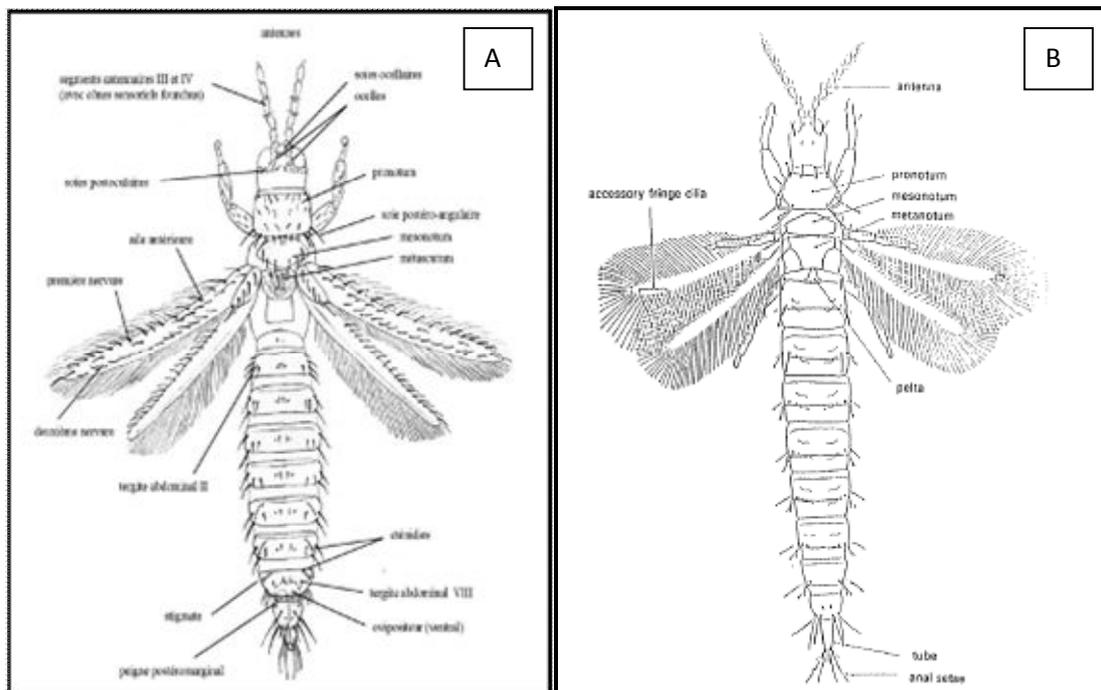


Figure 3: Morphologie d'un thrips. A: Térébrant (ISPM, 2016), B: Tubilifère (Chaisson, 1991).

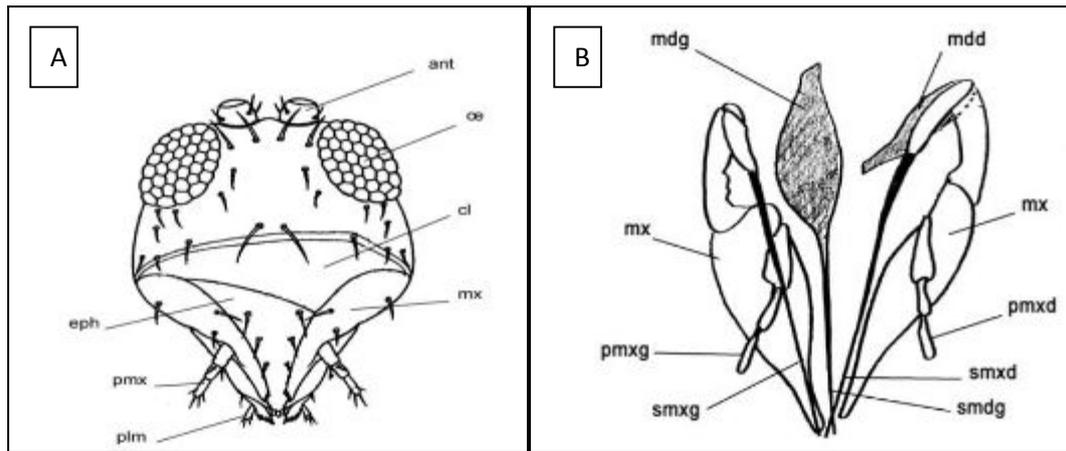


Figure 4 : Tête et appareil buccal de thrips. A: Vue de face de la tête (Fraval, 2006), B: Pièces buccales (Fraval, 2006). Légendes: ant: antenne, oe: œil composé, cl: clypéus, eph : épipharynx, mx: maxille, pmx: palpe maxillaire, plm: palpe labial, mdg et smdg: mandibule et stylet mandibulaire gauches, mdd: mandibule droite atrophiée, smx: stylets maxillaires.

1.2.2. Régime alimentaire et biologie

Pour se nourrir, le thrips introduit sa mandibule pour provoquer un trou, ensuite il insère ses stylets maxillaires et enfin il aspire les fluides après avoir injecté de la salive (Mound, 2002). La plupart des Térébrants sont phytophages, se nourrissent des parties vertes et des grains de pollen par contre la majorité des Tubulifera, sont des mycophages et se nourrissent des spores et des mycéliums de champignons et d'algues. Certaines espèces de Terebrantia (Aeolothripidae, Thripidae et Phlaeothripidae), sont considérées comme des prédateurs des pucerons, des cochenilles, des acariens et des autres espèces de thrips (Bournier, 1983 ; Sen, 1998 ; Fraval, 2006).

Pour accomplir leur cycle de vie, les thrips ont besoin de passer par deux stades larvaires mobiles, deux (Térébrants) ou trois (Tubulifères) stades immobiles (pronymphes et nymphes « I et II chez les Tubulifères ») avant de devenir adulte (Bailey, 1938). En fonction des températures et des plantes hôtes, les thrips peuvent développer une génération pendant une durée qui peut aller jusqu'à un mois (Robert, 2001; Fraval, 2006). Les Térébrants insèrent leurs œufs sous l'épiderme des végétaux, par contre, les Tubulifères, les déposent à la surface du végétal (Cote *et al.*, 2002; Fraval, 2006). Chaque femelle, peut pondre de 25 à 200 œufs (M.A.L., 2006; Wolfgang & Werner, 2009).

Trois types de parthénogenèse (thélytoque, arrhénotoque et deutérotoque) sont mentionnés chez les thysanoptères (**Bournier *et al.*, 1978 ; Bournier, 1983; Mound, 2002 ; Nault *et al.*, 2006**).

Des facteurs abiotiques, notamment, la température, les précipitations, la photopériode, le sol, le vent et l'humidité relative, sont mentionnés comme très déterminants sur les thrips et qui ont parfois un impact sur leur morphologie et leur comportement (**Bailey, 1938; Bournier, 1983; Sen, 1998**). La température a un effet même sur la sex ratio (**Van Fraun, 2002**), la durée de développement des différents stades (**Gotoh *et al.*, 2004**), la mortalité des adultes (**Hoddle *et al.*, 2006**), l'importance des effectifs (**Al-karboli & Al-Anbaki, 2014**) et enfin sur la longévité et la fertilité des femelles (**Lacasa Plasencia *et al.*, 2014**).

1.2.3. Distribution et importance économique

L'ordre des Thysanoptères compte environ 6 000 espèces (**Zur Strassen & Kuslitzky 2012**). Leur distribution mondiale est issue pour beaucoup d'espèces, d'échanges commerciaux (**Mound, 2002**). En raison de leur petite taille, leur habitude cryptique et leur rapidité de multiplication, certaines espèces sont devenues très invasives (**Funderburk *et al.*, 2007**).

En Afrique, le thrips *Megalurothrips sjostedti* peut engendrer sur le niébé des pertes de rendement allant de 20 à 100% (**Subramanian, 2013**). Sur le pois en France, **Aliaga & Jouanneau (2012)** ont rapporté que les thrips peuvent réduire la production de 30 q/ha. En Australie, **Duff (2012)** a signalé que *Melanthrips usitatus*, *Frankliniella occidentalis*, *F. schultzei*, *Thrips tabaci*, *T. imaginis* et *Pseudanaphothrips achaetus*, provoquent sur le haricot des pertes allant de 10 à 50 % de la production.

1.2.4. Dégâts

Parmi les espèces de thrips décrites, à peine 1 % qui représente un sérieux problème pour les cultures et dont 4 espèces sont très dévastatrices. Il s'agit du thrips d'oignon (*Thrips tabaci*), du melon (*T. palmi*), de tomate (*Frankliniella schultzei*) et du thrips californien des fleurs (*F. occidentalis*) (**Mound & Teulon, 1995 ; Mound, 2002**).

1.2.4.1. Dégâts directs

Les dégâts directs des thrips varient en fonction de l'organe végétal atteint, de son état végétatif, de la toxicité de la salive de l'espèce en question et de la plante hôte (**Bournier, 1983**). Sur les feuilles âgées, les cellules épidermiques vidées de leur contenu, prennent d'abord l'aspect d'une plage blanc nacré et qui deviennent peu à peu brun clair. En cas de fortes attaques, ces feuilles se dessèchent et tombent (**Bournier, 1983**). Sur les jeunes feuilles, la destruction de la chlorophylle se manifeste sous forme de taches et de stries blanches ou argentées et en cas de fortes attaques, le feuillage devient complètement argenté et se fane (**Alston & Drost, 2008**). Sur les fleurs, les incisions de ponte peuvent provoquer un brunissement des pétales et la formation de taches nécrotiques sur les étamines (**Lemaire et al., 2011**). Sur les pétales, les piqures d'alimentation des thrips sont responsables de la formation de stries blanc argenté (**Murphy et al., 2014**). Sur les fleurs des légumineuses, les attaques sont plus spectaculaires, elles se fanent rapidement puis tombent (**Pollet et al., 1987**). Sur les jeunes fruits, des déformations et des subérisations de l'épiderme, sont très associés aux attaques des thrips (**Bournier, 1983**). Sur les fruits de tomate, les thrips provoquent la formation de taches irrégulières avec des anneaux concentriques et une décoloration jaune (**Vézina & Lacroix, 1994**). Sur petit pois, des taches argentées, se forment sur les feuilles et les jeunes gousses (**Gratwick, 1992**) (Figure 5A). En Egypte et au Soudan, **Cardona et al. (1984)**, ont noté que sur fève, les thrips piquent les gousses et provoquent la formation de tubérosités noires (Figure 5B).

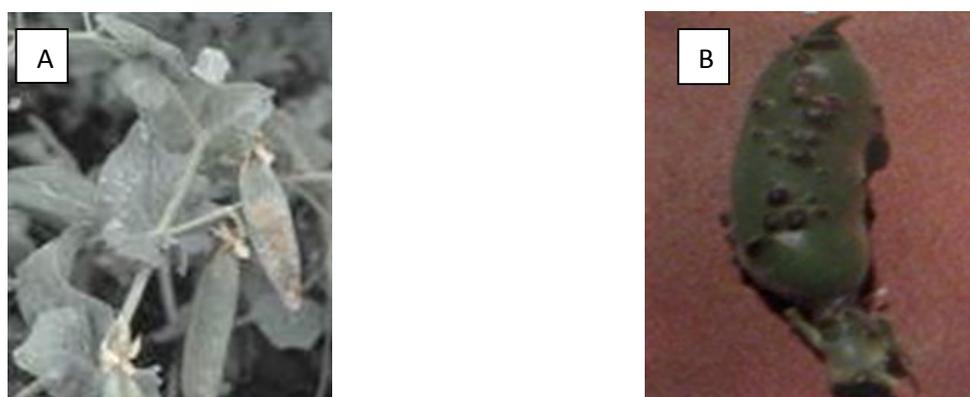


Figure 5 : Dégâts de thrips sur cultures. **A :** feuilles et gousses du petit pois (**Gratwick, 1992**), **B :** gousse de fève (**Cardona et al., 1984**).

1.2.4.2. Dégâts indirects

Les plus sérieux dommages associés aux thrips sont dus aux virus qu'ils peuvent transmettre (**Mound, 2002**). Cependant, parmi les 1710 espèces de Thripidae connues, seulement 14 espèces sont vectrices de virus (**Riley *et al.*, 2011**). Parmi les virus les plus connus, il y a le virus de la maladie bronzée de la tomate (TSWV) et le virus des taches nécrotiques de l'impatiante (**Murphy *et al.*, 2014**). Sur les cultures légumières, le TSWV peut provoquer un rabougrissement, un bronzage et un enroulement des feuilles et une déformation des organes atteints.

1.2.5. Lutte

1.2.5.1. Méthodes culturales

La destruction des mauvaises herbes, le labour profond, la rotation, la mise en place précoce des cultures, l'utilisation de cultures associées, sont parmi les techniques culturales appliquées pour éviter l'installation et la pullulation des thrips. De même, l'irrigation régulière et répétée par aspersion, peut déloger les premiers individus infestant. L'emploi de certaines plantes ornementales (œillets, chrysanthèmes), comme plantes pièges, peut limiter les attaques sur les cultures (**Bournier, 1983, Lichtenhahn *et al.*, 1999, Kuepper, 2004 ; Grignon *et al.*, 2015**).

1.2.5.2. Lutte biologique

Les thrips possèdent plusieurs ennemis naturels, parmi lesquels, il y a lieu de citer des prédateurs comme les araignées, les acariens, les coccinelles, les punaises Anthocoridés, les chrysopes (*Chrysoperla carnea*) et des parasitoïdes Hyménoptères de la famille des Eulophidés (**Bournier, 1983, Kuepper, 2004 ; Grignon *et al.*, 2015**). *Amblyseius swirskii* (acarien) a démontré son efficacité contre *F. occidentalis* sur piment en Turquie (**Kutuk *et al.*, 2011**). Des lâchers à base de nématodes jeunes sous serres (*Steinernema feltiae*) peuvent tuer le thrips d'oignon (*T. tabaci*) après la libération d'une bactérie symbiotique mortelle dans son corps (**Reed, 2013 ; Kashkouli *et al.*, 2014**). Des lâchers au Brésil à base de punaises prédatrices (*Orius laevigatus*, *O. majusculus* et *O. insidiosus*) ont pu résoudre les problèmes posés par les thrips sur les chrysanthèmes (**Paterno Silveira *et al.*, 2004**).

1.2.5.3. Emploi de variétés résistantes

La résistance des plantes a bénéficié d'un intérêt particulier ces dernières années (Gill *et al.*, 2015). Des cultivars et des variétés ont été rapportés dans plusieurs pays comme résistants aux thrips (McDougall & Tesoriero, 2011). Dans le cas de l'oignon, le cultivar Whitekeeper a été classé comme tolérant au thrips *T. tabaci* (Cranshaw, 2004).

1.3. Résistance des plantes aux bio-agresseurs

1.3.1. Définitions

La résistance d'une plante est définie comme étant un ensemble de qualités qu'elle possède et qui détermine ses différentes réactions d'autodéfense à l'égard de ses bio-agresseurs (Smith, 2005). Les plantes résistantes sont moins endommagées à un même niveau d'attaque par un phytophage que les autres plantes, sous des conditions environnementales comparables (Painter, 1951; Painter, 1958).

1.3.2. Différents types de résistance

Du point de vue génétique, la résistance des plantes aux bio-agresseurs peut être mono-génique; contrôlée par un seul gène ou polygénique; véhiculée par plusieurs gènes (Van Der Plank, 1968). Par ailleurs, si cette résistance est plus efficace contre certaines souches d'un phytophage par rapport à d'autres, elle est désignée par une résistance "verticale" ou "perpendiculaire." Par contre, si cette résistance s'exprime de la même façon pour l'ensemble des biotypes de ce ravageur, elle est désignée dans ce cas par une résistance "horizontale" ou "latérale" (Van Der Plank, 1968).

La résistance verticale implique la notion de gène-pour-gène. C'est-à-dire, pour chaque gène de virulence du bio-agresseur, la plante fait intervenir un gène de résistance. Cette résistance, est instable, simple et contrôlée par un seul gène (Keane, 2012). Dans le cas d'une résistance horizontale, l'immunité acquise est plus stable, régulièrement utilisée et elle peut être exploitable pour les sélectionneurs (Keane, 2012).

Il est également important de mentionner que cette résistance peut être induite « active » ou constitutive « passive » (Agrawal & Karban, 1999). Dans le premier cas, la résistance est déterminée par l'expression des barrières physiques et chimiques de la plante, une fois activées par des agents biotiques ou abiotiques (Kloepper *et al.*, 1992). Cependant, la résistance constitutive ou passive, dépend essentiellement du système de défense chimique ou physique de la plante et elle est fonctionnelle même en absence du bio-agresseur. Parmi les éléments impliqués dans la défense constitutive des plantes aux phytophages, il y a lieu de citer les trichomes, les épines, les canaux de latex et de résine (Alfaro *et al.*, 2002 ; Lieutier, 2002 ; Hammerschmidt, 2007).

1.3.3. Les traits de la résistance

Parmi les caractéristiques connus comme étant responsables du choix d'une plante par les phytophages et les performances de ces derniers une fois installés, il y a lieu de citer l'aspect morphologique, les métabolites primaires et les métabolites secondaires (Larsson, 2002). Parmi les aspects morphologiques, la couleur, la cire épicuticulaire, les trichomes, l'épaisseur de l'épiderme, jouent un rôle déterminant (Zehnder, 2010). D'après le même auteur, un total de 30 000 molécules chimiques émises par les plantes est impliqué dans la résistance des plantes. En plus de leur implication directe dans la résistance des plantes aux bio-agresseurs, certains métabolites secondaires, sont également exploités par les parasitoïdes et les prédateurs, au cours de la phase de recherche de leurs hôtes et de leurs proies (Dicke, 2009 ; Unsicker *et al.*, 2009).

1.3.4. Mécanismes de résistance

Ce sont les facteurs qui interviennent directement dans la défense des plantes et qui comprennent ceux qui agissent négativement sur la performance et la préférence des herbivores au moment de l'oviposition ou de la nutrition (Howe & Schaller, 2008). Même si la plante est acceptée, ses traits de résistance peuvent s'interférer avec la physiologie de l'herbivore, pour réduire sa croissance, sa fécondité et sa survie (Larsson, 2002). Ce mécanisme de résistance est désigné par

l'**Antibiose**. En cas d'une résistance par **Antixénose** (non-préférence), la plante fait intervenir son aspect externe et ses substances volatiles afin de maintenir le bio-agresseur à l'écart ou de pousser ce dernier à la quitter après un séjour très bref. Cependant, en cas d'une résistance par **Tolérance**, la plante peut être prise comme un hôte potentiel mais elle est dotée de qualités génétiques qui lui fournissent la capacité de supporter les dommages d'un bio-agresseur sans être touchée dans son développement et sa reproduction (**Painter, 1951 ; Smith, 2005 ; Howe & Schaller, 2008**).

1.3.5. Résistance naturelle chez les légumineuses

Des travaux de recherche entrepris dans plusieurs pays ont permis d'évaluer la résistance naturelle chez des germoplasmes de pois, de fève, de lentille et de pois chiche à l'égard des insectes, notamment, les pucerons, les bruches, les cétones, les noctuelles et les mouches (**Clement et al, 1994 ; Reed et al., 1988**). D'autres études ont accordé une importance à la résistance de ces légumineuses aux thrips, c'est le cas des travaux d'**Alabie et al. (2003, 2004 et 2006) ; Agbahoungba et al. (2017)** sur le niébé et **Frei et al. (2003); Frei (2004)** sur l'haricot. Tous les travaux relatifs à la résistance de la fève, sont réservés à la maladie cryptogamique *Botrytis fabae* (**Hanounik & Maliha, 1986**), à la bruche *Callosobruchus maculatus* (**Boughdad et al., 1986 ; Desroches et al., 1995**) et aux pucerons (**El-Deftawi et al., 1991 ; Laamari et al., 2008 ; Soffan & Aldawood, 2014**).

PARTIE
EXPERIMENTALE

2.1. Matériel et méthodes

2.1.1. Matériel

2.1.1.1. Matériel végétal

Dans la région de Biskra, les agriculteurs qui cultivent la fève, notamment dans la région du Zab Cherki, disposent de leur propre semence de base. Après chaque culture, ils choisissent les plants les plus vigoureux pour sélectionner leurs graines comme une semence pour la saison prochaine. Afin de conserver et de mettre en valeur ce matériel végétal, des prospections sont effectuées dans plusieurs localités appartenant à la wilaya de Biskra. Après des contacts répétés avec des agriculteurs potentiels, certains ont accepté de mettre à notre disposition leur semence de base. Effectivement, 62 cultivars (provenances) ont été collectés. Les origines et les numéros attribués à ces cultivars sont présentés sur le tableau 1.

