

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB DE BLIDA**  
**FACULTÉ DES SCIENCES AGRO-VÉTÉRINAIRES**  
**DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

**Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master 2 en Agronomie**  
**Spécialité : Phytopharmacie**

**THÈME**

**ÉVALUATION DE LA RESISTANCE NATURELLE DE SIX CULTIVARS DE FÈVE *Vicia faba* L. (Fabales- *fabaceae*) VIS-À-VIS DU PUCERON NOIR DE LA FÈVE *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (*Homoptera- Aphididae*)**

Présenté par

**ROUMANI Messaoud**

Soutenue publiquement devant le jury composé de :

M <sup>me</sup> GUENDOZ A.	Professeur	U.S.D-Blida	Présidente
M <sup>me</sup> ALLAL L.	Professeur	U.S.D-Blida	Examinatrice
M <sup>me</sup> MELOUK S.	Attachée de recherche	C.R.S.T.R.A-Biskra	Examinatrice
M <sup>r</sup> BELHAMRA M.	Professeur	U -Biskra	Promoteur
M <sup>r</sup> MERADSI F.	Maître Assistant	U -Batna	Co-Promoteur

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2011/ 2012

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITÉ SAAD DAHLEB DE BLIDA**  
**FACULTÉ DES SCIENCES AGRO-VÉTÉRINAIRES**  
**DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

**Projet de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master 2 en Agronomie**  
**Spécialité : Phytopharmacie**

**THÈME**

**ÉVALUATION DE LA RESISTANCE NATURELLE DE SIX CULTIVARS DE FÈVE *Vicia faba* L. (Fabales- *fabaceae*) VIS-À-VIS DU PUCERON NOIR DE LA FÈVE *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (*Homoptera- Aphididae*)**

Présenté par

**ROUMANI Messaoud**

Soutenue publiquement devant le jury composé de :

M <sup>me</sup> GUENDOUCZ A.	Professeur	U.S.D-Blida	Présidente
M <sup>me</sup> ALLAL L.	Professeur	U.S.D-Blida	Examinatrice
M <sup>me</sup> MELOUK S.	Attachée de recherche	C.R.S.T.R.A-Biskra	Examinatrice
M <sup>r</sup> BELHAMRA M.	Professeur	U -Biskra	Promoteur
M <sup>r</sup> MERADSI F.	Maître Assistant	U -Batna	Co-Promoteur

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2011/ 2012

## Résumé

Quinze cultivars de fève *Vicia faba* L. (Fabaceae) ont été testés en plein champ, pour leur résistance au puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli (Homoptera: Aphididae). Parmi ceux-ci, 12 cultivars sont montrés les plus résistants, tandis que 03 sont classés très sensibles.

L'analyse statistique entre le niveau de la résistance et les caractères morphologiques montre que les cultivars résistants ont des folioles plus longues que les cultivars très sensibles.

**Mots-clés** : Résistance, cultivars, *Vicia faba*, *Aphis fabae*, caractère morphologiques.

## Abstract

Fifteen cultivars of broad bean *Vicia faba* L. (Fabaceae) have been tested in the field, for their resistance to the Black bean aphid, *Aphis fabae*, Scopoli (Homoptera: Aphididae). Among these, 12 cultivars are shown the most resistant, while 03 showed a high susceptibility against this aphid.

The statistical analysis between the level of the resistance and the morphological characters watch that the resistant cultivars have a longer leaflet than the very sensitive cultivars.

**Key words:** Resistance, cultivars, *Vicia faba*, *Aphis fabae*, morphological character.

## الملخص

أقيمت هذه الدراسة على 15 نوع محلي من نبات الفول (*Vicia faba* L. (Fabaceae) من أجل قياس درجة مقاومتها لحشرة المن السوداء (*Aphis fabae*, Scopli (Homoptera : Aphididae) وذلك في الحقل. بينت النتائج مقاومة 12 نوع و حساسية الثلاثة أنواع الأخرى.

الدراسة الإحصائية التي أجريت بين درجة المقاومة و الخصائص الظاهرية لنبات الفول بينت أن نباتات الأنواع المقاومة لحشرة المن تملك أوراق طويلة مقارنة مع نباتات الأنواع الحساسة.