Tableau 1: Origines et numéros attribués aux cultivars de fève collectés à travers la wilaya de Biskra.

Origines (Localités)	Nombre de cultivars	Numéros attribués aux cultivars
Ain Naga (El Dhibia)	7	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Branis (El Ouldja, Chicha)	10	51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 65
Chetma (Sidi Khelil)	1	38
Dar Arous (Badoulche)	4	47, 48, 49, 50
Djamorah	1	46
Doucen	2	27, 64
Droue	5	39, 40, 42, 44, 45
El Houraya	2	2, 3
El Kantara	3	35, 36, 37
El Outaya	4	30, 31, 33, 34
Ferme Idris Omar	1	32
Lyoua	1	26
M'ziraa (El Mensef)	6	21, 22, 23, 24, 25, 63
Seriana	1	1
Sidi Khaled (Oum Sebta)	2	29, 28
Sidi Okba	5	4, 5, 6, 7, 8
Zeribet El Oued (El Beghila)	6	16, 18, 19, 60, 61, 62
Zribet Hamed	1	17
Total	62	62

Les graines des 62 cultivars sélectionnés, sont présentées sur la figure 6. Il est remarqué une différence de taille, de couleur et même de forme entre les graines des différentes provenances.

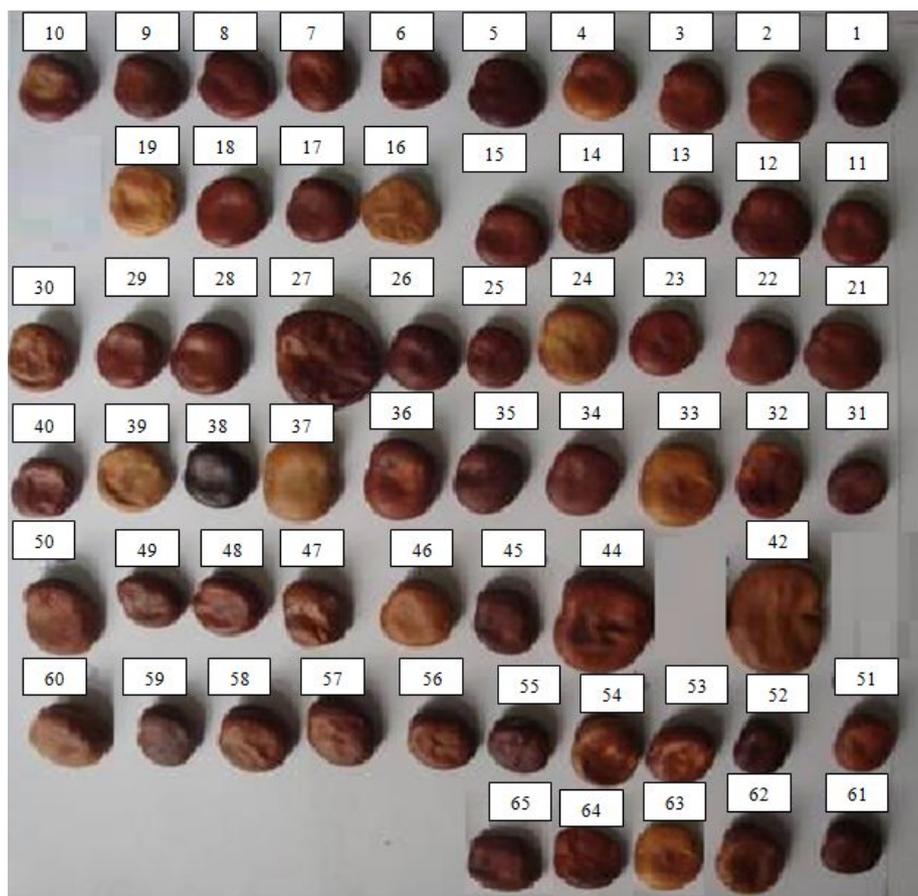


Figure 6 : Graines des différents cultivars de fève collectés dans la wilaya de Biskra durant cette étude.

2.1.1.2. Matériel animal

Le matériel animal est composé des différentes espèces de thrips trouvées sur la fève durant la période d'étude. Parmi les thrips inventoriés sur cette culture dans la région de Biskra, certains ont été utilisés pour l'infestation des cultivars afin d'évaluer leur résistance à l'égard de ces phytophages.

2.1.2. Méthodologie de travail

2.1.2.1. Présentation du site d'étude

L'étude a été effectuée dans des parcelles situées à la station expérimentale des bio-ressources du Centre de la Recherche Scientifique et Technique en Régions Arides (CRSTRA), qui se trouve à El Outaya (W. Biskra) (Figure 7). Cette station est située à une altitude moyenne de 199 m et ses coordonnées sont 34°55'40,43''Nord et 5°38'53,27''Est. Le sol est de type limono-argileux.



Figure 7 : Vue générale de la station expérimentale des Bio-Ressources de CRSTRA à El Outaya. (Le cadre en rouge représente l'emplacement des parcelles d'étude) (Google earth, 2009).

2.1.2.2. Mise en culture de l'ensemble des cultivars

Cet essai a été mis en place afin de déterminer d'abord les espèces de thrips inféodées à cette culture dans la région de Biskra et leur importance numérique. Par ailleurs, les 62 cultivars de fève sélectionnés ont été regroupés en différentes classes selon une échelle d'évaluation basée sur la sensibilité de leurs gousses aux attaques des thrips. Dans ce test, il est procédé également à l'étude de l'interaction entre le niveau de résistance de chaque cultivar et ses aspects morpho-métriques.

Ce premier essai a été conduit dans une parcelle de 274 m² au cours de la campagne 2011/2012. Après un labour profond et le travail superficiel, effectués le 27 octobre 2011, les billons sont confectionnés manuellement le 21 novembre. Le semis a été réalisé le 23 novembre, à raison de 10 graines par billon, avec un espacement de 70 cm entre les billons et 20 cm entre les plants (Figure 8). Cet espacement a été choisi afin de faciliter le binage et la manipulation des plants lors des différentes opérations de comptage. L'irrigation est faite par submersion, à une fréquence de 15 jours en automne et hiver et de 5 à 7 jours au printemps. Aucun traitement chimique n'a été appliqué. Le désherbage est pratiqué manuellement en raison de 6 passages durant tout le cycle de la plante.



Figure 8 : Vue générale de la parcelle d'étude durant la campagne 2011/2012.

2.1.2.2.1. Inventaire et importance numérique des thrips

Afin de déterminer les espèces de thrips phytophages associées à la culture de la fève dans la région d'étude, la technique de secouage des plants a été adoptée. Au stade pleine floraison, soit le 5 mars 2012, trois plants de chaque cultivar, sont pris au hasard et secoués au dessus d'un parapluie japonais. Les thrips tombés sont recueillis à l'aide d'un pinceau fin et conservés dans des tubes à essai contenant de l'éthanol à 70%.

Une fois au laboratoire, le contenu de chaque tube a été versé dans une boîte de Pétri. Sous une loupe binoculaire, il est procédé à un premier triage sur la base de la taille, la couleur et la forme des ailes des différents spécimens (Figure 9). Un deuxième triage est effectué sur chaque lot mais en se basant cette fois sur des critères encore plus précis, notamment, le nombre d'articles antennaires et la couleur des 4 premiers articles.

Après les deux opérations de triage, quelques individus sont pris de chaque lot de thrips afin de les monter entre lames et lamelles. Les spécimens sont d'abord placés dans une boîte de Pétri contenant de l'alcool à 70°. Le corps de chaque individu est percé à l'aide d'une épingle entomologique très fine sous une loupe binoculaire, entre les metacoaxae et les membranes intersegmentaires abdominales. Les thrips ont subit ensuite un bain froid de potasse à 10% (5 % pour les espèces très fragiles) pendant

24h. Les échantillons sont transférés ensuite dans des bains d'alcool à 10% , 70 % en enfin 95%. Après avoir déposé une goutte d'Eukit sur une lame, un individu de thrips à identifier est déposé au centre de la goutte, de sorte que la face ventrale soit au contact du verre et que l'axe du corps soit perpendiculaire à celui de la lame. A l'aide d'une fine épingle, les ailes et les pattes sont étalées et les antennes sont redressées. Après avoir bien étalé l'échantillon toujours sous une loupe binoculaire, chaque lame est recouverte par une lamelle. Sur le bord de chaque lame préparée, une étiquettes est placée sur laquelle il est mentionné le nom de l'espèce identifiée (Figure 10).

Les spécimens montés ont subit des observations microscopiques à différents grossissements. L'identification est assurée à l'aide des clés de **Moritz (1994)** et de **Zur Strassen (2007)**.



Figure 9 A, B et C: Les différentes opérations de triage des thrips sous la loupe binoculaire.

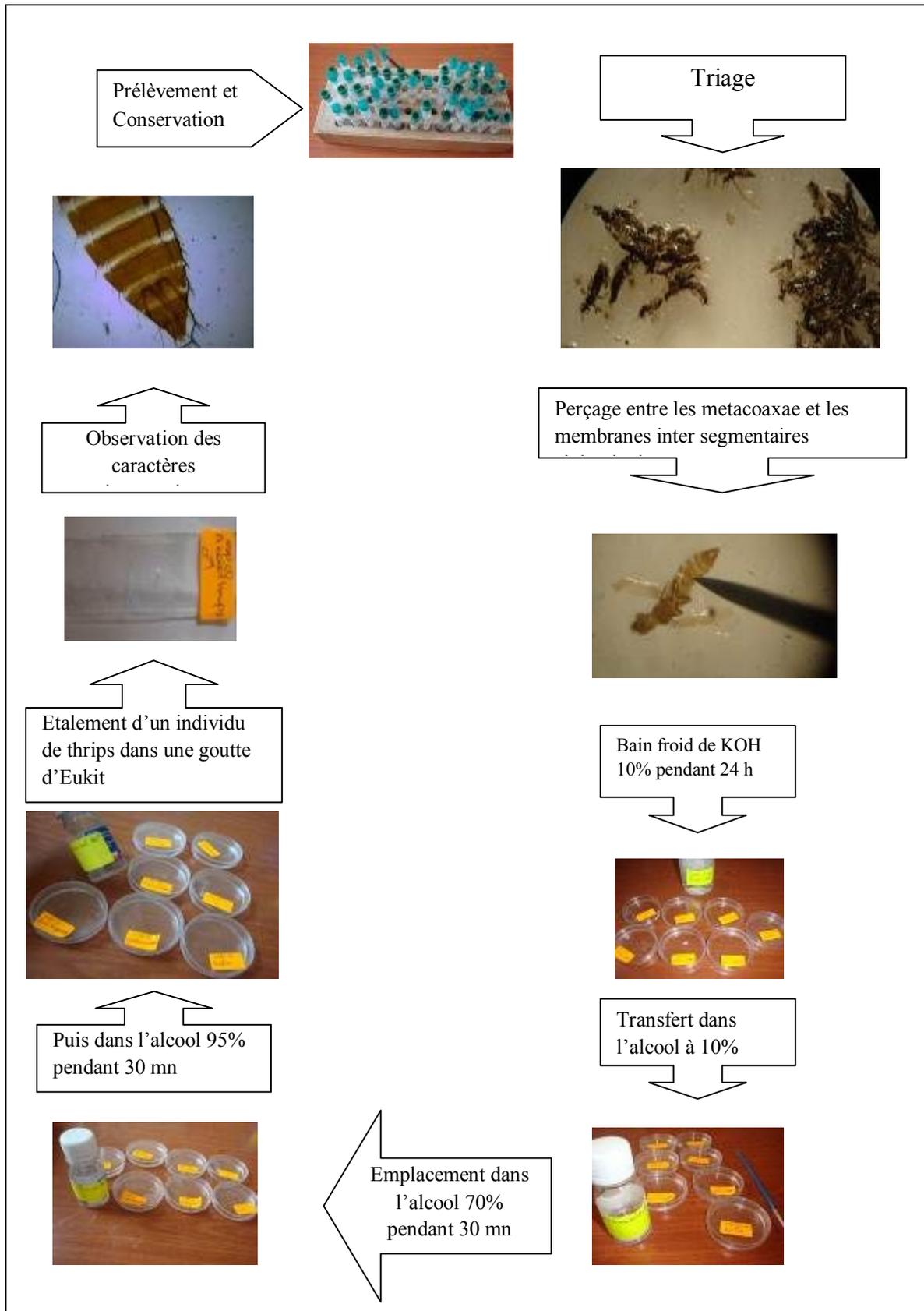


Figure 10 : Les différentes étapes suivies pour le montage des thrips entre lames et lamelles.

2.1.2.2.2. Evaluation du taux d'attaque

Après la formation d'au moins trois bouquets de gousses chez l'ensemble des cultivars mis en culture lors de cette première campagne, soit le 15/04/2012, une évaluation de leur résistance à l'égard des thrips phytophages a été effectuée sur la base d'une échelle qui a été adoptée et qui tient compte des dégâts observés sur les gousses (Figure 11). D'après **Cardona *et al.* (1984)**, les attaques des thrips sur les gousses de fève se manifestent par la formation de tubérosités d'abord vertes et qui deviennent ensuite noires.

Le taux d'attaque (%) = au nombre de gousses attaquées X 100/ le nombre total de gousses produites.

Dans cette échelle, qui comporte 3 classes, il est considéré comme attaqué, toutes les gousses qui comportent d'une à plusieurs tubérosités

Les cultivars sont classés comme sensibles si le pourcentage de gousses attaquées est \geq à 50%.

Les cultivars sont considérés comme tolérants, si le taux d'attaque est \geq à 10% et $<$ à 50%.

Les cultivars sont classés comme résistants, si le taux de gousses attaquées est $<$ à 10%.



Figure 11 : Importance des tubérosités sur les gousses de fève.

2.1.2.2.3. Caractérisation morphologique des cultivars

Plusieurs auteurs (**Renwick, 1983 ; Smith, 2005 ; Zehnder, 2010**), ont mentionné que l'aspect externe de la plante peut intervenir dans sa résistance aux ravageurs. La caractérisation de l'ensemble des cultivars dans cette étude est basée sur l'échelle proposée par **UPOV (2004)**. Les stades phénologiques durant lesquels les caractères ont été mesurés sont mentionnés dans le tableau 2.

Tableau 2: Les différents caractères morphologiques observés durant l'étude (UPOV, 2004).

Caractères	Stade	Méthodes	unités
Nombre de tiges par plant	60-69	Tiges dépassant la moitié de la longueur de la tige principale incluse	nombre
Nombre total des fleurs/plant	65	Comptage	nombre
Longueur de fleur au 2 ^{em} nœud florifère	65	Mesure	cm
Nombre total de gousses/plant	70-78	Comptage	nombre
Longueur de la gousse	80	Mesure	cm
Largeur de la gousse	80	Mesure	cm

*Le logiciel SPSS 10 est utilisé pour les analyses statistiques.

2.1.2.3. Confirmation de la résistance chez les cultivars résistants

Afin de confirmer d'une part la performance observée chez certains cultivars à l'égard des thrips durant le premier test, effectué lors de la campagne 2011/2012, et de vérifier d'autre part la variabilité de cette résistance en fonction du temps, il est procédé à deux autres tests successifs durant les campagnes 2012/2013 et 2013/2014. Effectivement, **Mandrin et al. (2006)** ont mentionné que dans ce genre d'étude, il est nécessaire d'effectuer plusieurs observations afin d'évaluer la variabilité de la résistance des plantes en fonction des changements climatiques et des facteurs de production.

Dans ces essais, il est pris seulement les cultivars classés comme résistants lors du premier test ainsi que les cultivars les plus sensibles (témoins).

Au cours de la campagne 2012/2013, l'essai a été conduit dans une parcelle de 88,56m². Après un émiettement du sol, l'élimination des plantes adventices et la confection des billons, le semis a été effectué le 18 novembre 2012 avec un espacement de 70 cm entre les billons et 20 cm entre les plants (Figure 12). Les cultivars sont cultivés selon le même protocole suivi durant la première évaluation (10 répétitions par cultivar). L'irrigation est faite toujours par submersion à la même fréquence que la première campagne. La parcelle a bénéficié de 5 désherbages manuels durant tout le cycle de la culture.



Figure 12: Vue générale de la parcelle d'étude durant la campagne 2012/2013.

Au cours de la campagne 2013/2014, l'essai a été conduit dans une parcelle de 76,26m². Après un épandage d'un fumier de fond, un émiettement du sol et un désherbage mécanique, le semis a été effectué le 31 octobre 2013. Les mêmes espacements sont maintenus lors de ce troisième essai (Figure 13). Une fertilisation organique (fumier ovin) a été appliquée.



Figure 13 : Vue générale de la parcelle d'étude durant la campagne 2013/2014.

A la fin de la nouaison (grossissement des gousses), soit le 18/04/2013 pour la campagne 2012/2013, un classement des cultivars a été effectué tout en se basant sur les attaques observées sur les gousses, en appliquant la formule suivante:

Le taux d'attaque = $\frac{\text{au nombre de gousses attaquées}}{\text{le nombre total de gousses produites}} \times 100$

Dans cette échelle, qui comporte 3 classes, il est considéré comme attaqué, toutes les gousses qui comportent d'une à plusieurs tubérosités.

Les cultivars sont classés comme sensibles si le pourcentage de gousses attaquées est \geq à 50%.

Les cultivars sont considérés comme tolérants, si le taux d'attaque est \geq à 10% et $<$ à 50%.

Les cultivars sont classés comme résistants, si le taux de gousses attaquées est $<$ à 10%.

Pour la campagne 2013/2014, toujours au stade fin nouaison (grossissement des gousses), soit le 09/04/2014, en appliquant la même échelle d'évaluation, les cultivars retenus sont également répartis en 3 catégories selon leur niveau de résistance. Il est à signaler que lors de ces deux évaluations, il n'est tenu compte que des plants qui ont produits au moins 3 bouquets de gousses.

2.1.2.4. Infestation artificielle des cultivars résistants

2.1.2.4.1. Infestation des plants entiers

Sur la base des résultats de l'inventaire des thrips ainsi que ceux relatifs au classement des cultivars selon leur niveau de résistance des différentes évaluations, il est procédé à d'autres tests afin de déterminer l'espèce de thrips responsables des attaques sur feuilles et gousses chez les cultivars résistants en comparaison avec des témoins sensibles.

Dans des pots d'une capacité de 4,5 kg, il est placé un substrat composé 2/4 de sol, 1/4 de sable et 1/4 de fumier. Au sein de chaque pot une graine est semée le 23/11/2014.

Les plants sont placés selon un dispositif de type split-plot à cinq blocs (5 répétitions) (Figure 14).

Chaque pot est ensuite surmonté d'un support en fil de fer sur lequel il est déposé un manchon en tulle (insecte proof).

Au stade début floraison, il est procédé à l'infestation de chaque plant du même cultivar par l'une ou l'autre espèce de thrips prise séparément. A partir des plants de fève destinés à l'élevage des thrips, des individus représentant l'ensemble des espèces de thrips phytophages sont récoltés en grand nombre par la technique de secouage sur un tissu blanc. Les spécimens récoltés sont d'abord triés au laboratoire sous une loupe binoculaire et séparés dans des flacons en lots de 50 individus de chacune des espèces de thrips retenues pour cette infestation artificielle.

Une fois triés, comptés, étiquetés et placés en lots de 50 individus, le contenu de chaque flacon est introduit sous le manchon et secoué sur les feuilles apicales des plants. Cette opération est répétée 5 fois (Figure 15).

L'évaluation du taux d'attaque sur gousses et sur feuille = au nombre de gousses ou de feuilles attaquées X 100 / nombre total de gousses ou de feuilles produites.



Figure 14 : Le dispositif expérimental suivi lors du test d'infestation artificielle des plants entiers de fève.