**الكلمات المفتاحية :** المقاومة، الأنواع، *Vicia faba* ، *Aphis fabae* ، الخصائص الظاهرية.

# REMERCIEMENTS

Je tiens à présenter mes chaleureux remerciements à madame la présidente de jury ; Professeur GUENDOUZ A. pour présider le jury examinant ce travail.

Je tiens à remercier les membres de jury examinatrices : Professeur M<sup>me</sup> ALLAL L. et l'attachée de recherche M<sup>me</sup> MELOUK S. pour mon honorer de faire partie du jury de soutenance de mon mémoire.

Aussi, tiens-je à remercier énormément mon promoteur, Professeur M<sup>r</sup> BELHAMRA M. et mon co-promoteur le maître assistant M<sup>r</sup> MERADSI F. pour m'avoir beaucoup aidé dans la réalisation de ce travail, et pour ses conseils très précieux.

# إهداء

الحمد و الشكر لله المولى عز و جل على توفيقه لي لإتمام هذا العمل الذي أهديه إلى:

من سهرت علي الليالي ... لكي أُمي الغالية.... وعلى جبينك أطبع ألف قبلة ذهبية

ذكرى العزيز الغالي... أبي الحنون ...

أغلى ما عندي و أعز الناس على قلبي رفيقة دربي زوجتي الحنون دلال

فرحة قلبي و نور حياتي من أشتاق إليه ابني المنتظر ان شاء الله

أخواتي: فائزة، صبرينة و حكيمة ... كنتن لي خير عائلة كريمة ... ألف، ألف شكر....

أخي عبد الرزاق و عائلته الصغيرة: الزوجة نوال، البراعم: مروة، محمد الخلفة، نسرين و رفيف.

روح خالي سويدي محمد العربي، خالاتي عتيقة و زوبيدة.

أزواج أخواتي... أحفاد العصافير أبناء أخواتي

عائلتي الثانية الأب عمارة بن سمينة و الأم مبروكة و جميع أنسابي: نجمة، لخضر، حمودي، عزيزة،

عبد الرزاق، عبد الحفيظ، نزيهة، أم هاني حفظهم الله و رعاهم.

سندي في هذا البحث و صاحب الفضل علي صديقي و أستاذاي فؤاد مرادسي

من كان لي خير موجه، دعامتني في هذا العمل أستاذاي الفاضل محمد بلحمرة

جميع عمال مركز البحث العلمي و التقني للمناطق الجافة و على رأسهم الأستاذة فطوم الأخضرري،

أستاذاي و أخي الفاضل محمد كمال بن صالح و الأخت الكريمة نجاة نزار قبائلي، الزميلة الفاضلة سليمة

ملوك و أصدقائي جمال، طارق، ماجد، فاتح، فخر الدين، زين الدين، مختار، عادل، أمير، السعيد، أحمد

سالم، أحمد نوراني، عبد العالي، محمد مصنوعة، محمد كشبار، نعيم بزالة، عبد المالك، نصر الدين،

اسماعيل، فرحات، ناصر علي، عبد الكريم، محمد شاحب، بلغيث، محمد عبود، سليم، لزهر.

جميع طاقم الأساتذة و عمال جامعة سعد دحلب بالبليدة.

كل الأهل و الأقارب و الى من يعرفوا مسعود رماني

# SOMMAIRE

Introduction .....	1
Chapitre I- Généralités sur la fève.....	5
1.1 Classification botanique.....	5
1.2 Origine et historique .....	6
1.3 Description morphologique.....	6
1.4 Exigences climatiques et édaphiques.....	6
1.5 Stades phénologiques.....	7
1.6 Maladies et ennemis.....	11
1.6.1 Maladies cryptogamiques .....	11
1.6.2 Maladies virales .....	14
1.6.2.1 Virus transmis par pucerons.....	14
1.6.2.2 Virus transmis par coléoptères .....	15
1.6.3 Adventices .....	16
1.6.4 Insectes.....	17
1.6.4.1 Pucerons .....	17
1.6.4.2 Bruche de la fève.....	17
1.6.5 Nématodes.....	17
1.7 Principales régions productives dans le monde.....	18
1.8 Principales régions productives en Algérie.....	19
1.9 Production de la fève dans la région de Biskra.....	19
CHAPITRE II - PUCERON NOIR DE LA FEVE, <i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763 .....	20
2.1 Position taxonomique .....	20
2.2 Description du puceron.....	20
2.2.1 Forme aptère .....	20
2.2.2 Forme ailée .....	21
2.3 Plantes hôtes.....	21
2.4 Cycle biologique .....	21
2.5 Dégâts .....	22

CHAPITRE III - RESISTANCE DES PLANTES.....	23
3.1 Définition .....	23
3.2 Différents types de résistance .....	23
3.2.1 Résistance verticale.....	23
3.2.2 Résistance horizontale.....	23
3.3 Niveau de résistance .....	24
3.4 Origine de la résistance.....	24
3.4.1 Résistance préformée .....	24
3.4.2 Résistance induite.....	25
3.5 Mécanismes de la résistance .....	27
CHAPITRE I- MATERIEL ET METHODES .....	28
1.1 Matériel .....	28
1.1.1 Matériel végétal.....	28
1.1.2 Matériel animal.....	28
1.2 Méthodologie.....	30
1.2.1 Évaluation de la résistance en plein champ .....	30
1.2.1.1 Mise en place de la culture.....	30
1.2.1.2 Infestation des plants.....	30
Les chiffres correspondent aux codes attribués aux différents cultivars.....	31
1.2.1.3 Niveau de résistance .....	31
1.2.2 Relation entre le niveau de résistance des cultivars et leur aspect morphologique.....	32
1.2.2.1 Mise en place de la culture.....	32
1.2.2.2 Mesure des caractères morphologiques.....	32
1.2.3 Analyse des données.....	33
CHAPITRE II- RESULTATS .....	34
2.1 Évaluation de la résistance.....	34
2.2 Relation entre le niveau de résistance et l'aspect morphologique des cultivars	34
CHAPITRE III - DISCUSSIONS .....	37
Conclusion générale .....	36
Références bibliographiques	

## LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES, ET TABLEAUX

<b>Figure 1</b> : Symptômes de quelques maladies cryptogamiques sur la fève .....	11
<b>Figure 2</b> : Symptômes de quelques virus sur la fève et l'orobanche .....	13
<b>Figure 3</b> : Orobanche .....	13
<b>Figure 4</b> : (A et B) La forme aptère et ailée d' <i>Aphis fabae</i> Scopoli .....	25
<b>Figure 5</b> : Serre d'élevage .....	25
<b>Figure 6</b> : Disposition des différents cultivars en plein champ .....	26
<b>Figure 7</b> : Stade trois feuilles de la fève .....	27
<b>Figure 8</b> : Disposition de quatre cultivars en plein champ .....	28
<b>Figure 9</b> : Quelques caractères morphologiques des cultivars de fève mesurés ....	29
<b>Tableau 1</b> : Stade phénologiques de la fève .....	6
<b>Tableau 2</b> : Quelques régions productives de fève dans le monde pour l'année 2005 .....	14
<b>Tableau 3</b> : Quelques régions productives de fève en Algérie .....	15
<b>Tableau 4</b> : Production de la fève dans la wilaya de Biskra .....	16
<b>Tableau 5</b> : Codes et origines des différents cultivars de fève testés .....	24
<b>Tableau 6</b> : Répartition des cultivars durant les trois comptages (10, 20, et 30 jours après infestation) .....	30
<b>Tableau 7</b> : Caractéristiques morphologiques et agronomiques des cultivars résistants et très sensibles .....	31
<b>Tableau 8</b> : Relation entre le niveau de la résistance et les aspects morphologiques des cultivars résistants (CR) et très sensibles (CTS) durant les trois comptages .....	32

# **INTRODUCTION**

## INTRODUCTION

En 2005, les pays méditerranéens ont produit 1 093 000 tonnes de fèves, soit le ¼ de la production mondiale. La Chine, avec 1 800 000 tonnes est considérée comme le premier producteur mondial. L'Algérie, avec 27 000 tonnes occupe le 17<sup>ème</sup> rang au niveau mondial et le 6<sup>ème</sup> rang au niveau continental devancée par l'Éthiopie (516 000 tonnes), l'Égypte (350 000 tonnes), le Soudan (112 000 tonnes), le Maroc (73 000 tonnes) et la Tunisie (45 000 tonnes) (Giove et Abis, 2007).