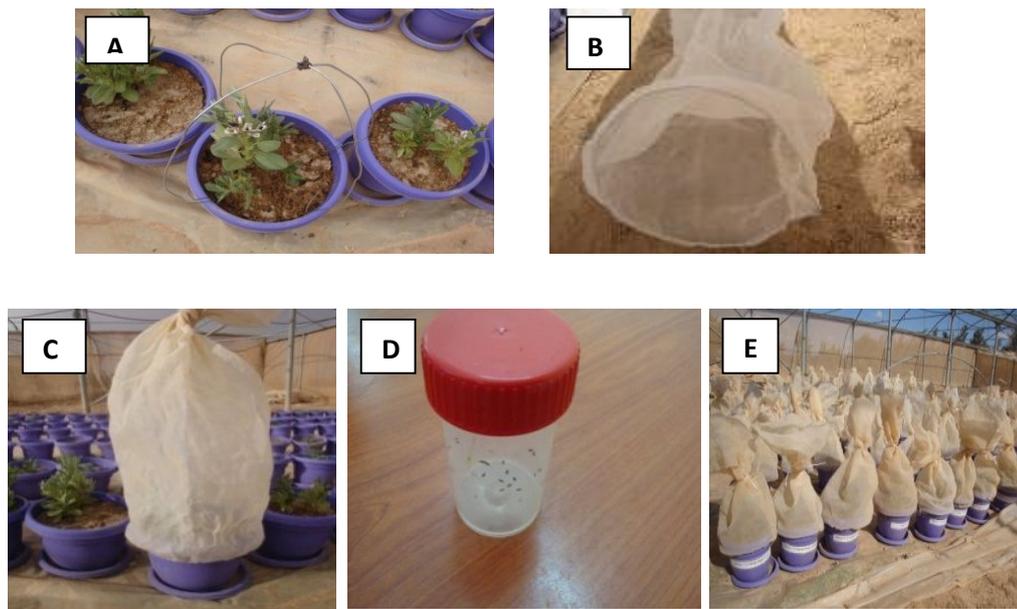


Figure 15 : Modalités suivies pour l'infestation artificielle des plants entiers de fève. **A** : pot surmonté d'une armature en fil de fer, **B** : Manchon en insecte proof, **C** : Pot couvert avec un manchon, **D** : Flacon contenant des thrips, **E** : Plants couverts de manchons lors de leur infestation par les thrips.

2.1.2.4.2. Infestation artificielle des organes

L'objectif de ce test est d'évaluer la sévérité de l'attaque sur feuilles et sur gousses en fonction des effectifs de chaque espèce de thrips. Il est à mentionner que dans cet essai, il est pris en considération seulement l'espèce de thrips la plus dommageable aux feuilles et la plus nuisibles aux gousses lors de l'étude précédente.

Pour cela, les cultivars résistants ont été cultivés dans des sachets en plastique contenant un substrat composé de 2/3 sol et de 1/3 de fumier. Le semis est effectué le 25/12/2014. Les plants sont irrigués régulièrement et à raison d'une fois par semaine en hiver et une fois chaque 3 à 4 jours au printemps.

Concernant l'évaluation des dégâts du thrips le plus nuisible aux feuilles, il est procédé de la manière suivante. Au stade début floraison, deux folioles par feuille de chaque plant sont introduites dans un gobelet transparent à travers une ouverture confectionnée à la base de celui-ci. Un tube Eppendorf contenant 20 adultes de

l'espèce de thrips, est introduit et secoué au sein du gobelet. Une fois les feuilles sont infestées, le gobelet est minutieusement fermé à l'aide d'un morceau d'un tulle. Cette opération est répétée trois fois. La même opération a été refaite sur trois autres plants du même cultivar mais avec un nombre de 40 individus de la même espèce de thrips (Figure 16 A, B et C).

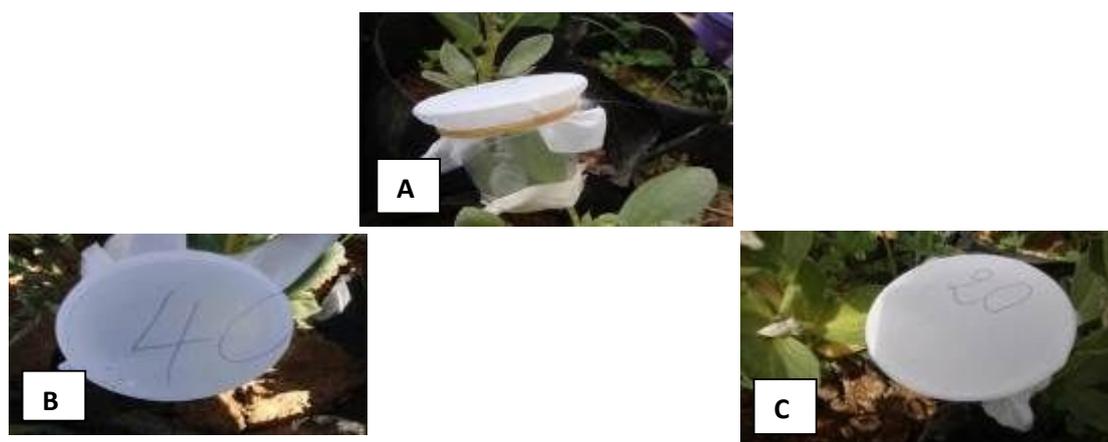
Après 20 jours de l'infestation des feuilles, une échelle de notation selon la sévérité des attaques sur les feuilles est appliquée.

Classe (0). La surface décolorée de la feuille suite aux piqûres de prise de nourriture des thrips est nulle.

Classe (1). La surface décolorée est > 0 et $\leq 30\%$.

Classe (2). La surface décolorée est > 30 et $\leq 60\%$.

Classe (3). La surface décolorée est > 60 et $\leq 100\%$.



Figures 16 A, B et C: Modalités suivies pour l'infestation des feuilles de fève par 20 et 40 individus de thrips.

Afin d'évaluer la sévérité des attaques des thrips inféodés aux gousses, il est procédé de la même façon que l'infestation des feuilles. Chaque gousse complètement développée est prise par plant est ensuite infestée par 20 ou 40 individus (6 plants pour les deux traitements). Une fois infestée, chaque gousse est protégée par un manchon en tulle préalablement confectionné (Figure 18). Après 10 jours de

l'infestation, une échelle a été adoptée pour évaluer l'impact des attaques en fonction des effectifs utilisés lors de l'infestation artificielle.

L'échelle appliquée pour les gousses est la suivante:

Classe (0) = aucun dégât visible ;

Classe (1) = de 1 à 5 tubérosités par gousse;

Classe (2) = de 6 à 10 tubérosités par gousse;

Classe (3) = > à 10 tubérosité par gousse.



Figures 17 : Le type de manchon utilisé pour la protection des gousses de fève infestées artificiellement.

2.2. Résultats et discussions

2.2.1. Inventaire des thrips phytophages

2.2.1.1. Résultat

Les échantillonnages effectués durant la campagne 2011/2012 ont permis de recenser 3 espèces de thrips phytophages sur la fève dans la station des bio-ressources du CRSTRA à El Outaya (Biskra) (Tableau 3). L'identification a été faite au laboratoire de Protection des Végétaux, de l'Université Batna 1, sous la direction de Mr Laamari M. Les principaux caractères morphologiques des espèces rencontrées sont présentés sur les figures 18, 19 et 20.

Tableau 3 : Espèces de thrips phytophages inféodées à la fève dans la station du CRSTA d'El Outaya (Biskra).

Sous ordres	Familles	Genres	Espèces
Terebrantia	Melanthripidae	<i>Melanthrips</i>	<i>Melanthrips fuscus</i> Sulzer, 1776
	Thripidae	<i>Odontothrips</i>	<i>Odontothrips confusus</i> Prisener, 1926
		<i>Frankliniella</i>	<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergand, 1895



Forme générale



Vertex sans sculpture polygonale et front non projeté



Deux longues paires de soies sur la marge postérieure du pronotum et absence de ces soies sur la marge antérieure



Aile et patte antérieure

Figure 18 : Caractères morphologiques de l'espèce *Odontothrips confusus*.



Forme générale



Absence de sculpture polygonale



Spinula sur le mésothorax

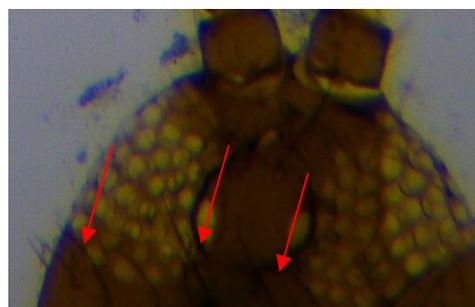


Soies sur la marge antérieure du pronotum et soies ocellaires

Figure 19 : Caractères morphologiques de l'espèce *Frankliniella occidentalis*.



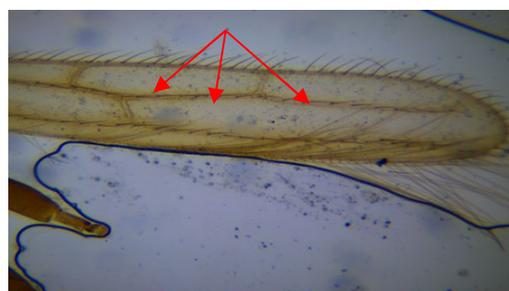
Forme générale



Présence de longues soies sur le vertex derrière les yeux



Article antennaire II sans processus apical



Une seule rangée de soies sur l'aile antérieure

Figure 20 : Caractères morphologiques de l'espèce *Melanthrips fuscus*.

2.2.1.2. Discussion

Sur les 62 cultivars de fève soumis au test lors de la première campagne (2011/2012), trois espèces de thrips phytophages ont été identifiées (*Odontothrips confusus*, *Frankliniella occidentalis* et *Melanthrips fuscus*). Ces thrips sont déjà mentionnés sur la fève dans la région de Biskra (**Rechid, 2011; Razi et al., 2013**). Cependant, **Zamar & Neder de Román (2012)** ont rapporté qu'en Argentine, les espèces de thrips inféodées à la fève sont *F. australis*, *F. occidentalis*, *F. gemina*, *F. schultzei* et *Thrips tabaci*.

La présence de l'espèce *O. confusus* est liée à sa préférence exprimée à l'égard des légumineuses (**Bournier, 1983**). Dans la plaine de Mitidja (Algérie), cette espèce a été trouvée sur *Jasminus* sp. et sur *Pittosporum tobira* (**Benmessaoud Boukhalfa et al., 2010**). A Biskra et précisément à El Outaya, ce thrips a été déjà trouvé sur la fève par **Laamari & Hebbel (2006)**.

Quant à la deuxième espèce, à s'avoir *F. occidentalis*, elle est déjà mentionnée sur le piment en Tunisie (**Elimem et al., 2014**). En Algérie elle est enregistrée sur différentes cultures et plantes spontanées (**Laamari & Houamel, 2015 ; Rechid, 2011; Razi et al., 2016**). Elle est considérée par **Cloyd (2010)** comme le thrips le plus destructif des cultures sous serre suite aux dégâts directs qu'il induit sur le feuillage et les fleurs, et aux dégâts indirects en tant que vecteur des virus (Impatiens necrotic spot, tomato spotted wilt virus). Cette espèce a été aussi mentionnée par **Zamar & Neder de Román (2012)** sur la culture de fève durant les périodes de floraison et de fructification en Argentine. D'après **Roques (2006)** cette espèce est originaire d'Amérique du Nord (Canada, Etats-Unis, Mexique) et à partir de là elle a pu gagner tous les continents vers 1980. **Gillespie (2010)** a rapporté que plus de 400 espèces de plantes sont connues comme hôtes de ce thrips, entre autres, des légumes, des cultures floraux et des plantes spontanées. La nature des dégâts dépend de la culture et de son stade de développement au moment de l'attaque.

L'espèce *M. fuscus* qui est également trouvé sur la fève à Biskra, est déjà signalée dans cette région par **Laamari & Hebbel (2006)** et par **Rechid (2011)** sur différentes Fabaceae et autres plantes. En Espagne, elle a été collectée sur 12 espèces botaniques par **Zur Strassen et al. (1997)** et sur fève par **Lacasa et al. (1996)**. En Turquie, elle a été mentionnée sur *Brassica napus* (**Durmuşoğlu et al., 2017**), sur *Prunus cerasus* (**Uzun et al., 2015**) et sur 35 autres espèces de plantes et dont la majorité sont des crucifères (**Tekşam & Tunç, 2009**). En Iran, elle a été trouvée sur *Fumaria officinalis* (**Horril et al., 2011**).

2.2.2. Importance des effectifs totaux des thrips

2.2.2.1. Résultat

L'évaluation des effectifs totaux des thrips phytophages capturés par la technique de secouage au stade pleine floraison sur trois plants par cultivar de fève a révélé les résultats présentés sur le tableau 4 et la figure 21. L'espèce *O. confusus*, est la plus représentée (390 individus), suivie par *F. occidentalis* (199 individus) et enfin *M. fuscus* (58 individus).

Tableau 4 : Importance des effectifs totaux des espèces de thrips phytophages trouvées sur les plants de fève durant l'année 2011/2012.

Espèce de thrips	Nombre d'individus	Pourcentage	Nombre de cultivars infestés
<i>Odontothrips confusus</i>	390	60,28	56
<i>Frankliniella occidentalis</i>	199	30,75	53
<i>Melanthrips fuscus</i>	58	08,97	30
Total	647	100	62

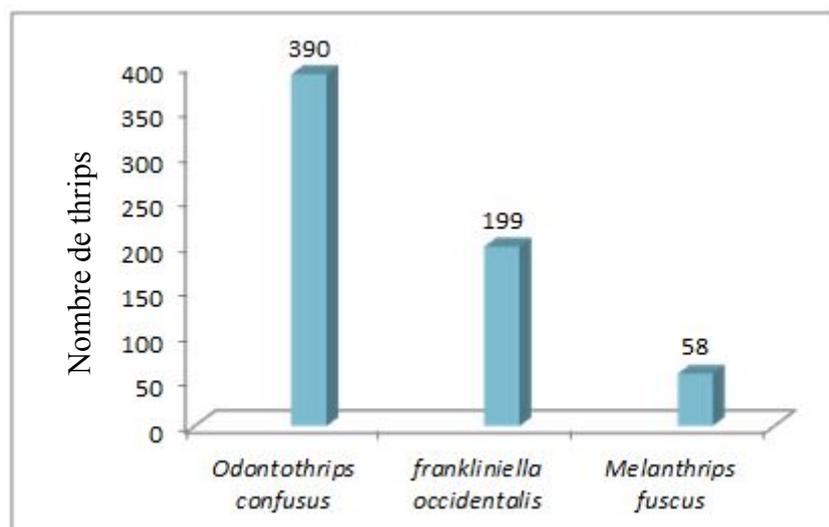


Figure 21: Importance des effectifs totaux des espèces de thrips phytophages trouvées sur trois plants de fève de chaque cultivar durant la campagne 2011/2012.

2.2.2.2. Discussion

La dominance de l'espèce *O. confusus* est attribuée à sa préférence particulière aux légumineuses (**Bournier, 1983 ; Mound, 2003**). Il se peut également que cette espèce possède de grandes capacités de tolérance aux conditions climatiques comparativement aux autres espèces. Il est à noter également que ce thrips passe la plupart de son cycle de vie à l'intérieur des fleurs à l'abri des températures extrêmes et des ennemis naturels. Cette espèce est déjà rapportée comme espèce dominante sur *Medicago sativa* en Roumanie par **Pusta et al. (2015)** et par **Abraham (2012)** en Hongarie.

Les effectifs du thrips californien (*F. occidentalis*) sur la fève à El Outaya durant la campagne 2011/2012, étaient moins importants qu'*O. confusus*. Il se peut que ce thrips polyphage a préféré de s'installer sur d'autres plantes hôtes, notamment, les solanacées, les cucurbitacées, très cultivées dans la région d'étude. Il se peut que les conditions climatiques, en particulier, les températures qui ont précédé le secouage des plants qui a été effectué le 5 mars, n'étaient pas favorables à la pleine activité de ce thrips. Effectivement, **Pearsall & Myers (2000)**, ont rapporté que l'entrée en activité des premiers adultes hivernants de ce thrips ne s'observe que si la température de l'air soit supérieure à 18°C. Par ailleurs, **Trdan et al. (2003)** ont signalé que les températures optimales pour ce thrips sont comprises entre 15 et 25°C.

L'espèce *M. fuscus* qui est la moins présente sur la fève à El Outaya durant la campagne 2011/2012. Apparemment, c'est l'espèce la moins adaptée aux conditions climatiques de Biskra.

Il est à signaler également qu'*O. confusus* a pu coloniser 56 cultivars, tandis que *F. occidentalis* (53 cultivars) et *M. fuscus* (30 cultivars), ont été trouvés sur un nombre moins important. Il se peut que la différence morphologique et physiologique entre les cultivars agit sensiblement sur l'alimentation et le potentiel de reproduction de ces trois espèces de thrips. Il se peut également qu'*O. confusus* est la moins affectée par la concurrence et la compétition interspécifique comparativement aux deux autres espèces, en particulier *M. fuscus*.

2.2.3. Evaluation de la résistance chez l'ensemble des cultivars

2.2.3.1. Résultat

Le classement des 62 cultivars de fève soumis à l'étude sur la base du pourcentage de gousses attaquées par les thrips a permis d'obtenir les résultats présentés sur le tableau 5. Parmi ceux –ci, 11 cultivars sont considérés comme résistants, alors que, les cultivars 37 et 47 se sont montrés sensibles aux attaques des thrips.

Tableau 5: Classification des cultivars selon le taux d'attaque enregistré sur les gousses.

Cultivars		Total
Résistants	1, 8, 9, 25, 27, 33, 36, 38, 61, 62, 64	11
Tolérants	2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 39, 40, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 63, 42, 51, 60, 65	49
Sensibles	37, 47	2

Pour expliquer la différence dans la résistance des cultivars étudiés aux thrips, il est procédé à des mensurations sur certains aspects morphologiques des plants. L'étude a montré que, les paramètres relatifs aux nombres de tiges, de fleurs et de gousses par plant, sont positivement corrélés avec le taux d'attaque. Par ailleurs, il est remarqué que les cultivars les plus attaqués se caractérisent également par des fleurs longues (Tableau 6).

Tableau 6 : Les corrélations enregistrées entre le taux d'attaque et certains paramètres morpho-métriques des cultivars de fève.

Paramètres morpho-métriques	Taux d'attaque
Nombre de tiges	0,272*
Nombre total de fleurs	0,323*
Longueur de la fleur	0,369**
Nombre total des gousses	0,303*
Longueur de la gousse	0,223
Largeur de la gousse	0,160

* La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral), ** La corrélation est significative au niveau 0.01 (bilatéral).

Par ailleurs, il est constaté que le taux d'attaque est également corrélé positivement avec les effectifs moyens par plant de *F. occidentalis* obtenus lors du secouage effectué en pleine floraison (Tableaux 7 et 8).

Tableau 7 : Effectifs moyens des thrips phytophages par cultivar de fève.

Thrips Cultivars	<i>O. confusus</i>	<i>F. occidentalis</i>	<i>M. fuscus</i>	Thrips Cultivars	<i>O. confusus</i>	<i>F. occidentalis</i>	<i>M. fuscus</i>
1	0,00	0,33	0,00	33	1,00	0,67	0,33
2	1,00	0,33	0,33	34	1,67	0,67	0,33
3	0,33	1,00	0,00	35	2,33	1,67	0,33
4	3,33	2,33	0,00	36	1,33	1,33	0,00
5	0,33	2,00	0,67	37	1,67	2,67	0,33
6	1,00	1,33	0,33	38	8,67	1,00	0,00
7	0,67	2,00	0,33	39	1,33	0,67	0,00
8	0,67	0,33	0,33	40	3,67	2,67	0,00
9	0,67	0,67	0,33	42	2,67	3,00	0,33
10	0,00	1,33	0,33	44	1,67	1,33	4,33
11	1,00	2,00	0,00	45	4,00	0,00	0,00
12	0,67	1,00	0,00	46	3,33	1,00	0,33
13	2,00	1,67	0,33	47	2,33	3,00	0,67
14	0,00	0,33	0,00	48	3,67	1,67	0,33
15	1,67	1,67	0,67	49	2,00	0,33	0,33
16	2,33	1,67	0,33	50	3,67	3,00	0,00
17	5,00	2,00	0,00	51	3,33	0,33	0,00
18	2,33	0,33	0,33	52	11,33	0,67	1,33
19	3,33	0,67	0,33	53	2,67	0,00	1,00
21	2,67	1,67	0,00	54	1,00	0,67	0,33
22	0,33	0,00	0,00	55	1,00	1,33	0,00
23	1,00	1,67	0,00	56	7,00	0,00	0,67
24	0,33	1,67	0,00	57	2,00	0,00	0,00
25	2,33	1,33	0,00	58	5,00	0,00	0,00
26	3,33	1,33	1,00	59	1,00	0,00	0,33
27	2,67	0,33	1,00	60	2,33	1,33	0,00
28	1,00	0,00	0,00	61	0,67	0,33	0,00
29	1,67	0,00	0,67	62	2,67	0,33	0,00
30	1,00	0,67	0,00	63	0,67	1,67	0,00
31	0,00	0,67	0,67	64	1,67	0,67	0,00
32	0,00	0,33	0,00	65	0,00	1,67	0,00

Tableau 8 : Les corrélations enregistrées entre le taux d'attaque et les effectifs moyens des espèces de thrips phytophages récupérées après le secouage des plants.

Espèces de thrips phytophages	Taux d'attaque
<i>Frankliniella occidentalis</i>	0,256*
<i>Melanthrips fuscus</i>	0,074
<i>Odontothrips confusus</i>	0,066

* La corrélation est significative au niveau 0.05 (bilatéral).

2.2.3.2. Discussion

L'analyse des résultats obtenus lors de la première évaluation a permis de classer les 62 cultivars de fève étudiés selon le taux d'attaque des gousses en trois groupes. Deux cultivars (cultivars 37 et 47) ont exprimé une sensibilité élevée aux thrips comparativement au reste. Par ailleurs, la majorité, soient 49 cultivars, se sont montrés tolérants, tandis que, 11 cultivars sont classés comme résistants selon l'échelle proposée. Ces différences dans les niveaux de résistance sont sûrement liées à la diversité génétique intra-spécifique.

Apparemment c'est la première étude qui a été réservée à la résistance de la fève aux thrips. Les travaux précédents, ont traité surtout l'oignon (**Diaz-Montano, 2010 et 2011**), le piment (**Maris et al., 2003**), le chou (**Voorrips et al., 2008**) et la pomme de terre (**Westmore, 2012**). Sur les légumineuses à s'avoir, le niébé au Nigeria (**Alabi et al., 2003**) au Ghana (**Abudulai et al., 2006**) et en Uganda (**Agbahoungba et al., 2017**) et l'haricot en Colombie (**Cardona et al., 2002 ; Frei et al., 2003**), les auteurs ont étudié surtout les mécanismes de résistance (antibiose et antixénose) et l'impact des thrips sur les composantes de rendement. Comme la région de Biskra, est le premier fournisseur de la fève fraîche en Algérie (**Maatougui, 1996**), une importance particulière a été accordée à l'aspect externe des gousses et les tubérosités déformantes ont été prises comme un critère d'évaluation de la résistance.

En ce qui concerne les aspects morphologiques retenus dans cette étude, il est remarqué que le cultivar sensible 37, s'est distingué par une production moyenne élevée en fleurs (57,85 fleurs), en gousses (12,14 gousses) et également en fleurs longues (3,55 cm) (Annexe 1). Il est possible que les cultivars qui possèdent le plus grand nombre de fleurs et les fleurs les plus profondes, soient ceux qui assurent une bonne protection des thrips contre les

facteurs climatiques extrêmes et les ennemis naturels. Effectivement, **Lewis (1973)**, a mis en évidence que les fleurs profondes abritent généralement les effectifs les plus importants de thrips floricoles et par conséquent les pertes induites sont toujours plus significatives par rapport aux plantes à fleurs petites. Cette remarque a été soulevée également par **Alabi et al. (2003)** et **Abudulai et al. (2006)** chez le niébé.

Malgré que la longueur et la largeur des gousses n'ont pas été déterminantes dans les niveaux d'attaques par les thrips, mais il se peut que la différence dans la consistance de l'enveloppe qui couvre ces gousses est responsable de la résistance observée chez certains cultivars. Des auteurs comme **Nasiya Beegum (2015)** ; **Halder (2004)**, sont arrivés aux mêmes constatations et ils ont remarqué que l'épaisseur des tissus des gousses interviennent dans la résistance des plantes aux insectes ravageurs, spécialement, les foreurs des tissus, et les variétés à tissus épais sont moins attaquées. Par ailleurs, la cire qui couvre les gousses, par sa composition et constitution, peut jouer un rôle dans cette résistance. **Wójcicka (2016)** a rapporté que la structure de la cire épicuticulaire peut être dissuadante et elle peut même être toxique pour certains aphides des céréales. Par ailleurs, **Damon et al. (2014)** ont mentionné qu'une cire consistante assure une bonne protection des feuilles d'oignon contre les maladies, les stress environnementaux, les thrips et le virus IYSV.

Il est également important de signaler l'importance des sécrétions des plantes en certaines métabolites primaires et secondaires dans l'alimentation des insectes. **Maharijaya, (2013)** a fait ressortir une corrélation significative entre la composition des feuilles de poivron en certains métabolites et leur niveau d'attaque par les thrips. Par ailleurs, **Žnidarčič (2007)** a mis en évidence que les attaques des thrips sont corrélées négativement avec la teneur des feuilles de chou en fructose et en glucose et positivement avec le saccharose.

D'autres composés comme les phénols et les flavonoïdes peuvent avoir un effet sur la résistance de la fève aux thrips. **Jakhar et al. (2017)** ont mentionné qu'un contenu élevé de phénols et en flavonoïdes dans les gousses du niébé, leur confère une résistance contre *Maruca vitrata* (Lepidoptera, Crambidae).

Il faut noter également que la richesse qualitative et quantitative des plantes en acides aminés, peut avoir un effet sur les insectes et notamment, sur les thrips. **Yoshida et al. (1997)** ont fait ressortir une corrélation négative entre les dégâts d'*Helicoverpa armigera* sur les

gousses du pois et les concentrations en acide oxalique. Les auteurs ont ajouté que cet acide a un effet antibiotique sur les larves de ce ravageur.

D'après les résultats du secouage effectué sur 3 plants de chaque cultivar au moment de la pleine floraison, il est remarqué que les cultivars sensibles 37 et 47 ont présenté les effectifs les plus élevés de *F. occidentalis*. Il est probable que ce thrips est responsable en grande partie des dégâts observés sur les gousses. De même, **Tommasini et Ceredi, (2007)** ont enregistré une corrélation positive entre le nombre d'individus de *F. occidentalis* et le taux d'attaque sur fruit de nectarine. Par ailleurs, il est à souligner, que malgré la faible présence de *F. occidentalis* sur certains cultivars (cultivar 31), les dégâts enregistrés étaient considérables. Lors d'une étude effectuée par **Faircloth et al. (2001)** sur le coton, ils ont rendu compte que malgré les effectifs peu importants de *F. occidentalis* comparativement à *F. fusca* mais ses dégâts étaient plus importants. Lors de cette étude, il est noté que le lorsque l'effectif de *F. occidentalis* par plant est supérieur ou égale à 8 individus, le nombre moyen de tubérosités compté sur l'ensemble gousse par plant est supérieur à 7.

2.2.4. Confirmation de la résistance

2.2.4.1. Résultat

Sur la base de la première évaluation effectuée durant la campagne 2011/2012, les cultivars qui se sont montrés résistants ainsi que des témoins, sont retenus lors de ces deux évaluations effectuées au cours de deux campagnes différentes. Les résultats ont révélé que beaucoup de cultivars ont exprimé des niveaux de résistance différents en fonction du temps. Il y a seulement deux cultivars qui ont maintenu le même niveau de résistance au cours des trois évaluations. Il s'agit des cultivars: 1 et 38 (Tableaux 9 et 10).

Tableau 9: Taux d'attaque (%) par les thrips des cultivars de fève soumis à l'évaluation durant la campagne 2012/2013 et 2013/2014.

Campagnes Cultivars	2012/2013	2013/2014
	Taux d'attaque (%)	
1	0	2,38
8	6,66	20,23
9	0	28,57
25	11,11	6,48
27	8,33	29,76
33	14,28	38,09
36	4,76	32,08
37	25	57,14
38	9,52	3,57
47	13,60	58,52
61	3,57	17,61
62	4,76	15,23
64	32,14	50,59

Tableau 10 : Classement des cultivars retenus en fonction des taux d'attaque sur gousses au cours des campagnes 2012/2013 et 2013/2014.

Campagnes Classes	2012/2013	2013/2014
Cultivars résistants	1, 8, 9, 27,36, 38, 61, 62	1, 25,38
Cultivars tolérants	25, 33,37, 47, 64	8, 9, 27, 33, 36, 61, 62
Cultivars sensibles	Aucun	37, 47, 64

Les données moyennes mensuelles des températures et des précipitations sont exploitées afin de déterminer les différences observées dans la résistance des cultivars en fonction des deux campagnes d'étude (Annexe 3).

2.2.4.2. Discussion

Il se peut que la différence dans le niveau de résistance des cultivars retenus lors de ces évaluations, soit liée principalement aux conditions climatiques. Par ses différents facteurs, le climat intervient directement sur le cycle de la plante ainsi que sur les effectifs de chaque espèce de thrips. Du point de vue température, aucune différence n'a été soulevée

entre les deux campagnes d'étude (Annexe 2). Par contre, les précipitations au cours de la campagne 2012/2013 étaient plus importantes comparativement à la campagne 2013/2014. D'après **Bournier (1983)**, les fortes précipitations réduisent sensiblement les effectifs des thrips et empêchent même l'envol des ailés. **Mandrin & Lichou (2000)**, ont remarqué que les populations de *F. occidentalis* varient en fonction du temps et les années pluvieuses sont les plus défavorables au développement de ce thrips. Dans une étude effectuée au Honduras sur l'influence des précipitations sur les effectifs de *Thrips tabaci* durant les campagnes 1996 et 1997 par **Rueda et al., (2007)**. Les auteurs ont remarqué sur oignon, qu'à chaque fois que les précipitations dépassent les 10 mm, les effectifs de ce thrips diminuent sensiblement. De même, **Morsello et al. (2008)**, ont constaté que les effectifs de *F. fusca* et *T. tabaci* trouvés dans les pièges à glus sont négativement corrélés avec les précipitations enregistrées avant chaque prélèvement.

2.2.5. Infestation artificielle des plants par les thrips

2.2.5.1. Infestation des plants entiers

2.2.5.1.1. Résultat

Sur la base des différentes évaluations en plein champ, les cultivars 1 et 38 sont retenus à cette étude effectuée sous des conditions semi contrôlées. Il est à noter que ces deux cultivars ont exprimé le niveau de résistance le plus élevé et le plus stable lors des trois évaluations précédentes. Deux cultivars sensibles (37 et 47) sont également introduits dans l'essai comme témoins.

Après l'infestation artificielle de chaque plant des cultivars classés comme résistants lors des 3 évaluations précédentes ainsi que les cultivars sensibles 37 et 47 (témoins) par 50 individus de l'une ou l'autre espèce de thrips, il est procédé à l'évaluation des taux d'attaque sur feuilles et gousses.

Sur feuilles, les attaques se manifestent sous formes de plages blanches complètement décolorées et qui peuvent devenir brun rougeâtre vers la fin. Les résultats présentés sur le tableau 11 ont montré qu'*O. confusus* est la plus dommageable aux feuilles des différents cultivars testés comparativement aux deux autres espèces de thrips. Chez le cultivar sensible 47, le pourcentage de feuilles attaquées par ce thrips a atteint une valeur maximale de 42,11 % (Tableau 11). Sans tenir compte de l'espèce de thrips, le cultivar 38 a présenté le taux de feuilles attaquées par plant le plus élevée (tableau 11).

Tableau 11 : Variation des taux d'attaque (%) sur feuilles des différents cultivars en fonction de l'espèce de thrips.

Thrips Cultivars	<i>O. confusus</i>	<i>M. fuscus</i>	<i>F. occidentalis</i>	Moyenne
1	19,73	15,92	12,04	15,90
37	22,08	21,93	22,87	22,30
38	24,73	36,96	17,11	26,27
47	42,11	9,96	14,75	22,27
Moyenne	27,16	21,19	16,69	

Le denrogramme tracé à partir des valeurs moyennes obtenues a fait ressortir que les espèces *M. fuscus* et *F. Occidentalis* sont les moins nuisibles sur les feuilles des cultivars testés comparativement à *O. confusus* (Figure 22).

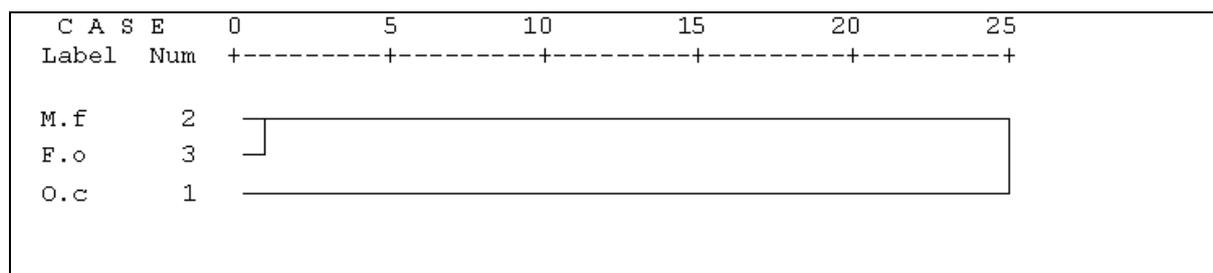


Figure 22 : L'emplacement des trois espèces de thrips dans le dendrogramme en fonction de l'importance de leurs dégâts sur feuilles (O.c : *O. confusus*, M.f: *M. fuscus*, F. o : *F. occidentalis*).

L'estimation des dégâts sur les gousses a fait ressortir les résultats présentés sur le tableau 12. Il est constaté que l'espèce *F. occidentalis* est la plus dommageable aux gousses de la fève, notamment sur le cultivar 37. Cependant, *M. fuscus* est la moins nuisible aux gousses.

Tableau 12 : Variation des taux d'attaque (%) sur gousses des différents cultivars en fonction de l'espèce de thrips.

Thrips Cultivars	<i>O. confusus</i>	<i>M. fuscus</i>	<i>F. occidentalis</i>	Moyenne
1	50,00	25,00	30,00	35,00
37	0,00	25,00	80,00	35,00
38	37,50	0,00	50,00	29,17
47	75,00	0,00	60,00	45,00
Moyenne	40,62	12,50	55,00	

Le denrogramme tracé à partir des valeurs moyennes obtenues a fait ressortir que les espèces *O. confusus* et *M. fuscus* sont les moins nuisibles sur les gousses des cultivars testés comparativement à *F. occidentalis* (Figure 23).

C A S E	0	5	10	15	20	25
Label	Num	+-----+-----+-----+-----+-----+				
O.c	1					
M.f	2					
F.o	3					

Figure 23 : L'emplacement des trois espèces de thrips dans le dendrogramme en fonction de l'importance de leurs dégâts sur gousses (O.c : *O. confusus*, M.f : *M. fuscus*, F.o : *F. occidentalis*).

Les dommages sur gousses de fève se présentent sous forme de taches noires (déjections) et/ou des tubérosités déformantes, vertes au départ et qui deviennent noires au fur et à mesure (Figure 24).

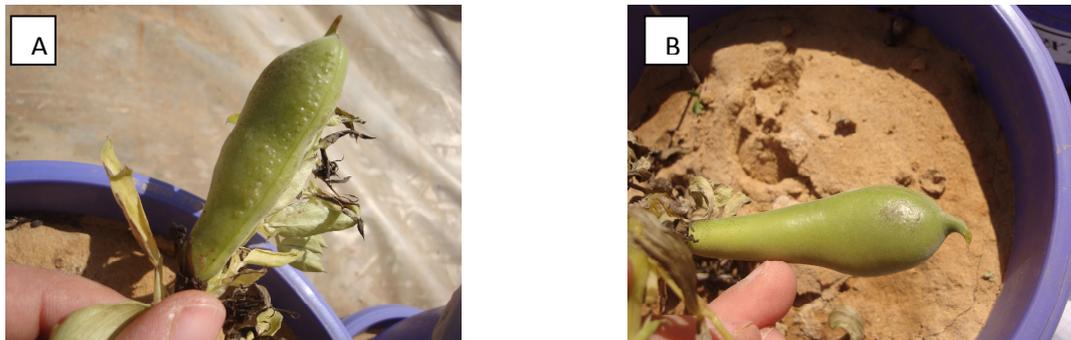


Figure 24 : La différence entre les tubérosités formées après les piqûres d'alimentation et les déjections des thrips. A : Tubérosités, B : Déjections.

2.2.5.1.2. Discussion

Les dégâts observés sur les feuilles sont attribués aux piqûres de prise de nourriture par les thrips. D'après **Murphy et al. (2014)**, les adultes et les larves des thrips se nourrissent en perçant les tissus des végétaux au moyen de leurs pièces buccales et en suçant le contenu des cellules végétales. Ces auteurs ont noté également qu'à l'emplacement des cellules mortes, se forment des taches blanches ou brunes auxquelles s'ajoutent des matières fécales foncées.

D'après les résultats obtenus, il est constaté d'abord que les 3 espèces peuvent exercer des piqûres alimentaires sur les feuilles de la fève. Par ailleurs, il est rendu compte qu'*O. confusus* a exprimé une préférence au cultivar 47. Tandis que, *M. fuscus* devient plus nuisible lorsqu'il se trouve sur certains cultivars, notamment, le cultivar 38. Par contre, *F. occidentalis*

n'a pas exprimé une préférence particulière, et ses piqûres alimentaires étaient presque les mêmes sur l'ensemble des cultivars soumis au test.

D'une façon générale et tenant compte des valeurs moyennes, il est constaté qu'*O. confusus* est le plus dommageable aux feuilles de la fève, s'il n'est pas pris en considération le type de cultivar. D'après **Bournier (1983)**, ce thrips exprime une préférence particulière aux légumineuses.

Les dégâts des thrips sur les gousses de fève (tubérosités) sont très spécifiques comparativement à ceux rapportés sur les fruits des différentes espèces végétales. **Murphy et al. (2014)** ont mentionné que les fruits de concombre attaqués par les thrips peuvent se déformer, s'enrouler et avec la présence souvent de stries blancs. Par contre, sur le poivron, les fruits présentent des stries ou des taches argentés ou bronzés **Murphy et al. (2014)**. Cependant, sur les gousses d'haricot, les attaques se manifestent par des déformations (**Subramanian et al., 2013**).

Apparemment, les tubérosités déformantes sur les gousses de fève sont issues des incisions pratiquées par les thrips lors de la prise de nourriture. Il se peut, que la salive toxique injectée dans les plaies est responsable de ces boursouffures. D'après **Bournier (1983)**, l'action mécanique des piqûres alimentaires n'est destructive que pour une cellule de l'épiderme et une ou deux cellules du parenchyme sous-jacent, alors que, l'injection de la salive est vraiment la plus dommageable et responsable des déformations des tissus. Ces tubérosités sont d'abord vertes et qui deviennent noires par la suite. Il est remarqué que ce noircissement s'observe même à l'intérieur de la gousse et dans certains cas, il se propage vers les graines. Il se peut que les incisions provoquées par les thrips forment des voies de pénétration pour certains agents phyto-pathogènes responsables de cette pourriture des tissus.

Dans cet essai, il est montré que les cultivars de fève résistants sont déterminants pour la prise alimentaire des thrips sur les gousses. En plus de la consistance et la composition chimiques des tissus épidermiques des gousses des cultivars résistants, leurs émissions en métabolites secondaires et la richesse de leur sève en métabolites primaires, sont d'autres facteurs, qui peuvent déterminer l'alimentation et les niveaux d'attaque des thrips. Il faut ajouter à ça la consistance et les dimensions du cône buccal de chaque espèce de thrips. Apparemment, le cône buccal de *F. occidentalis* est plus consistant comparativement aux d'autres espèces de thrips. Ce qui explique l'importance des dégâts engendrés par ce thrips sur les gousses comparativement aux feuilles. Sur les feuilles, qui se caractérisent par un

épiderme totalement glabre et moins consistant, les attaques d'*O. confusus* sont plus spectaculaires. Apparemment, cette spécificité et ces préférences, réduisent la concurrence et la compétition interspécifique des thrips sur la même plante.

2.2.5.2. Infestation des organes

2.2.5.2.1. Infestation des feuilles

2.2.5.2.1.1. Résultat

Après avoir retenu l'espèce *O. confusus* pour l'infestation des feuilles, l'évaluation des dégâts est effectuée, le 2/04/2015, soit au stade début floraison. Sur la base de la sévérité des attaques, les cultivars sont classés en différentes catégories (Tableau 13 et les figures 25 et 26).

Tableau 13 : Classement des cultivars testés en fonction du pourcentage (%) de la surface foliaire attaquée après l'infestation des plants par 20 ou 40 individus d'*O. confusus*.

Classes	Classe 0 (0 %)		Classe 1 (> 0 et ≤ 30 %)		Classe 2 (>30 et ≤60 %)		Classe 3 (>60 et ≤100 %)	
	20	40	20	40	20	40	20	40
Nombre d'individus	20	40	20	40	20	40	20	40
Cultivars*								
1	X			X				
37			X			X		
38							X	X

*Les semences du cultivar 47 n'ont pas germé durant cet essai.