En Algérie, la culture de la fève *Vicia faba* L. est pratiquée surtout dans les plaines côtières et de l'intérieure. Une superficie de 58 000 ha est réservée à cette culture et dont 50 % de celle-ci est répartie entre Tlemcen, Chlef, Skikda, Ain Témouchent et Biskra (Maatougui, 1996).

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

En plus des contraintes abiotiques (froid, gelées, chaleurs et salinité), les fèves sont exposées aux effets néfastes des adventices, des maladies fongiques et virales, des nématodes et enfin des insectes (Maatougui, 1996).

Parmi les insectes inféodés à la fève, les pucerons occupent une place très particulière. En effet, Fouarge (1990) a noté que les particularités biologiques et éthologiques de ces aphides, notamment leur potentiel biotique prodigieux et leur extraordinaire adaptation à l'exploitation maximale du milieu par leur polymorphisme, en font les déprédateurs majeurs des cultures. A titre d'exemple, Way et Banks (1967) cités par Dixon (1998) ont mentionné qu'un hectare de haricot vert peut produire 4 milliards d'*Aphis fabae* ailés soit l'équivalent de la masse d'un éléphant. De plus ces pucerons ont la capacité de se propager à grande échelle par l'intermédiaire des ailés, colonisant d'autres cultures. De ce fait ils échappent aux effets des parasites et des prédateurs. Toutes ces caractéristiques biologiques ont fait que les entomologistes leur ont accordé beaucoup d'importance.

Sur le plan des dégâts, les pucerons sont considérés aujourd'hui parmi les insectes ravageurs les plus importants induisant des pertes économiques notables. Ils provoquent des dommages de deux types. Les dégâts directs correspondent à de multitudes prises de nourriture, ce qui engendre un affaiblissement de la plante, l'avortement des fleurs, l'enroulement et la chute des feuilles réduisant la surface photosynthétique et le dessèchement des pousses (Delorme, 1997). Les ravages indirects interviennent d'une part par l'installation de champignons affines de *Fumago* spp., désignée par le concept fumagine, sur la couche de miellat expulsé par les pucerons et d'autre part par la transmission de phytovirus.

Leclant (1982) estime que les pucerons occupent un rôle de premier plan dans la dissémination des maladies à virus tant par le nombre de virus qu'ils sont susceptibles de transmettre que par le nombre d'espèces impliquées.

D'après Lecoq (1996 a) les pucerons possèdent de nombreuses caractéristiques morphologiques et biologiques qui en font des vecteurs de virus redoutables. Le même auteur ajoute que l'alimentation des pucerons s'effectue par l'intermédiaire de pièces buccales leur permettant de piquer et d'atteindre les tissus des feuilles. D'après Lecoq (1996 b) c'est par ces petites blessures ainsi formées que les virus pourront être prélevés ou introduits dans les plantes.

En Algérie Oufroukh (1997) attribue la présence du Bean Leaf Roll Virus (BLRV) et du Faba Bean Necrotic Yellow Virus (FBYNV) sur la fève à l'activité des pucerons.

Sur la fève, le puceron noir de la luzerne *A. craccivora* Koch et le puceron noir de la fève *A. fabae* Scopoli, sont les espèces qui menacent le plus cette culture. Klingauf (1982) a mentionné que ces deux espèces aphidiennes montrent des préférences climatiques différentes. Dans les régions froides, c'est *A. fabae* qui domine, alors que dans les régions tempérées d'Europe et d'Asie (Jordanie, Syrie) les deux espèces se rencontrent parfois dans des colonies mixtes. Sous les climats chauds et secs (Bahrain, Oman) *A. craccivora* devient plus dominant. Steinmann (1985) cité par Weigand et Bishara (1991) a mentionné également qu'en Tunisie, les fortes infestations d'*A. fabae* surviennent dans le Nord, celles d'*A. craccivora* uniquement au niveau des Oasis du Sud, tandis qu'au Maroc, les espèces sont concentrées dans toutes les régions, avec une nette dominance d'*A. craccivora*, qui infestait 71% des champs.

La lutte chimique contre les pucerons pose souvent des problèmes du fait que ces insectes se fixent généralement à la face inférieure des feuilles et qu'ils sont difficiles à atteindre par les traitements. Par ailleurs, des cas de résistance aux aphicides sont de plus en plus fréquents (Sauvion, 1995).