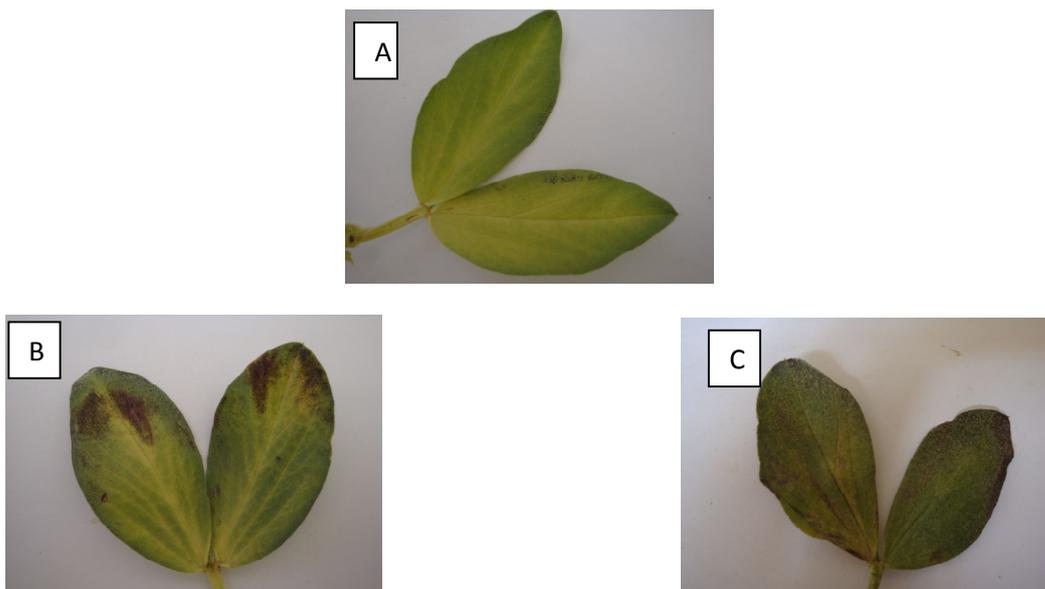


Figure 25 : Des folioles de fève présentant des niveaux d'attaque différents. A : attaque faible, B : attaque moyenne, C : attaque forte.



Figure 26 : Dégâts observés sur les folioles du cultivar 38 après leur infestation par les adultes d'*O. confusus*.

2.2.5.2.1.2. Discussion

D'habitude les dégâts des thrips sur les feuilles des plantes se manifestent sous forme de taches ou de plages argentées localisées au niveau des tissus épidermiques (Fraval, 2006). L'auteur explique ce phénomène par le remplissage des cellules par de l'air une fois qu'elles sont vidées de leur contenu. Cependant, lors de cette étude, il est rendu compte que les tissus attaqués ont pris une coloration rougeâtre. Il se peut que cet aspect soit dû à l'oxydation des tanins qui se trouvent au niveau des feuilles suite aux piqûres d'alimentation et de ponte. Par ailleurs, il est à signaler que la fève est exposée aux attaques de *Botrytis fabae*. Ce champignon présente des taches chocolatées semblables à celles observées.

Sur le cultivar 38, en provenance de Sidi Khilil, il est enregistré la surface foliaire la plus attaquée par *O. confusus* comparativement aux deux autres cultivars et cela pour les deux effectifs utilisés lors de l'infestation des folioles. Par contre, le cultivar 1 en provenance de Seriana, s'est montré le plus résistant. Cette variation dans les niveaux d'attaques peut être attribuée à une différence dans la structure de l'épiderme des feuilles et sa richesse en certains métabolites secondaires (Descamps & Chopa, 2011; Eigenbrode & Espelie, 1995; Thackray *et al.*, 1990; Arif *et al.*, 2005; Çagirgan *et al.*, 2011; Pacheco da Silva *et al.*, 2015). Parmi ces obstacles, il y a lieu de citer la cire cuticulaire, les substances anti-appétantes et même toxiques. Une mortalité importante parmi les individus *O. confusus* est notée sur les folioles infestées du cultivar 1. Plusieurs auteurs, entre autres, Arevalo – Rodriguez (2006); Rivera (2007), ont signalé que les blessures d'oviposition, d'émergence des larves ainsi que celles d'alimentation, peuvent faciliter l'installation des champignons, notamment, ceux du genre *Botrytis*.

Les dégâts d'*O. confusus* notés sur les feuilles du cultivar 38, vont réduire la photosynthèse. **Buntin et al. (1988)** et lors d'une étude sur le pêcher, il a rendu compte que les blessures du thrips *Echinothrips americanus*, réduisent le taux de photosynthèse au niveau des feuilles.

2.2.5.2.2. Infestation des gousses

2.2.5.2.2.1. Résultat

Sur la base des résultats préalablement obtenus, il est procédé dans cette partie de l'étude à l'infestation des gousses par le thrips le plus dommageable qui est *F. occidentalis*. Sur le tableau 14, les cultivars sont classés suivant le nombre de tubérosités formées sur les gousses après l'infestation des plants de chaque cultivar testé, par 20 ou 40 individus de ce thrips.

Tableau 14 : Classement des cultivars testés en fonction du nombre moyen de tubérosités formés sur les gousses après l'infestation des plants par 20 ou 40 individus de *F. occidentalis*.

Classes Nombre d'individus Cultivar*	Classe 0 (tubérosités 0)		Classe 1 (1 à 5 tubérosités)		Classe 2 (6 à 10 tubérosités)		Classe 3 (> 10 tubérosités)	
	20	40	20	40	20	40	20	40
1			x	x				
37					x	x		
38			x	x				

*Les semences du cultivar 47 n'ont pas germé durant cet essai.

Parmi les cultivars testés, le cultivar 37 en provenance d'El Kantara, a présenté le nombre moyen de tubérosités déformantes par gousses le plus important pour les deux effectifs de *F. occidentalis* (Figure 27A). Par contre, les cultivars 1 et 38 en provenance respectivement de Seriana (Biskra) et Sidi Khelil, étaient les plus résistants et ils ont présenté le nombre moyen de tubérosités déformantes par gousses le plus faible quelque soit l'effectif de ce thrips (Figure 27B et C).



Figure 27 : Dégâts observés sur les gousses des cultivars après 10 jours de leur infestation par 20 ou 40 individus de *F. occidentalis*. A : gousse du cultivar 37 infestée par 20 individus, B : gousse du cultivar 1 infestée par 20 individus, C : gousse du cultivar 38 infestée par 40 individus.

2.2.5.2.2.2. Discussion

Apparemment, en position de non choix, la plupart des individus de *F. occidentalis* évitent et refusent même de s'alimenter à partir d'un cultivar résistant. C'est le cas des cultivars 1 et 38, ce qui explique la mortalité importante enregistrée parmi les individus de ce thrips sur ces deux cultivars et l'absence de différence entre les gousses infestés avec 20 individus et ceux infestés par 40 individus du point de vue nombre de tubérosités. D'après **Voorrips et al. (2008)**, **Morsello et al. (2008)**, **Mo et al. (2008)**, c'est l'aspect morphologique des tissus épidermiques qui intervient le plus souvent dans la résistance des plantes. En plus, il se peut que d'autres facteurs, entre autres, ceux liés au spectre de métabolites secondaires émis par la plante en cas d'agression, qui peuvent intervenir également pour dissuader le phytophage.

Reste à signaler que même si les tubérosités enregistrées sur les trois cultivars sont peu importantes et n'altèrent pas l'aspect gustatif mais leur présence déprécie l'aspect externe des gousses et diminue leur valeur commerciale. Il est à noter que la majeure partie de la production de Biskra en fève est consommée en frais et dont l'aspect externe des gousses compte énormément.

CONCLUSION GENERALE

L'étude menée sur 62 cultivars de fève originaires de la région de Biskra en plein champs et sous serre dans la station des bio-ressources du CRSTRA à El Outaya durant 4 campagnes, a permis d'identifier d'abord les espèces de thrips inféodées à cette culture et de faire ressortir par la suite ceux qui présentent un niveau de résistance important à l'égard de ces bio-agresseurs.

Durant la campagne 2011/2012, la technique de secouage de trois plants par cultivars au stade pleine floraison, a permis de déterminer la présence de trois espèces de thrips phytophages, à s'avoir, *Odontothrips confusus*, *Frankliniella occidentalis* et enfin *Melanthrips fuscus*. Cette même technique a permis de mettre en évidence que *O. confusus* (390 individus) est la plus présente, suivie par *F. occidentalis* (199 individus) et enfin *M. fuscus* (58 individus). Par ailleurs, il a été remarqué qu'*O. confusus* a pu coloniser 56 cultivars, tandis que *F. occidentalis* et *M. fuscus*, n'ont été trouvés que sur 53 et 30 cultivars respectivement. Durant toujours cette première campagne, l'application d'une échelle d'évaluation de la résistance des cultivars sur la base des tubérosités observées sur les gousses, a permis de sélectionner 11 cultivars résistants, 49 cultivars tolérants et 2 cultivars sensibles. Par ailleurs, l'étude a montré que les cultivars sensibles sont les plus productifs en fleurs et en gousses et ils présentent également des fleurs profondes. En plus, il est rendu compte que les cultivars les plus sensibles, sont ceux sur lesquels les effectifs de *F. occidentalis* étaient plus importants. C'est le cas surtout des cultivars 37 et 47.

Afin de confirmer le niveau de résistance exprimé par certains cultivars au cours de la première évaluation, il est procédé à d'autres tests durant les campagnes 2012/2013 et 2013/2014. Ces essais réalisés ont mis en évidence que seuls les cultivars 1 et 38 ont pu maintenir leur niveau de résistance déjà exprimé lors de la première évaluation.

Après les trois premières évaluations effectuées en plein champ et sous les conditions naturelles, les cultivars les plus résistants ont été soumis à une autre série de tests mais cette fois sous des conditions semi-contrôlées, soit durant la campagne 2014/2015. Ces tests visent à mettre en évidence, d'une part, l'espèce de thrips la plus dommageable aux feuilles et/ou aux gousses et d'autre part, évaluer les dégâts en fonction des effectifs de chaque espèce de thrips. Il est retenu dans ces essais, les

cultivars résistants (1 et 38) et ceux les plus sensibles (37 et 47). Après l'infestation artificielle des plants entiers de ces cultivars, par l'une ou l'autre espèce de thrips, les attaques enregistrées sur les feuilles du cultivar 38 étaient plus importantes comparativement au reste des cultivars testés. Par contre, les feuilles du cultivar sensible 47, ne sont sévèrement endommagées que lorsqu'il s'agit du thrips *O. confusus*. Par ailleurs, il est constaté que d'une façon générale et au cours de ces différents tests, que l'espèce *O. confusus* est la plus dommageable aux feuilles des différents cultivars, par contre, sur les gousses, le thrips californien *F. occidentalis* s'est montré le plus dangereux. Dans cette série de tests et après l'infestation de deux folioles de chaque cultivar avec 20 et 40 individus d'*O. confusus*, le cultivar 38 en provenance de Sidi Khilil, s'est montré le plus sensible comparativement même aux témoins sensibles et cela quel que soit l'effectif de thrips utilisé. Par contre, le cultivar 1, en provenance de Seriana était le plus résistant. Par contre, sur les gousses infestées séparément par 20 et 40 individus de *F. occidentalis* et protégées par des manchons en tulle, les attaques les plus importantes sont notées sur le cultivar 37 en provenance d'El Kantara, alors que les cultivars 1 et 38, sont les plus résistants.

En général et sur la base des différents tests effectués, il s'est avéré que le cultivar 1, en provenance de Seniana est le plus intéressant et son niveau de résistance mérite d'être exploité.

Au terme de ce travail, il est rendu compte que les thrips sont aussi dommageables à la fève et notamment aux gousses au même niveau que les autres bio-agresseurs signalés dans la région de Biskra, mais jusqu'à présent aucune importance ne leur a été accordée. Il se peut même que les tubérosités déformantes engendrées par ces thrips sont plus dommageables à la culture lorsque les gousses sont consommées à l'état frais comparativement aux autres ennemis animaux et végétaux.

Il est souhaitable donc d'accorder plus d'importance à ce groupe d'insectes, sachant que ces thrips sont des vecteurs potentiels des agents pathogènes, notamment les virus. Il est également intéressant de poursuivre ces études pour apporter plus d'informations sur le cycle de vie de ces espèces sous les conditions propres à la région de Biskra. Par ailleurs, des études plus poussées, vont mettre en évidence le rôle joué par ces thrips dans la transmission de *Botrytis fabae* sur la fève. Des études

plus poussées vont démontrer si les trous de ponte de ces thrips sont aussi dommageables à la fève que la salive injectée lors des blessures de la prise alimentaire. En ce qui concerne, la résistance variétale, des études plus ciblées, peuvent apporter des informations sur les facteurs impliqués, notamment ceux liés aux métabolites secondaires émises par les cultivars de la fève.

Références bibliographiques

1. **Abraham, R., 2012.** First investigation of species composition of Thysanoptera inhabiting alfalfa based on their second stage larvae. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungaria* 47 (1): 81-86.
2. **Abudulai, M., Salifu, A.B., Haruna, M., 2006.** Screening of cowpeas for resistance to the flower bud thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Trybom) (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Applied Sciences* 6 (7): 1621-1624.
3. **Agbahoungba, S., Karungi, J., Odong, T. L., Badji, A., Sadik, K., Rubaihayo, P. R., 2017.** Stability and extent of resistance of cowpea lines to flower bud thrips in Uganda. *African Crop Science Journal* 25 (1): 1 – 24.
4. **Agrawal, A.A., Karban R., 1999.** Why induced defenses may be favored over constitutive strategies in plants. In: *The Ecology and Evolution of Inducible Defenses*, Princeton, Tollrian R. and Harvell C.D. (eds.), Princeton University Press, Princeton, Chapter 3: 45 – 61.
5. **Alabi, O. Y., Odebiyi, J. A., Jakais, E. N., 2003.** Field evaluation of cowpea cultivars (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) for resistance to flower bud thrips (*Megalurothrips sjostedti* Trybom) (Thysanoptera: Thripidae). *International Journal of Pest Management* 49 (4): 287-291.
6. **Alabi, O. Y., Odebiyi, J. A., Tamo, M., 2004.** Effect of host plant resistance in some cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars on growth and developmental parameters of the flower bud thrips, *Megalurothrips sjostedti* (Trybom). *Crop Protection* 23: 83-88.
7. **Alabi, O. Y., Odebiyi, J. A., Tamo, M., 2006.** The relationship between primary metabolites in reproductive structures of cowpea *Vigna unguiculata* (Fabaceae: Papilionidae) cultivars and field resistance to the flower bud thrips *Megalurothrips sjostedti* (Thysanoptera: Thripidae). *International Journal of Tropical Insect Science* 26 (1): 8–15.
8. **Alfaro, R., Borden, J. H., King, J. N., Tomlin, E. S., Mcintosh, R. L., Bohlmann, J., 2002.** Mechanisms of resistance in conifers against shoot infesting insects the case of the white pine weevil *Pissodes strobi* (Peck) (Coleoptera: Curculionidae). In: *Mechanisms and Deployment of Resistance in Trees to Insects*. Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, Chapter 4: 105-130.
9. **Aliaga, C., Jouanneau, E., 2012.** Normandie Protéagineux. Bulletin de santé du végétal Normandie n° 2, Ed. Arvalis, France, 3 p.

10. **Al-karboli, H. H., Al-Anbaki, H. A., 2014.** Efficacy of tow sampling methods for monitoring, control and estimating seasonal abundance of onion thrips, *Thrips Tabaci* Lindeman (Thripidae: Thysanoptera) on onion in Iraq. *International Journal of Agricultural Technology* 10 (1): 243-251.
11. **Alston, D. G., Drost, D., 2008.** Onion thrips (*Thrips tabaci*). Ed. Utah State University extension & Utah plant pest diagnostic laboratory ENT-117-08PR. 7p. <https://utahpests.usu.edu/uppd/FILES-OU/FACTSHEET/ENT-117-08PR.pdf>
12. **Appert, J., Deuse, J., 1982.** Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 413 p.
13. **Arevalo – Rodriguez, H. A., 2006.** A study of the behavior, ecology, and control of flower thrips in blueberries towards the development of an integrated pest management (ipm) program in Florida and southern Georgia. PhD Thesis, University Of Florida, 153p.
14. **Arif, M. J., Ahmed, G., Zahid, M. R., Jaffer, A. K., 2005.** Role of morpho-plant factors imparting resistance in cotton against thrips (*Thrips tabaci* Lind.). *Journal of Applied and Emerging Sciences* 1 (2): 84-88.
15. **Bailey, S.F. 1938.** Thrips of economic importance in California. Ed. University of California Press Berkeley and Los Angeles, 77p.
16. **Bedjaoui, H., 2000.** Réponse de quelques variétés de fève à l'infestation artificielle par les pucerons noirs: *Aphis craccivora* et *Aphis fabae* (Homoptera, aphididae) dans les régions de Biskra et de Batna. Mémoire Ing. Agro., Univ. Batna.107.
17. **Benmessaoud Boukhalfa, H., Mouhouche, F., Belmazouzi, F. Z., 2010.** Inventory and identification of some thrips species in coastal and sub coastal regions of Algeria. *Agriculture and Biologie journal of North America* 1(5): 755-761.
18. **Berchiche, S., 1998.** Fluctuation des populations du puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scop. (Hmoptera, Aphididae) dans la région d'Oued Smar et lutte chimique contre ce ravageur. Mémoire Ing. Agro., I.N.A. El Harrach, Alger, 86p.
19. **Boizet, F., Chaillet, I., Crosson, P., Killmayer, M., Moquet, M., Taupin, P., Vacher, C., Vannetzel, E., Verdier, J. L., Fougereux, J. A., Vinsant Le-Lous, L., Biarnès, V., Blosseville, N., Carrouée, B., Moussart, A., Onfroy, C., Raffiot, B., 2013.** Diagnostic des accidents de la féverole et du pois. Ed. Arvalis, France, 86p.
20. **Bouard, P., Charon, Y., Corbin, D., Michaut, L., Ruetschmann, C., Vade, S., Veron, G., 1992.** Traité pratique de jardinage. Ed. Clause jardin, France, 854p.
21. **Bouffard, M.G., 1996.** Etude de quelques critères de résistance par Antibiose à *Myzus persicae* (Sulz.) et à *Aulacorthum solani* (Kltb) chez trois plantes-hôtes (pomme de terre,

- féverole et choux chinois). Mémoire Dipl. d'Agro. Appro., Protection des Cultures, Ecole Nat. Sup. Agro, Montpellier, 27 p.
22. **Boughdad, A., Gillon, Y., Gagnrpain, C., 1986.** Influence du tégument des graines mûres de *V. faba* sur le développement larvaire de *Callosobruchus maculatus*. *Entomologia Experimentalis and Applicata* 42 : 219-223.
 23. **Bournier, A., Lacasa, A., Pivot, Y., 1978.** Biologie d'un thrips prédateur *Aeolothrips intermedius* [Thys.: Aeolothripidae]. *Entomophaga* 23(4): 403-410.
 24. **Bournier, A., 1983.** Les Thrips: biologie, importance agronomique. Ed. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, 128p.
 25. **Buntin, G. D., Harrison, R. D., Oetting, R. D., Daniell, J. W., 1988.** Response of leaf photosynthesis and water relations of impatiens and peach to thrips injury. *Journal of Agricultural Entomology* 5(3): 169-177.
 26. **Çagirgan, M. L., Toker C., Karhan M., Aksu M., Ülger S., Çancı H., 2011.** Assessment of endogenous organic acid levels in Ascochyta blight [*Ascochyta Rabiei* (Pass.) Labr.] susceptible and resistant chickpeas (*Cicer Arietinum* L.). *Turkish Journal of Field Crops* 16 (2): 121-124.
 27. **Cardona, C. A., Fam, E. Z., Bishara, S. I., Bushara, A. G., 1984.** Field guide to major insect pests of Faba bean in the Nile valley. Information bulletin n°2, ICARDA: 28-30.
 28. **Cardona, C. A. Frei, J. M., Bueno, J., Diaz, H., G., Dom, S., 2002.** Resistance to *Thrips palmi* (Thysanoptera Thripidae) in beans. *Journal of Economic Entomology* 95(5): 1066-1073.
 29. **Chaisson, H. C., 1991.** A computer-compatible key to the genera of Tubulifera (Thysanoptera). In: *Towards understanding Thysanoptera, Proceedings international conference on thrips, Berlington Vermont, USA*: 427-443.
 30. **Chauvin, L., Chauvin, J.E., Ellisseche, D., 1997.** Plantes transgéniques : situation chez la pomme de terre. *La pomme de terre française* 501: 14 – 19.
 31. **Chaux, C., 1971.** Production légumière "Légumineuses potagères". Ed J-B Baillièrre, Paris, 409p.
 32. **Chaux, C., Foury, C.L., 1994.** Production légumière: Légumineuses potagères, Légumes fruits. Tome III, Ed: TEC. et DOC, Lavoisier, 563p.
 33. **Clavel, L., Welcker, C., 1996.** La résistance multiple du maïs aux chenilles foreuses et défoliatrices. *Cahiers d'Agricultures* 5(3): 149 - 156.

34. **Clement, S. L., Sharaf El-Dine, N. E. D., Weigand, S., Lateef, S. S., 1994.** Research achievements in plant resistance to insect pests of cool season food legumes. *Euphytica* 73: 41-50.
35. **Cloyd, R. A., 2010.** Western Flower Thrips Management on Greenhouse- Grown Crops. Ed. Kansas State University, 8p.
36. **Comeau, A., 1992.** La résistance aux pucerons. Aspects théoriques et pratiques de la lutte biologique. *In : Lutte Biologique, Ed. Gaëtan Morin, Québec, Canada, Chapitre 23 : 433 - 449.*
37. **Cote, K. W., Lewis, E. E., Day, E. R., 2002.** Thrips. *In: Entomology, Ed. Virginia cooperative extension & Virginia State University, 3p.*
38. **Cranshaw, W. S., 2004.** Onion Thrips, Onions XXV. Ed. Extension Services of Nebraska, Colorado, Wyoming, Montana, 5p.
39. **Cuberoj, I., 2011.** The faba bean: a historic perspective. *Grain Legume* 56: 5-7.
40. **Dalmasso, A., Lecoq, H., Pitrat, M., 1987.** La résistance des plantes aux ravageurs et aux maladies. *Parasitis* 86: 85 – 104.
41. **Damon, S., Groves, R., Havey, M. J., 2014.** Variation for Epicuticular Waxes on Onion Foliage and Impacts on Numbers of Onion Thrips. *Journal of the American Society of horticultural science* 139 (4): 495–501.
42. **Descamps, L.R., Chopa, C. S., 2011.** Population growth of *Rhopalosiphum padi* L. (Homoptera: Aphididae) on different cereal crops from the semi arid pampas of Argentina under laboratory conditions. *Chilean Journal of Agricultural Research* 71(3): 390-394.
43. **Desparains, J-P., 2009.** Petit Dictionnaire à l'Usage de L'Entomologiste. Ed. Educagri, 131p.
44. **Desroches, P.E., El-Shazali, N., Mandon, G.D., Huignard, J., 1995.** Development of *Callosobruchus chinensis* (L.) and *C. maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in seeds of *Vicia faba* (L.) differing in their tannin, vicine and convicine contents. *Journal of Stored Products Research* 3: 83-89.
45. **Diaz-Montano, J., Fuchs, M., Nault, B. A., Shelton, A. M., 2010.** Evaluation of Onion Cultivars for Resistance to Onion Thrips (Thysanoptera: Thripidae) and Iris Yellow Spot Virus. *Journal of Economic Entomology* 103 (3): 925-937.
46. **Diaz-Montano, J., Fuchs, M., Nault, B. A., Fail, J., Shelton, A. M., 2011.** Onion Thrips (Thysanoptera: Thripidae): A Global Pest of Increasing Concern in Onion. *Journal of Economic Entomology* 104 (1): 1-13.

47. **Dicke, M., 2009.** Behavioural and community ecology of plants that cry for help. *Plant Cell and Environment* 32: 654–665.
48. **Duff, J., 2012.** Thrips management in the green beans industry. Rapport de projet HAL n° VG07017, Ed. *Horticulture Australia*, 142p.
49. **Durmuşoğlu, E., Tezcan, S., Özsemerci, F., Tunç, I., 2017.** A short note on thrips (Thysanoptera) species in canola fields in gelibolu (Turkey: çanakkale province). *Munis Entomology & Zoology journal* 12 (2): 662-663.
50. **Eigenbrode, S. D., Espelie, K. E., 1995.** Effects of plant epicuticular lipids on insect herbivores. *Annual Review of Entomology* 40: 171-194.
51. **El Defraoui, G.M., El Gantiry, A.M., Weigand, S., Khalil, S.A., 1991.** Screening of faba bean (*Vicia faba* L.) for resistance to *Aphis craccivora* Koch. *Arab journal of plant protection* 9 (2): 138 – 141.
52. **Elimem, M., Teixeira Da Silva, J. A., Chermiti, B., 2014.** Double-attraction method to control *Frankliniella occidentalis* (Pergande) in pepper crops in Tunisia. *Plant Protection Science* 50 (2): 90–96.
53. **Faircloth, J. C., Bradley, J. R., Van Duyn, J. W., Groves, R. L., 2001.** Reproductive success and damage potential of tobacco thrips and western flower thrips on cotton seedlings in a greenhouse environment. *Journal of Agricultural and Urban Entomology* 18 (3): 179-185.
54. **Fatemi, Z. E. A., Sakr, B., Abbad Andaloussi, F., 2005.** Amélioration génétique de la fève et féverole. In : *La création variétale à l'INRA Méthodologie, acquis et perspectives, Chapitre IV* : 139-160.
55. **Foury, C., 1990.** Productions légumières: Légumineuses potagères. In : *Techniques agricoles, production végétal. Paris, Fascicule n°2160^e* : 1-5.
56. **Fraval, A., 2006.** Les thrips. *Insectes* 143 : 29-34.
57. **Frei, A., Gu, H., Bueno, J. M., Cardona, C., Dorn, S., 2003.** Antixenosis and Antibiosis of common beans to *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology* 96 (5): 57-84.
58. **Frei, A. M., 2004.** Host plant resistance to insects: experimental and molecular characterization of resistance to *Thrips palmi* in common beans. Doctoral Thesis, Swiss Federal Institute of Technology, Zurich (ETH), 111p.
59. **Funderburk, J., Diffie, S., Sharma, J., Hodges, A., Osborne, A., 2007.** Thrips of ornamentals in the southeastern USA. Ed. IFAS Extension, Florida, 10p.

60. **Gadad, H., Hegde, M., Balikai, R. A., 2014.** Yield loss and economic injury level (EIL) estimation for thrips in groundnut crop. *Journal of Experimental Zoology* 17 (2): 683-686.
61. **Gillespie, P., 2010.** Western flower thrips – *Frankliniella occidentalis*. Ed. Industry & Investment NSW, 1p.
62. **Gill, H. K., Garg, H., Gill, A. K., Gillett-Kaufman, G. L., Nault, B. A., 2015.** Onion Thrips (Thysanoptera: Thripidae) biology, ecology, and management in onion production systems. *Journal of Integrate Pest Management* 6 (1): 1-9.
63. **Gotoh, T., Yamaguchi, K., Fukazawa, M., Mori, K., 2004.** Effect of temperature on life history traits of the predatory thrips, *Scolothrips takahashii* Priesner (Thysanoptera: Thripidae). *Applied Entomology and Zoology* 39 (3): 511–519.
64. **Gratwick, M., 1992.** Thrips on peas. In: *Crop Pests in the UK*, Gratwick M. (eds), Springer, Dordrecht: 88-89.
65. **Grignon, E., Roullé, N., Grady, O., Leblanc, Desbiens O., 2015.** La lutte intégrée contre les thrips de l'oignon sec et l'oignon vert. Ed. CLD et IRDA, Quebec, 2p.
66. **Halder, J., 2004.** Host plant interactions of spotted Pod borer, *Maruca vitrata* (Geyer). Memoir of Master, Department of Entomology, Agricultural University, Rajendra Nagar, Hyderabad, India, 126p.
67. **Hammer Schmidt, R., 2007.** Introduction: definitions and some history. In: *Induced Resistance for Plant Defence, A Sustainable Approach to Crop Protection*, Blackwell Publishing, Chapter1, 1-7.
68. **Hanounik, S. B., Maliha, N., 1986.** Horizontal and vertical resistance in *Vicia faba* to chocolate spot caused by *Botrytis fabae*. *Plant Disease* 70:770-773.
69. **Hickman, C. P., Roberts, L., Larson, A., 2002.** Integrated principles of zoology. Ed. McGraw-Hill companies, Inc. 877p.
70. **Hoddle, M. S., Stosic, C. D., Mound, L. A., 2006.** Populations of North American bean thrips, *Caliothrips fasciatus* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae: Panchaetothripinae) not detected in Australia. *Australian Journal of Entomology* 45: 122–129.
71. **Horril, A., Jafari, R., Shakarami, J., 2011.** Faunistic study of Thysanoptera in Khorramabad (Lorestan Province). *Journal of Entomological Research* 4 (2): 131-139.
72. **Howe, G., A., Schaller, A., 2008.** Direct Defenses in Plants and Their Induction by Wounding and Insect Herbivores. In: *Induced Plant Resistance to Herbivory*, Springer Science + Business Media B, Chapter V: 7-29.

73. **INRAA, 2006.** Rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques, Ed. FAO, 67p.
74. **ISPM. 2016.** Diagnostic protocols for regulated pests: *Thrips palmi* Karny (2010). Ed. FAO et International Plant Protection Convention, 24p. Disponible sur le site: <http://www.fao.org/3/a-k3229e.pdf>.
75. **Jakhar, B. L., Prajapati, D. M., Ravindrababu, Y., 2017.** Morphological and biochemical factors associated with resistance to *Maruca vitrata* (Testulalis) (Geyer) in cowpea. *Legume Research* 40 (5): 959-961.
76. **Jane, E., Bintliffe B., Wratten, S.D., 1982.** Antibiotic resistance in potato cultivars to the aphid *Myzus persicae*. *Annals of Applied Biology* 100: 383 - 391.
77. **Kashkouli, M., Khajehali, J., Poorjavand, N., 2014.** Impact of entomopathogenic nematodes on *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) life stages in the laboratory and under semi-field conditions. *Journal of Biopesticides* 7 (1): 77-84.
78. **Keane, P. J., 2012.** Horizontal or Generalized Resistance to Pathogens in Plants. *In: Plant Pathology*, Dr. Christian Joseph Cumagun (Ed.), sur le site : <https://www.intechopen.com/books/plant-pathology/horizontal-or-generalized-resistance-to-pathogens-in-plants>.
79. **Kloepper, J. W., Tuzun, S., Kuc, J. A., 1992.** Proposed Definitions Related to Induced Disease Resistance. *Bio-control Science and Technology* 2: 349-351.
80. **Kuepper, G., 2004.** Thrips management alternatives in the field. *In: Pest management Technical Note*. Ed. NCAT, USA, 6p.
81. **Kutuk, H., Yigit, A., Canhilal, R., Karacaoglu, M., 2011.** Control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) with *Amblyseius swirskii* on greenhouse pepper in heated and unheated plastic tunnels in the Mediterranean region of Turkey. *African Journal of Agricultural Research* 6 (24): 5428-5433.
82. **Laamari, M., Hebbel, S., 2006.** Les principaux insectes ravageurs de la fève dans la région de Biskra. *Revue Recherche Agronomique (INRA)* 18 : 72-79.
83. **Laamari, M., Khelfa, L., Cœur d'Acier, 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.
84. **Laamari, M., Houamel, S., 2015.** Première observation de *Thrips tabaci* et *Frankliniella occidentalis* sur les cultures sous serre en Algérie. *Bulletin OEPP* 45 (2) : 205-206.

85. **Lacasa, A., Contreras, J., Sanchez, J. A., Torres, J., 1996.** Thysanoptera present in broad bean (*Vicia faba* L.) and their parasitic implications in the South-east of Spain. *Folia Entomologica Hungaria* 57 : 75-81.
86. **Lacasa, A., Llorens, J. M., 1996.** Trips y su control biológico. Edición especial para la Consejería de medio ambiente, agricultura y agua de la región de Murcia, Quinta Impresión, Alicante, Spain, 312 p.
87. **Lacasa Plasencia, A., Sánchez Sánchez, J. A., Lacasa Martínez, C. M., Martínez Alcaraz, V., 2014.** Thrips management. *In: Organisms for the control of pathogens in protected crops cultural practices for sustainable agriculture. Serie Agricultura* [10]. Ed. *Fundación Cajamar, Chapter 8: 225-278.*
88. **Larsson, S., 2002.** Resistance in trees to insects – an Overview of mechanisms and interactions. *In: Mechanisms and Deployment of Resistance in trees to insects, Kluwer academic publishers New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, Chapter 1: 1-29.*
89. **Laumonnier, R., 1979.** Cultures légumières et maraîchères. T III, Ed. TEC et DOC, Lavoisier, 124p.
90. **Lawes, D. A., Bond, D. A., Poulsen, M. H., 1983.** Classification, Origin, Breeding methods and objectives, the Fabae bean. Ed. Hebblethwaite, Betherworth, London, 74p.
91. **Lecoq, H., Pochard, E., Pitrat, M., Laterrot, H. Marchoux, G., 1982.** Identification et exploitation de résistances aux virus chez les plantes maraîchères. *Cryptogamie, Mycologie* 3: 333 – 345.
92. **Leguen, J., Duc, G., 1992.** La Fèverole, amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et variétés de sélection. Ed. INRA, Paris, 203p.
93. **Lemaire, É., Tellier, S., Bergeron, D., Boissinot, N., 2011.** Les thrips et le bronzage sur fraises: état des connaissances. *Revue de littérature*, Ed. MAPAQ, 22p, sur le site : http://www.agrireseau.qc.ca/petitsfruits/documents/Revue%20de%20litt%20c3%a9rature%20hrips%20dans%20les%20fraises_%20c3%89L.pdf.
94. **Lewis, T., 1973.** Thrips: their biology, ecology, and economic importance. Ed. Academic Press, New York, 349 p.
95. **Lichtenhahn, M., Koller, M., Van Den Berge, P., 1999.** Contrôle des maladies et des ravageurs en maraichage biologique : cultures spéciales. *Vulgarisation agricole n°5.* Ed. FIBL BIO /srva, 12p.
96. **Lieutier, F., 2002.** Mechanisms of resistance in conifers and bark beetle attack strategies. *In: Mechanisms and Deployment of Resistance in Trees to Insects, Kluwer Academic Publishers New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, Chapter 2: 31-78.*

97. **Maatougui, M. E. H., 1995.** Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance. *Céréaliculture, numéro spécial Fève* : 23- 27.
98. **Maatougui, M.E.H., 1996.** Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance. *Céréaliculture, numéro spéciale Fève* : 17-30.
99. **Maatougui, M. E. H., 1997.** Situation de la culture des fèves en Algérie et principales contraintes. *Céréaliculture, numéro spécial Fève* : 6-15.
100. **Mabsoute, L., Saadaoui, E.M., 1996.** Acquis de recherche sur le parasitisme des légumineuses alimentaires au Maroc : synthèse bibliographique. *AI Awamia* 92 : 55-67.
101. **Maharijaya, A., 2013.** Resistance to thrips in pepper. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, 109p.
102. **Malausa, J.C., Daunay, M.C. Bourgoin, T., 1988.** Recherche préliminaire sur la résistance de l'aubergine à l'aleurode des serres, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, (Homoptera, Aleyrodidae). *Revue Agronomie* 8: 693 – 699.
103. **M.A.L (Ministry of Agriculture and Lands), 2006.** Thrips: Biology and Control. Ed. Abbstsford Agricultural Centre, 5p.
104. **Mandrin, J-F., Lichou G., 2000.** Le thrips californien sur pêches : Nouvelle approche pour la protection des vergers. *Technique Production Infos, Ctifl* 161: 22-25.
105. **Mandrin, J-F., Lichou, G., Lochard, G., Lagrevol, J., 2006.** La Mouche de la cerise: Études méthodologiques pour améliorer l'efficacité des essais biologiques. *Technique Production Infos, Ctifl* 226 : 22-25.
106. **Maris, P. C., Joosten, N. N., Peters, D., Goldbach, R. W., 2003.** Thrips resistance in pepper and its consequences for the acquisition and inoculation of Tomato spotted wilt virus by the western flower thrips. *Phytopathology* 93: 96-101.
107. **Matthews, P. Marcellos H., 2003.** Faba bean, Agriculture factsheet. Ed. NSW Agriculture, 12p.
108. **McDougall, S., Tesoriero, L., 2011.** Western flower thrips and tomato spotted wilt virus. Ed. Department of Primary Industries, Australia, 7p.
109. **Meradsi, F., Laamari, M., 2016a.** Population dynamics and biological parameters of *Aphis fabae* Scopoli on five broad bean cultivars. *International Journal of Biosciences* 9 (2): 58-68.
110. **Meradsi, F., Laamari, M., 2016b.** Genetic Resource of the Resistance of *Vicia faba* L. against the Black Bean Aphid, *Aphis fabae* Scopoli. *Journal of Agricultural Studies* 4 (2): 107-114.
111. **Mo, J., Munro, S., Boulton, A., Stevens, M., 2008.** Within-plant distribution of onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) in onions. *Journal of Economic Entomology* 101 (4): 1331-1336.

112. **Moritz G., 1994.** Pictorial key to the economically important species of Thysanoptera in Central Europe. *EPPO Bulletin* 24: 181-208.
113. **Morsello, S. C., Groves, R. L., Nault, B. A., Kennedy, G. G., 2008.** Temperature and Precipitation Affect Seasonal Patterns of Dispersing Tobacco Thrips, *Frankliniella fusca*, and Onion Thrips, *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) Caught on Sticky Traps. *Environmental Entomology* 37(1): 79-86.
114. **Mouhouche, F., 1997.** Les principaux ravageurs des fèves en Algérie. Ed. INA, Alger, 40p.
115. **Mound, L.A., 2002.** So many thrips-so few tospoviruses. In: *Marullo, R. Thrips and tospoviruses, Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera.* Ed. Australian National Insect Collection, Canberra: 15-18.
116. **Mound, L. A., 2003.** Thysanoptera. In: *Encyclopedia of Insects, Vincent Resh - Ring Carde* Ids.: 1127-1132.
117. **Mound, L. A., 2004.** Fighting, flight and fecundity: behavioural determinants of Thysanoptera structural diversity. In: *Ananthakrishnan, T.N. and Whitman, D. (Eds)- Insects Phenotypic Plasticity, Science Publishers, Inc., Enfield, NH, USA:* 81-106.
118. **Mound, L. A., Palmer J M, 1983.** Generic and tribal classification of spore-feeding Thysanoptera. *Entomology* 46 (1): 1-174.
119. **Mound, L. A., Teulon, D.A. J., 1995.** Thysanoptera as Phytophagous Opportunists. In: *Parker, B.L., Skinner, M. & Lewis, Thrips Biology and Management, Ed. Springer, New York:* 3-19.
120. **Murphy, G., Ferguson, G., Shipp, L., 2014.** Les thrips dans les cultures de serre- Biologie, dommages et lutte. Fiche technique 14-002 AGDEX 290/621, 12 p.
121. **Nakahara, S., 1991.** Systematics of Thysanoptera, pear thrips and other economic species. In: *Parker, B. L., Skinner, M. and Lewis, T. (Eds.), Towards Understanding Thysanoptera, Proceedings International Conference on Thrips (1989), Burlington, Vermont USA:* 41-59.
122. **Nasiya Beegum, A., N., 2015.** Morphological and biochemical bases of resistance to spotted pod borer, *Maruca vitrata* (Fab.) (Lepidoptera: Crambidae) in cowpea. Master on Entomology, Faculty of Agriculture, Kerala Agricultural University, India, 106 p.
123. **Nault, B.A., Shelton, A.M., Gangloff-Kaufmann, J.L., Clark, M.E., Werren, J.L., Cabrera-La Rosa, J.C., Kennedy, G.G., 2006.** Reproductive modes in onion thrips (Thysanoptera: Thripidae) populations from New York onion fields. *Environmental Entomology* 35(5): 1264-1271.
124. **ONS, 2014 (a).** L'Algérie en quelques chiffres. Ed. ONS, 71p.
125. **ONS, 2014 (b).** Annuaire statistique de l'Algérie. Ed. ONS, 467p.