L'utilisation de variétés résistantes apparaît aujourd'hui comme l'une des composantes majeures de la stratégie de lutte intégrée. Ce moyen de lutte est à la fois le mieux adopté par les agriculteurs et le plus efficace. En plus, il intervient dans la réduction de l'impact négatif des pesticides sur la santé humaine et sur l'environnement (Sauvion, 1995; Schotzko et Bosque-Pérez, 2000; Sharma, 2001; Qubbaj *et al.*, 2005; Aubertot et Savary, 2006). Pour toutes ces vertus, plusieurs auteurs entre autre 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 dans le cadre de la protection et de l'amélioration des plantes.

La résistance des plantes cultivées aux attaques des insectes est définie par Painter (1951) cité par Bakheta et Chander (1997) comme étant l'aptitude d'une plante à s'opposer aux effets dépressifs d'une attaque de la part d'un agent pathogène ou d'un déprédateur en limitant son attractivité, son développement ou sa multiplication.

À travers le monde cette résistance a fait l'objet de plusieurs travaux. Parmi ceux-ci il est intéressant de citer l'étude de Bintcliffe et Wratten (1982) sur la résistance de certains cultivars de la pomme de terre à *Myzus persicae*, celle de Bouffard (1996) sur la résistance par antibiose de la pomme de terre, de la féverole et du chou chinois à *M. persicae* et *Aulacorthum solani*. En Egypte, la recherche des variétés de fève résistantes à *A. 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 zones arides (ICARDA), a évalué au bout 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 à *A. craccivora* (EL Defraoui *et al.*, 1991).

En matière de semence de fève, l'Algérie possède un matériel végétal local non négligeable. A titre d'exemple dans la région de Biskra qui couvre plus de 70 % des besoins nationaux en fève fraîche (Hamadache et Oufroukh, 1994), chaque agriculteur détient sa propre semence qu'il sélectionne à partir des plants vigoureux de la récolte précédente.

Pour mettre en valeur ces ressources phylogénétiques locales, 15 cultivars de fève sont collectés à partir de Biskra et Batna afin de réaliser cet essai.

L'objectif essentiel de cette étude est d'évaluer le niveau de résistance de ce matériel végétal collecté au puceron noir de la fève *A. fabae* Scopoli. Un objectif complémentaire est réservé pour sortir une relation possible entre le niveau de résistance et l'aspect morphologique des cultivars.

Dans un premier temps l'ensemble des cultivars (15 provenances) de fève collectés sont cultivés en plein champs pour une évaluation de leur niveau de résistance à ce puceron. Les cultivars (1, 4, 11 et 12), ont fait l'objet d'un deuxième essai en plein champ aussi pour faire la relation entre les caractères morphologiques et le niveau de résistance des cultivars.

L'étude comprend trois parties, dans la première, on traite l'aspect matériel végétal et animal ainsi que les différentes méthodes appliquées sont présentés. Dans le deuxième chapitre, il est présenté l'ensemble des résultats obtenus en plein champ. Le troisième chapitre comporte les discussions des résultats obtenus.

**PARTIE 1**  
**BIBLIOGRAPHIE**

# CHAPITRE I

## GÉNÉRALITÉS SUR LA FÈVE

Dans ce chapitre nous présentons les données bibliographiques sur la fève.

### 1.1 Classification botanique

D'après Leroy (1982), la fève possède la position systématique suivante :

**Embranchement** : Spermaphytes

**Sous embranchement** : Angiospermes

**Classe** : *Dicotyledonae*

**Sous classe** : *Rosidae*

**Ordre** : Rosales

**Famille** : *Fabaceae*

**Sous famille** : Papillionoidées

**Genre** : *Vicia*

**Espèce** : *Vicia faba* L.

## 1.2 Origine et historique

La fève, *vicia faba* aurait été cultivée dès la fin du néolithique. Originaires du Moyen-Orient, cette plante aurait été disséminée d'abord vers le littoral méditerranéen puis vers l'Afrique de l'Est et l'Inde. Avec le pois et la lentille, la fève a constitué durant toute l'Antiquité et le Moyen-âge, une base alimentaire importante jusqu'au développement de l'haricot et de la pomme de terre (Hulle *et al.*, 1999). Tandis qu'El - Defrawi *et al.* (1991) ont mentionné que l'origine de la fève est le centre de l'Ouest de l'Asie.