126. **Ouffroukh, A., 1997.** Les principales viroses limitantes de la culture de la fève (*Vicia faba* L.) en Algérie et principe de lutte. Ed. INA, Alger, 9p.
127. **Pacheco da Silva, V. C., Bettoni, M. M., Bona, C., Amilton Foerster, L., 2015.**
128. **Painter, R. H., 1951.** Insect resistance in crop plants. Ed. The Macmillan Company, NewYork, 506p.
129. **Painter, R. H., 1958.** Resistance of plants to insects. *Annual Review Entomology* 3: 267-290.
130. **Paterno Silveira, L. C., Paes Bueno, V. H., Van Lenteren, J. C., 2004.** *Orius insidiosus* as biological control agent of thrips in green house chrysanthemums in the tropics. *Bulletin of Insectology* 57 (2): 103-109.
131. **Pearsall, I. A., Myers, J. H., 2000.** Population dynamics of western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) in nectarine orchards in British Columbia. *Journal of Economic Entomology* 93(2): 264-275.
132. **Peron, J-Y., 2006.** Productions Légumières. Ed. Lavoisier, 613p.
133. **Perrino, P., Robertson, L.D., Solh, M.B., 1991.** Maintenance, evaluation and use of faba bean germplasm collections: problems and prospects. *CIHEAM - Options Méditerranéennes - Série Séminaires* 10 : 21-31.
134. **Peterson, A., 1915.** Morphological studies on the head and mouth-parts of the Thysanoptera. *Annals of the Entomological Society of America* VIII (I): 20-61.
135. **Pitrat, M., Lecoq, H., 1996.** Comment créer des plantes résistantes aux pucerons ?. *Revue Horticole* 369 : 35 - 36.
136. **Pollet, A., DecJert, C., Wiegandt, W., Harkema, J., Van de Lisdonk, E., 1987.** Insectes ravageurs et parasites des légumineuses à graines en Afrique de l'ouest (Cultures et stocks). Ed. ORSFOM, Abidjan, Côte d'Ivoire, 83 p.
137. **Pustai, P. M., Oltean, I., Florian, T., Bodis, I., 2015.** Monitoring of the crops pest of forage legumes in the area of Raciú. *Bulletin UASVM Agriculture* 72 (1) : 202-208.
138. **Razi, S., Laamari, M., Ouamen, S., Bernard, E.C., 2013.** Thysanoptera survey on *Vicia faba* (broad bean) in the arid Biskra region of Algeria. *Agriculture and Biology Journal of North America* 4 (3): 268-274.
139. **Razi, S., Bounaceur, F., Bissad, F. Z., Doumandji-Mitiche, B., 2016.** Seasonal occurrence of Thrips on table grapes in northern Algerian vineyards. In: *7th Conference International Scientific Agriculture Symposium, Bosnia and Herzegovina*: 1582-1585.
140. **Rechid, R., 2011.** Les thrips dans la région de Biskra: biodiversité et importance dans un champ de fève. Mémoire de magistère, Université de Biskra, 77p.

141. **Reed, W., Cardona, C., Lateef, S. S., Bishara, S., 1988.** Screening and breeding for insect resistance in pea, lentil, faba bean and chickpea. *World Crops: Cool Season Food Legumes* 5: 107-115.
142. **Reed, J. A. A., 2013.** Nemasys advanced biocontrol for western flower thrips. Ed. BASF corporation, 2p.
143. **Renwick, J. A. A., 1983.** Non-preference mechanisms: Plant Characteristics Influencing insect behavior. Ed. American Chemical society, 213p.
144. **Riley, D. G., Joseph, S. V., Srinivasan, R., Diffie, S. J., 2011.** Thrips Vectors of Tosspoviruses. *Integrate Pest Management* 1(2): 1-10.
145. **Rivera, M. F., 2007.** Efecto De Los Daños Causados Por Trípodos (Thysanoptera: Tripidae) En La Severidad De Alternaria Allii Y Acidovorax Avenae Subsp. Citrulli En El Cultivo De Cebolla (*Allium Cepa* L.) En Puerto Rico. Tesis Maestro En Ciencias En Protección De Cultivos Universidad De Puerto Rico Recinto Universitario De Mayagüez, 126p.
146. **Robert P-A., 2001.** Les insectes. Ed. Delachaux et Niestlé, Suisse, 461p.
147. **Roques, A., 2006.** *Frankliniella occidentalis*. Ed. Delivering alien invasive species inventories for Europ. 3p, Pdf **disponible sur: www.europe-aliens.org/pdf/Frankliniella_occidentalis.pdf**
148. **Rueda, A., Badenes-Perez, F. R., Shelton, A. M., 2007.** Developing economic thresholds for onion thrips in Honduras. *Crop Protection* 26: 1099-1107.
149. **Ryckewaert, Ph., 2012.** Rapport de mission en Guadeloupe du 7 au 8 février 2012. Ed. CIRAD/PRAM, Martinique, 9p.
150. **Saouli, N., 2005.** Recueil de fiches techniques. Ed. ITIDAS. Biskra, 160p.
151. **Sellami, S., 1998.** Importance du nématode des tiges (*Ditylenchus dipsaci*) sur fève, en Algérie. In : (eds) *les légumineuses alimentaires Méditerranéennes. Contraintes Biotiques et Potentialités de Développement, Colloques de l'INRA (France)*, 88 : 157-163.
152. **Sen, S., 1998.** Thysanoptera. In: *Faunal Diversity in India, Ed. Published-ENVIS Centre, Zoological Survey of India*, Calcutta: 243-249.
153. **Simonneau, D., Crosson, Ph., Taupin, P., Bouttet, D, Chaillet, I., 2012.** *Bulletin Vigicultures : mode opératoire observations féveroles parcelles fixes*. n°5, 14p.
154. **Smith, C. M., 2005.** Plant Resistance to Arthropods. Edition Springer, Netherlands, 423p.
155. **Soffan, A., Aldawood, A. S., 2014.** Biology and demographic growth parameters of cowpea aphid (*Aphis craccivora*) on Faba Bean (*Vicia faba*) Cultivars. *Journal of Insect Science* 14: 1-10.

156. **Subramanian, S., 2013.** Bio intensive eco-friendly management strategies for thrips – a critical constraint to grain legume production in Africa. *In: Joint EU-Africa initiatives on the role of science, technology and innovation in promoting food and nutrition security and sustainable agriculture1. A Side-event to the EU-Africa High Level Policy Dialogue on Science, Technology and Innovation, le 28 November 2013, Jordan, Brussels. Abstracts. 11p.*
157. **Subramanian, S., Maniania, N. K., Nyambo, B., Ekesi, S., Marten, T., Nyasani, J., Niassy, S., Siguna, A., Kupesa, M., Muvea, A., Mutua, M., Kuboko, M., Andnet, B., Kusia, E., Mweke, E., Muia B, Bernard, C., Mulwa, L., 2013.** Eco-friendly management strategies for thrips infesting grain legumes in Africa icipe, Kenya. PDF available on: https://caast-net-plus.org/object/document/715/attach/IMP_Cluster_Subramanian.pdf.
158. **Teksam, I., Tunç, I., 2009.** An analysis of Thysanoptera associated with citrus flowers in Antalya, Turkey: Composition, distribution, abundance and pest status of species. *Applied Entomology and Zoology* 44: 455-464.
159. **Thackray, D.J., Wratten, S.D., Edwards, P.J., Niemeyer, H.M., 1990.** Resistance to the aphids *Sitobion avenae* and *Rhopalosiphum padi* in Gramineae in relation to hydroxamic acid levels. *Annual Applied Biology* 116: 573-582.
160. **Trdan S, Bergant K, Jenser G, 2003.** Monitoring of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* [Pergande], Thysanoptera) in the vicinity of greenhouses in different climatic conditions in Slovenia. *Agricultura* 2: 1-6.
161. **Tommasini, M. G., Ceredi, G., 2007.** Damages on nectarines by thrips in northern Italy: monitoring and control on late attacks. *Bulletin of Insectology* 60 (1): 71-75.
162. **Tommasini, M. G., Maini, S., 1995.** *Frankliniella occidentalis* and other thrips harmful to vegetable and ornamental crops in Europe. Ed. Wageningen agricultural University papers, 42p.
163. **Trdan, S., Bergant, K., Jenser, G., 2003.** Monitoring of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*(Pergande) (Thysanoptera) in the vicinity of greenhouses in different climatic conditions in Slovenia. *Agricultura* 2: 1-6.
164. **Unsicker, S. B., Kunert, G., Gershenzon, J., 2009.** Protective perfumes: the role of vegetative volatiles in plant defense against herbivores. *Plant Biology* 12 : 479–485.
165. **UPOV (Union internationale pour la protection des obtentions Végétales), 2004.** Protocol for distinctness, uniformity and stability tests *Vicia faba* L. var. *major* Harz BROAD BEAN. Ed. European Union, Community Plant Variety Office, 30p.

166. **Uzun, A., Tezcan, S., Demirözer, O., 2015.** Thrips (Thysanoptera) species occurring in cherry orchards in Isparta province of western Turkey. *Linzer biologisch Beiträg* 47(1) : 963-968.
167. **Van Der Plank, J. E., 1968.** Disease Resistance in Plants. Ed. Academic Press, New York, San Francisco, London, 200p.
168. **Van Frau, 2002.** Reproduction, progenesis, and embryogenesis of thrips (Thysanoptera, Insecta). Thesis doktor rerum naturalium (Dr. rer. nat.), der Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg, 150p.
169. **Vesina, L., Lacroix, M., 1994.** Virus bronzée de la tomate –Tomato Spotted Wilt Virus (TSWV). Atlas Des Maladies. Ed. Direction de la recherche et du Développement, Quebec, 6p.
170. **Voorrips, R. E., Steenhuis-Broers, G., Tiemens-Hulscher, M., Lammerts van Bueren, E. T., 2008.** Plant traits associated with resistance to *Thrips tabaci* in cabbage (*Brassica oleracea* var. capitata). *Euphytica* 163: 409–415.
171. **Westmore, G., 2012.** Thrips vectors and resistance to Tomato spotted wilt virus (TSWV) in potato. PHD Thesis, Agricultural Science, University of Tasmania, 215p.
172. **Wójcicka, A., 2016.** Effect of epicuticular waxes from triticale on the feeding behaviour and mortality of the grain aphid, *Sitobion avenae* (Fabricius) (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Plant Protection Research* 56 (1): 39-44.
173. **Wolfgang, D., Werner, R., 2009.** Guide des insectes : la description, l'habitat, les mœurs. Ed. Delachaux et Niestlé SA, Paris, 240p.
174. **Yoshida, M., Cowgill, S. E., Wightman, J. A., 1997.** Roles of oxalic and malic acids in chickpea trichome exudate in host-plant resistance to *Helicoverpa armigera*. *Journal of Chemical Ecology* 23(4) : 1195-1210.
175. **Zamar, M. I., Neder de Román, L. E., 2012.** Asociación Thysanoptera (Insecta)-*Vicia faba* (Fabaceae) en la Prepuna y Puna de Jujuy, Argentina. *Revista de Biología Tropical (International Journal of Tropical Biology)* 60 (1): 119-128.
176. **Zehnder, G., 2010.** Host plant resistance and tolerance to insect pests. Organic agriculturearticlesextension.org. 1-4. [http:// articles.extension.org/pages/18650/ host-plant-resistance-and-tolerance-to-insect-pests](http://articles.extension.org/pages/18650/host-plant-resistance-and-tolerance-to-insect-pests).
177. **Žnidarčič, D., Vidrih, R., Germ, M., Ban, D., Trdan, S., 2007.** Relationship between water-soluble carbohydrate composition of cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata) and damage levels of onion thrips. *Acta Agriculturae Slovenica* 89 (1) : 25-33.

178. **Zur Strassen, R., Lacasa, A., Basco-Zumeta, J., 1997.** Thrips (Insecta: Thysanoptera) of a *Juniperus Thurifera* forest of Los Monegros region (Zaragoza, Spain). *Zapateri Revista Aragonesa de Entmologia* 7: 251-268.
179. **Zur Strassen, R., Kuslitzky, W., 2012.** An annotated checklist of the thrips of Israel (Thysanoptera). *Israel journal of Entomology* 42:53–66.
180. **Zur Strassen, R., 2007.** **World Thysanoptera.**http://anic.ento.csiro.au/thrips/identifying_thrips/Aeolothripidae.htm.
[éférence](#)
181. [http://www. Earth.google.com](http://www.Earth.google.com) (image satellite 05/07/2009 consultée en 2013)

Annexe 1: Caractéristiques morpho-métriques et taux d'attaque par les thrips des 62 cultivars soumis au test d'évaluation durant la campagne 2011/2012.

Cultivars	Nombre de tiges	Nombre de fleurs	Longueur de la fleur (Cm)	Nombre de gousses	Longueur de la gousse (Cm)	Largeur de la gousse (Cm)	Taux d'attaque (%)
1	2,29	15,14	3,00	3,71	8,26	1,73	2,04
2	3,00	20,43	3,17	6,00	9,85	1,90	17,46
3	2,86	11,43	3,29	3,86	11,76	2,39	30,78
4	3,43	25,86	3,41	7,14	10,57	2,04	24,46
5	3,29	38,71	3,41	7,57	13,15	2,49	26,39
6	2,43	14,29	3,33	4,00	11,29	2,05	20,00
7	3,29	41,57	3,33	8,29	13,84	2,36	21,46
8	2,71	15,29	3,26	3,71	11,76	2,57	3,57
9	3,00	23,71	2,97	5,57	13,40	2,57	6,12
10	2,57	14,71	3,20	4,86	11,74	2,02	36,83
11	2,29	21,00	3,19	6,57	11,70	2,47	16,54
12	2,71	11,00	3,36	5,43	10,90	2,26	12,30
13	2,43	15,00	3,17	2,86	11,41	2,31	30,00
14	2,29	13,57	3,30	5,57	11,29	1,97	13,57
15	3,43	28,43	3,23	6,43	12,01	2,36	26,03
16	2,71	21,14	3,29	3,29	9,83	1,66	35,71
17	3,29	44,57	3,19	8,57	13,39	2,40	25,79
18	2,57	17,57	3,34	8,14	9,19	2,06	20,95
19	2,14	37,43	3,31	8,86	12,09	2,39	30,69
21	4,00	36,86	3,24	8,43	13,61	2,47	13,97
22	1,71	14,57	3,34	8,29	9,34	1,86	11,90
23	3,14	31,86	3,30	6,57	11,71	2,25	39,00
24	1,14	15,14	3,34	3,33	9,61	2,04	11,11
25	4,14	35,43	3,43	4,43	11,44	2,21	8,33
26	3,57	31,14	3,41	5,29	9,79	2,56	22,45
27	3,29	23,14	3,29	3,00	14,13	2,36	2,04
28	2,00	13,57	3,29	3,71	11,43	2,14	21,43
29	3,00	26,57	3,27	4,50	13,49	2,10	13,06
30	1,43	18,57	3,57	3,57	12,61	1,83	23,81
31	3,71	36,14	3,47	3,57	14,86	2,01	48,81
32	3,00	17,86	3,33	4,14	8,99	1,70	18,10
33	2,71	32,86	3,44	4,29	14,07	1,84	5,36
34	2,43	19,00	3,44	6,57	12,07	1,93	22,45
35	4,00	44,86	3,40	6,71	9,36	1,36	15,95
36	3,00	25,29	3,49	6,86	10,49	1,57	6,46
37	4,29	57,86	3,56	12,14	16,29	2,36	53,65
38	3,14	32,43	3,33	5,43	15,43	2,47	7,65
39	1,57	18,00	3,24	4,86	9,27	1,79	14,69
40	3,00	35,57	3,30	11,71	12,11	2,40	17,30
42	3,00	40,71	3,20	7,29	9,00	1,90	10,61
44	6,71	91,29	3,26	18,14	8,77	2,20	16,64
45	2,86	31,86	3,33	7,43	12,39	2,31	38,14
46	3,29	50,57	3,44	12,14	10,68	2,04	37,22
47	3,29	32,57	3,41	9,14	9,86	1,97	60,30
48	4,57	66,57	3,24	21,14	8,44	2,20	32,61
49	2,86	18,57	3,41	10,57	10,84	2,07	33,78
50	3,43	28,29	3,23	9,57	13,50	2,17	22,02
51	2,71	15,86	3,30	6,43	13,44	1,64	11,90
52	3,57	45,71	3,34	17,71	8,59	2,07	23,64
53	3,57	27,57	3,10	6,57	6,29	1,61	18,91
54	4,43	83,14	3,31	17,29	11,43	2,46	29,21
55	3,00	33,14	3,39	6,57	13,01	2,16	32,65
56	4,29	46,29	3,30	10,71	10,79	2,37	20,63
57	3,29	23,71	3,30	10,57	12,49	2,39	16,72
58	4,14	55,43	3,34	12,00	11,83	2,19	34,94
59	2,86	17,43	3,29	4,86	14,30	2,00	41,67
60	2,00	12,57	3,33	5,43	11,50	2,03	14,08
61	1,43	13,43	3,10	3,14	9,44	1,83	0,00
62	2,00	12,00	3,20	8,43	8,19	2,00	4,18
63	2,71	14,00	3,46	2,86	10,26	1,60	10,48
64	2,57	13,00	3,15	3,57	9,49	1,76	8,10
65	2,57	19,57	3,13	7,00	8,85	1,70	12,84

Annexe2: Analyse de Variance des différents paramètres étudiés

ANOVA

		Somme des carrés	ddl	Moyenne des carrés	F	Signification
Nombre de tige	Inter-groupes	339,569	61	5,567	12,518	,000
	Intra-groupes	165,429	372	,445		
	Total	504,998	433			
Nombre totale des fleur	Inter-groupes	120571,668	61	1976,585	9,559	,000
	Intra-groupes	76918,571	372	206,770		
	Total	197490,240	433			
Longeur de la fleur	Inter-groupes	529,776	61	8,685	2,413	,000
	Intra-groupes	1302,767	362	3,599		
	Total	1832,543	423			
Nombre total de gousse	Inter-groupes	6649,698	61	109,011	9,588	,000
	Intra-groupes	4229,429	372	11,369		
	Total	10879,127	433			
Longueur de la gousse	Inter-groupes	1706,934	61	27,983	6,549	,000
	Intra-groupes	1559,555	365	4,273		
	Total	3266,489	426			
Largeur de la gousse	Inter-groupes	40,891	61	,670	3,175	,000
	Intra-groupes	77,067	365	,211		
	Total	117,958	426			
Taux d'attaque	Inter-groupes	73156,170	61	1199,281	1,871	,000
	Intra-groupes	238447,991	372	640,989		
	Total	311604,161	433			

Annexe3 : Données climatiques (températures et précipitations) durant les campagnes 2012/2013 et 2013/2014

Campagnes	Mois Données	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juill	Aou
		2012/2013	T. moy. (C°)	29,8	24,5	18,1	13	12,7	12,3	18,4	22,2	25,9	30,2
	P (mm)	3,05	84,07	24,13	2,03	64,77	2,03	18,28	24,89	1,02	20,07	0	11,19
2013/2014	T. moy. (C°)	29,8	26,1	17,3	12,2	12,7	17,9	16,3	22,9	26,9	30,6	34,5	35,1
	P (mm)	7,11	40,14	0	14,99	8,13	4,06	16,01	0	2,03	3,81	0	0

*Station Météorologique 605250 (DAUB), Altitude 87m.

Résumé

L'évaluation de la résistance naturelle de 62 cultivars de fève propres à la région de Biskra dans la station des bio-ressources du CRSTRA à El-Outaya (Biskra), a permis de mettre en évidence que le thrips *Odontothrips confusus* est l'espèce la plus présente sur cette culture et elle a pu s'installer sur 56 cultivars, suivie par *Frankliniella occidentalis* (53 cultivars) et enfin *Melanthrips fuscus* (30 cultivars). Le classement des cultivars sur la base des tubérosités formées sur les gousses, a permis de considérer 11 cultivars comme résistants durant un premier essai. Des essais complémentaires au cours d'autres campagnes ont mis en évidence que seuls les cultivars 1 et 38 ont maintenus leur niveau de résistance.

D'autres tests effectués sous des conditions semi-contrôlées ont démontré qu'*O. confusus* est le plus nuisible aux feuilles, alors que, *F. occidentalis* préfère s'attaquer aux gousses. Sur la base de ces tests, le cultivar 1 en provenance de Seriana est jugé comme le plus intéressant par le fait qu'il a gardé d'une part le même niveau de résistance durant les différentes campagnes et d'autre part, ses feuilles et ses gousses étaient les moins endommagées par les trois espèces de thrips comparativement aux autres cultivars soumis à ces tests d'évaluation.

Mot clés : cultivars de fève, résistance naturelle, Thrips, Biskra.

Abstract

The natural resistance evaluation of 62 faba bean cultivars from the region of Biskra in CRSTRA's bio-resources station at El-Outaya (Biskra), has permitted to make in evidence that the thrips *Odontothrips confusus* is the most present specie on that growing and which has colonized 56 cultivars, followed respectively by *Frankliniella occidentalis* (53 cultivars) and finally *Melanthrips fuscus* (30 cultivars). The cultivars classification based on warts formed on pods has permitted to consider 11 cultivars as resistant during a first essay. Other complementary essays during other campaigns have highlighted that only the cultivars 1 and 38 have maintained their level of resistance.

Other tests performed under semi-controlled conditions have demonstrated that *O. confusus* is the most harmful specie on leaves, whereas *F. occidentalis* prefers to attack pods. On basis of these tests the cultivar 1 from Seriana is judged as the most interesting by the fact it has kept on one hand the same level of resistance during the different campaigns and on the other hand, its leaves and pods were the least damaged by the three species of thrips comparatively to the other cultivars subject to these tests of evaluation.

Key words: faba bean cultivars, natural resistance, Biskra, thrips.

الملخص

دراسة المقاومة الطبيعية عند 62 صنف من أصناف الفول لمنطقة بسكرة في محطة التجارب الحيوية CRSTRA لوطاية (بسكرة), سمح بتحديد *Odontothrips confusus* كالنوع الأكثر تواجدا على هذا المحصول حيث استقر على 56 صنف متبوعا بالنوع *Frankliniella occidentalis* (53صنف) ثم النوع *Melanthrips fuscus* (30 صنف). ترتيب أصناف الفول على أساس الحدبات المكونة على قرون الفول سمح بتحديد 11 صنف مقاوم خلال التجربة الأولى. التجارب التكميلية خلال المواسم الزراعية الموالية أظهرت أن الصنفان 1 و 38 هما الوحيدان اللذان حافظا على نفس معدل المقاومة.

تجارب أخرى أجريت تحت شروط مراقبة جزئيا أظهرت أن *O.confusus* هو الأكثر ضررا للأوراق، بينما *F.occidentalis* فيفضل مهاجمة قرون الفول. على ضوء هذه التجارب تبين أن الصنف 1 من منطقة سريانة هو الأكثر أهمية كونه من جهة حافظ على معدل مقاومته خلال مختلف المواسم الزراعية، و من جهة أخرى أوراقه و قرونها هي الأقل ضررا من طرف أنواع التريبس الثلاثة مقارنة بباقي أصناف الفول الخاضعة لنفس التجارب.

الكلمات الدالة : أصناف الفول، المقاومة الطبيعية، بسكرة، ترييس.

**PRODUCTION
SCIENTIFIQUE**

Thrips survey among different faba bean (*Vicia faba* L.) cultivars in Biskra, Algeria

Bengouga Khalila^{1 & 2}, Laamari Malik^{3&4}

¹ Departement of agronomy, University Mohamed Khider Biskra, Algeria

² CRSTRA : Scientific and Technical Research Center for Arid Areas, BP 1682 RP, Biskra 07000 Algeria

³Departement of agronomy University Hedj Lakhdar Batna, Algeria

⁴ laboratory ATPPAM

CORRESPONDING AUTHOR: Mrs BENGOUGA Khalila

mobile: +213 0778173667 / E-mail : Leila2000_11@yahoo.fr

ABSTRACT

Seeking to evaluate thrips number on different *Vicia faba* L cultivars; a survey was conducted on 62 faba bean cultivars during 2011-2012 in El-Outaya (Biskra; an arid region of Algeria). After a prospection and collection phase; different cultivars of broad bean were conducted under irrigated conditions. An evaluation of thrips presence was deduced by the shaking method during the flowering stage. Thrips on three plants per cultivar were sampled. After sorting of the samples conserved in alcohol 70% and according to morphological characters; four families of thrips were identified: aeolothripidae, melanthripidae, thripidae and phlaeothripidae. Counting of thrips of different families permitted to record the thripidae family as the most abundant one. The results obtained had permitted also to distribute the vegetal material into five groups of cultivars according to thrips number per plant.

Key words: Thrips, Biskra, *Vicia faba* L, cultivars

INTRODUCTION

Algeria is characterised by a large genetic variability for broad bean though the allogamic system characterising this specie often make it delicate to maintain the original variability. The region of Biskra is very known for the diversity of the forms that legume can have. (Abdelguerfi 2003)

The faba bean (*Vicia faba* L.) is grown widely under a range of climatic conditions from temperate to subtropical and it hosts a wide variety of regional, native and exotic cosmopolitan insect pests, fungal pathogens and viruses as well as parasitic weeds. Stoddard *et al* (2010)

Vicia faba L (broad bean) is seriously damaged by various pests. Thrips are among the most serious of these pests, and are listed as a major insect pest in the Mediterranean region (Sexana 1999).

Yield losses due to bean flower thrips to grain legumes ranges from 20 –100% in Africa. This thrips

is considered as a critical constraint to grain legume productivity ; it causes leaf drying, flower shedding, low pod set and malformed pods. (Icrisat 2013)

In Algeria, researches on diseases of nutritious leguminous have shown the viroses to be amongst the most dammgeable ones, on faba bean growing, the most spread viral agents are: BLRV, BMV and BYMV. (Ouffroukh 1997).

All viruses of major importance in faba bean crops are transmitted by vectors, and mostly by insects. One of the insect-borne viruses is transmitted by leafhoppers (CpCDV), one by thrips (TSWV), three by beetles (BBSV, BMV and BBTMV) and the other by aphids. (Kumari and Van Leur 2011)

Little studies investigate thrips presence on different cultivars. As a result, this study try to examine the presence of thrips on 62 *Vicia faba* L cultivars in Biskra. Algeria and wether numbers of thrips on these cultivars were different or the same.

MATERIALS AND METHODS

Study area: This study was conducted in the Bio-Ressources experimental station of CRSTRA at El-Outaya (a plain which located at North-east of the district of Biskra). The station geographic coordinates

are $34^{\circ}55'41''$ N and $5^{\circ}38'59''$ E, with an altitude of 263 m above mean sea level (Figures 1 a,b and c). The climate along this area is arid characterized by low rainfall and high rates of evapotranspiration.

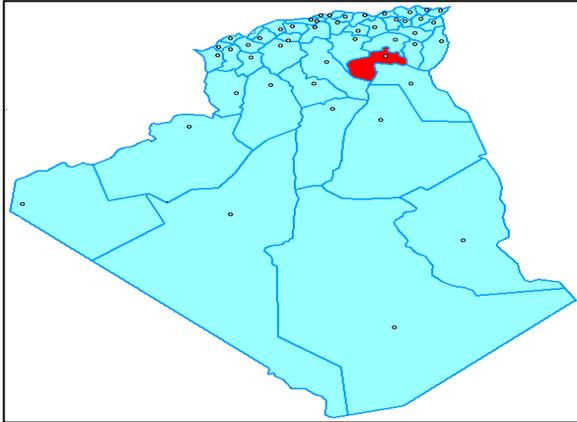


Fig. 1 a: location of Biskra province

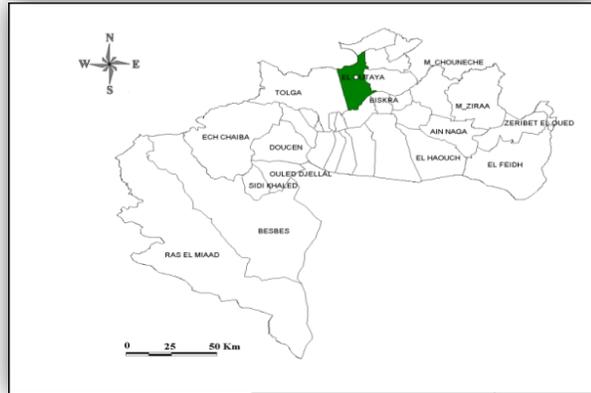


Fig. 1 b: Location of El-Outaya



Fig. 1 c: The experimental station location

Vegetal Material: Different cultivars were collected from different localities of Biskra an arid region in south Algeria. The 62 *V. faba* L cultivars were under irrigated conditions.

Experiment: The sowing was realised on November 23rd 2013 on an experimental parcel of 273.48 m² after a deep plowing ; each cultivar was sowed on one line with a repetition of 10 plants (Figure 2). For the sampling of thrips the method used was the shaking it consisted of the shaking of three plants per cultivar of faba bean over a white tissue and, using a small brush, the thrips were collected into 70% alcohol ; this method was conducted during full flowering stage on tow days (4th and 5th march 2012).

The shaking method is a variant of beating method « le battage ». (Frank 2013). This second relative

sampling technique is used to dislodge live thrips from plants on white tissue or in pans. The beat pan procedure provided better population estimates than either direct visual counts or sticky traps because they more accurately reflected adult abundance on plants and provided acceptable levels of sampling precision. (Palumbo 2003)

Statistical analysis: All data were subjected to statistical analysis using SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 10. Data were assessed by analysis of variance (ANOVA). Duncan's multiple range test was used to separate the means.

RESULTS

Thrips presence on faba bean: The observation of thrips collected in Ethanol; after the shaking of plants



Fig. 2 : the experimental parcel

on a white tissue had permitted to deferenciate between four principal families (using the key of MORITZ 1994): aelothripidae, melanthripidae thripidae and phlaeothripidae; the differentiation was based on morphological characters such as: body shape and color, form of wings, presence of tube on the last abdominal segment and the number of antennal segments. (Figure3). The Thripidae family was the most abundant one on broad bean crops.



Fig. 3 : Different thrips species captured on *Vicia*

Classification of cultivars into groups depending on number of thrips per plant Ascendant hierarchic classification by aggregation method through a dendrogram was established based on Euclidian distances were used to classify the different cultivars according to thrips number in the following groups (Figure4) :

- A first group consisted of 15 cultivars with a mean number of thrips per plant between (0,33-2,00);
- A second group consisted of 30 cultivars with a mean number of thrips per plant between (2,33-4,66);
- A third group consisted of 13 cultivars with a mean number of thrips per plant between (5,00-7,00) formed by the cultivars;;
- A fourth group consisted of 3 cultivars with a mean number of thrips per plant between (8,33-9,66);
- A fifth group consisted of one cultivar with a mean number of thrips per plant of(14,66).

The total number of thrips collected from the 62 faba bean cultivars by the shaking method is 715 thrips with a mean number of 11.5 thrips per cultivar. The cultivars were divided into 5 groups ; where the fifth group have the heighest number of thrips with a mean number of 14,666 thrips per plant.

DISCUSSION

Thrips presence on faba bean: The presence of thrips on faba bean had been noted by many studies ; with a rate of 6,8% among all the insects captured in yellow water traps with a total number of 6107 thrips reported by Colignon *et al.* (2000).

Belonging to the fabacee family wich with 36 spp. of host plants recorded 16 species of thrips in a study conducted in New Zeland by Tillekaratne *et al.* (2011)

Razi *et al.* (2013) reported that 1494 adults of thrips were collected from 40 plants randomly selected from each plot, by shaking the plant over a white plate 10 times ; in the region of El-Outaya. (Biskra ; Algeria). The species *Aeolothrips intermeduis*, *Melanthrips fuscus*, *Odontothrips confusus*, *Frankliniella occidentalis*, *Thrips angusticeps*, *Rhipidothrips gratosus* and *thrips physapus* were recorded.

According to the same author *Aeolothrips intermedius* species which belongs to the aelothripidae family is the most abundant one.

The specie *Frankliniella occidentalis* the most harsh virus vectors specie is recorded by Benmessaoud *et al* (2010) at Mitidja (Algeria) on Cucurbita pepo and Cucumis sativus

The family of Thripidae was the most represented in our study. This family is known as including the most harsh 9 species vectoring tospovirus (Mound 2002)

Tospoviruses belong to the sole phyto virus genus, Tospovirus, in the family Bunyaviridae. Tospoviruses are known to be exclusively transmitted by thrips belonging to the family Thripidae and subfamily Thripinae. Of the known 1.710 species of Thripidae only 14 thrips species are currently reported to transmit tospoviruses. Riley *et al* (2011)

The identification of *Frankliniella australis*, *F. gemina*, *F. occidentalis*, *F. schultzei* and *Thrips tabaci* which belongs to the thripidae family associated to the faba

bean growing in Argentina was reported by Zamar and Neder De Román (2011)

In matter of damage on faba bean caused by thrips The thrips *Frankliniella bispinosa* (Morgan), *F. insularis* (Franklin), and *F. kelliae* (Sakimura) fed on pollen, anthers, and other flower parts, but did not cause any noticeable problems with pollination or seed set. (Nuessly *et al.* 2004)

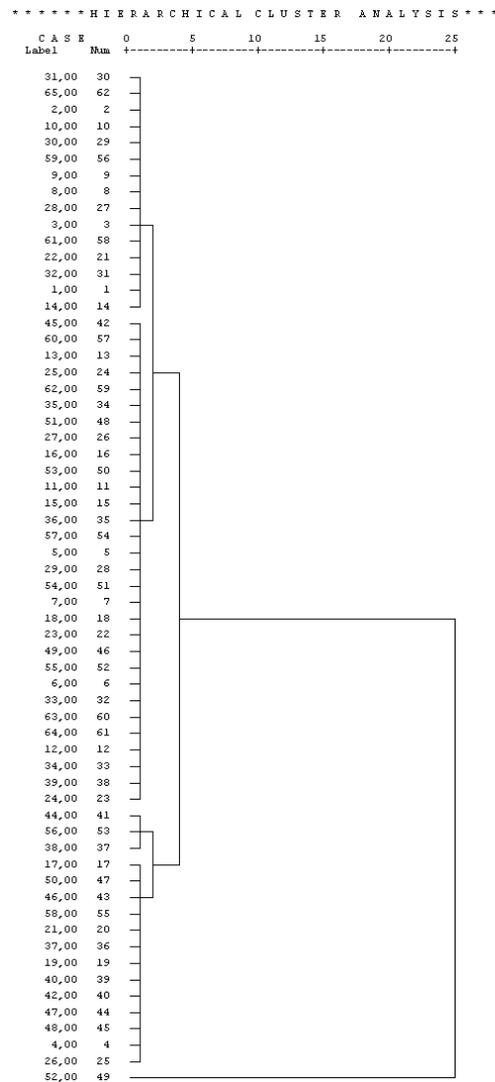


Fig. 4 : Number of thrips per plant hirarchical cluster

Classification of cultivars into groups depending on number of thrips per plant: The classification have permitted to distribute the cultivars into 5 groups ; a first group with a total number of thrips of 58 thrips and a mean number of thrips per cultivar 3.86 thrips, a second group with a total number of thrips of 304 thrips and a mean number of thrips per cultivar of 10.13 thrips, a third group with a total number of thrips of 228 thrips and a mean number of thrips per cultivar of 17.53 thrips, a fourth group with a total number of thrips of 80 thrips and a mean number of thrips per cultivar of 26.66 thrips and a last group with a total number of thrips of 43 thrips. (Table 1)

Concerning thrips species preferences among different cultivars of certain species of plants ;
Table 1 : total number of thrips per group of cultivars

Group	Total number of thrips	Number of cultivars /group	Mean number of thrips /cultivar
GROUPE 1	58	15	3.86
GROUPE 2	305	30	10.16
GROUPE 3	228	13	17.53
GROUPE 4	80	3	26.66
GROUPE 5	44	3	44
Total	715	62	11.5

Thrips number per plant after shaking is compromised between 0,333 to 14,666 thrips per plant.

Accurate information about the threshold for intervention against thrips is different from one growing to another ; a threshold of 10 to 15 thrips per plate, by a week indicate that the thrips population is important and can cause potential damages on greenhouse growings (Rap 2013)

On peach trees ; the threshold of nuisibility is 50 thrips for 100 shoots (by biting) or 100 mobile forms for 50 observed fruits (ie 2 individuals per fruit), with a high risk evaluation. (Venturi 2012)

The threshold of alert is estimated at 40 thrips recto/verso) glued on one week. Biting flowers on top of a white sheet is also an indicator of pression. On hibiscus growing followed for 18 week (from 2th to 7th mai), the presence of 10 thrips on a blue board in an equiped compartment with insect-proof canvas. (Graciet 2011)

CONCLUSION

This work gave an idea about thrips number among different faba bean cultivars. The number of thrips

significant differences were observed in *F. occidentalis* preference among rose cultivars in a test in 1999 .*F. occidentalis* preferred the "Cardinal" and "Pinocchio" over "Vivian". It was not feasible to compare the preference between cultivars and flower colors because each cultivar had different color in this preference test. However, significant difference was observed between the cultivars and the colors in 2000. Yellow-colored cultivars were highly preferred by *F. occidentalis* over red colored. There was no preference difference within same colored cultivars. This suggests that *F. occidentalis* were not strongly choosing among cultivars but choosing among rose colors. Jong-Due *et al.* (2002)

recorded through the survey is relatively small. The difference in the rate of presence of thrips on different cultivars of faba bean could be correlated to the differences of morphological and/or physiological aspects of the different cultivars. The presence of the thripidae family as dominant family should be a point of transition in the study of thrips attacks on the growing of *Vicia faba* knowing that most harmful species vectoring tospovirus belong to this family.

REFERENCES

- Abdelguerfi, A (2003) Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires a la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture . *Recueil des Communications Atelier N°3 «Biodiversité Importante pour l'Agriculture» MATE-GEF/PNUD Projet ALG/97/G31*
- Benmessaoud B H, Mouhouche F and Belmazouz F Z (2010). Inventory and identification of some thrips species in coastal and subcoastal regions of Algeria. *Agric. Bioi. J. N.Am.*, 1(5) : 755-761.
- Frank A (2013) Capture et Conditionnement Expédition Mise en Collection des Insectes et Acarien en vue de leur Identification. Edition CIRAD. P 50.
- Graciet, D (2011). Horticulture – Pépinières. *Bulletin de santé du végétal Sud-Ouest* N°5. P10.

- Icrisat (2013) Eco-friendly management strategies for thrips infesting grain legumes in Africa. icipe, Kenya.
- Jong-Due, P. Seen-Con, K., Do-Ik, K., Kijong, C (2002) Population Dynamics of *Frankliniella occidentalis* on Different Rose Cultivars and Flowering Stage. *Journal. Asia-Pacific Entomol.* 5 (1) :97 -102(2002)
- Colignon, P., Hastir,P., Gasprar, C. , Francis, F (2000) Effet de l'environnement proche sur la biodiversité entomologique en culture maraichères de plein champs. *Parasitica* 56 (2-3):57-70.
- Kumari Safaa, G.,Van Leur Joop, A.G (2011) Viral diseases infecting faba bean (*Vicia faba* L.). *Grain Legumes* No. 56.
- Moritz, G (1994) Pictorial key to the economically important species of thysanoptera in Central Europe. *Bulletin EPPO* : 24, 181-208.
- Mound, L. A (2002) So many thrips – so few tospoviruses? THRIPS AND TOSPOVIRUSES: Proceedings Of The 7th International Symposium On Thysanoptera, Italy, 2-7 july 2001, *Australian national insect collection*, Canberra : 15-18.
- Mound, L A (2005) THYSANOPTERA: Diversity and Interactions. *Annual. Review of Entomolgy.* 50:247–69.
- Nuessly, G. S., Hentz, M. G., Beiriger & Scully, B. T.R (2004) insects associated with faba bean, vicia faba fabales: fabaceae), in southern florida. *Florida Entomologist* 87(2)
- Ouffroukh, A (1997) Les principales viroses limitants la culture de la fève (*Vicia fabae*. L) en Algérie et principe de lutte. (Ed.) I.N.A, 9p.
- Palumbo J C (2003) Comparison of Sampling Methods for Estimating Western Flower Thrips Abundance on Lettuce. This is a part of the 2003 Vegetable Report, The University of Arizona College of Agriculture and Life Sciences, index at <http://ag.arizona.edu/pubs/crops/az1323>.
- Rap (2013). Cultures en serres : Thrips. Avertissement No 03. P4.
- Razi, S., Laamari, M., Ouamen, S., Bernard, E.C (2013) Thysanoptera survey on *Vicia faba* (broad bean) in the arid Biskra region of Algeria. *Agriculture And Biology Journal of North America* , 4(3): 268-274.
- RileyD G, Joseph Shimat V, Srinivasan R, and Diffie S (2011) Thrips Vectors of Tospoviruses. *J. Integ. Pest Mngmt.* 1(2) /IPM10020
- Saxena, M.C (1999) Status and scope for production of faba bean in the Mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*, Ser. Séminaires ; 10 : 15-20.
- Stoddard F L, Nicholas A H, Rubiales D, Thomas J and Villegas-Fernández A M. Integrated pest management in faba bean. *Field Crops Research* 115 (2010) 308–318
- Tillekaratne, K., Edirisinghe, J.P., Gunatilleke, C.V.S., Karunaratne, W. A. I. P (2011) Survey of thrips in Sri Lanka: A checklist of thrips species, their distribution and host plants. *Ceylon Journal of Science (Bio. Sci.)* 40 (2): 89-108.
- Venturi, J.M (2012). Arboriculture. *Bulletin de Sante du Vegetal* N°18. P8.
- Zamar, M.I., Neder De Románas, L.E (2012) Asociación Thysanoptera (Insecta)-*Vicia faba* (Fabaceae) en la Prepuna y Puna de Jujuy, Argentina. *International Journal of Tropical Biology.* Vol. 60 (1): 119-128.