## 1.3 Description morphologique

C'est une plante annuelle formant une forte touffe de tiges érigées de 60 à 80cm de hauteur, garnies de feuilles composées de couleur gris vert. Fleurs blanches suivies de gousses volumineuses plus au moins dressées, vertes pendant leur formation, ensuite elles deviennent noires à la maturité. Suivant les variétés, elles contiennent 4 à 8 grains qui sont consommés crus ou cuits à différents stades de leur développement (Martinot *et al.*, 2001).

**A- Graines :** Grandes, aplaties, en forme de rognon, de couleurs verte ou jaunâtre, plus ou moins grosses suivant les variétés (Martinot *et al.*, 2001).

**B- Les tiges :** quadrangulaires, atteignant 60cm à 1m de haut (Chaumier, 1995).

**C- Les feuilles :** Glauques, composées de 2 à 6 folioles (Chaumier, 1995).

## 1.4 Exigences climatiques et édaphiques

La fève supporte sans dommage des gelées de – 3 à – 4 °C. Les fortes chaleurs lui sont néfastes. Elle n'est donc jamais cultivée en plein été (Chaux, 1972).

La fève se cultive dans les régions tempérées et subtropicales comme une culture d'hiver, et comme une culture de haute altitude sous les tropiques. Elle

ne convient pas aux basses terres tropicales, où elle fleurit mais ne produit en général pas de gousses. Une température quotidienne moyenne aux alentours de 13°C est optimale pour sa croissance. La fève préfère les sols bien drainés, presque neutres (pH de 6,5 à 7,5), à fertilité moyenne. Elle ne tolère pratiquement pas l'asphyxie ou la sécheresse (Jarso et Keneni, 2006).

### 1.5 Stades phénologiques

**Tableau1** : Stades phénologiques de la fève (MEIER, 1997 CITÉ PAR UPOV, 2003).

Code	Définition
<b>Stade principal 0 : germination</b>	
00	graine sèche
01	début de l'imbibition de la graine
03	imbibition complète
05	la radicule sort de la graine
07	la jeune pousse sort de la graine (apparition de la plumule)
08	la jeune pousse se dirige vers la surface du sol
09	la jeune pousse perce la surface du sol
<b>Stade principal 1 : développement des feuilles <sup>1</sup></b>	
10	2 feuilles écailleuses visibles
11	première feuille étalée
12	2 feuilles étalées
13	3 feuilles étalées
1.	et ainsi de suite...

19	9 ou davantage des feuilles étalées
<b>Stade principal 2 : formation des pousses latérales</b>	
20	pas de pousses latérales
21	début de développement de pousses latérales : première pousse latérale discernable
22	deux pousses latérales discernables
23	trois pousses latérales discernables
2.	et ainsi de suite...
29	fin de développement des pousses latérales, 9 ou davantage de pousses latérales
<b>Stade principal 3 : élongation de la tige principale</b>	
30	début de l'élongation de la tige principale
31	l'élongation du premier entre-nœud est visible <sup>2</sup>
32	2 entre-nœuds visibles
33	3 entre-nœuds visibles
3.	et ainsi de suite ...
39	9 ou davantage d'entre-nœuds visibles
<b>Stade principal 5 : apparition de l'inflorescence</b>	
50	les boutons floraux sont formés mais toujours enveloppés par des feuilles
51	les premiers boutons floraux sont visibles et ne sont plus enveloppés par des feuilles
55	les premiers boutons floraux sont individuellement visible, toujours fermés mais dégagés des feuilles
59	les premiers pétales et de nombreux boutons floraux individuels

toujours fermés sont visibles	
<b>Stade principal 6 : la floraison</b>	
60	les premières fleurs sont ouvertes
61	les fleurs de la première grappe sont ouvertes
63	les fleurs sont ouvertes sur 3 grappes par plante
65	pleine floraison : les fleurs sont ouvertes sur 5 grappes par plante
67	la floraison s'achève
69	fin de la floraison
<b>Stade principal 8 : maturation des fruits et graines</b>	
80	début de la maturation : les graines sont vertes et remplissent la cavité de la gousse
81	10% des gousses sont à maturité, les graines sont sèches et dures
82	20% des gousses sont à maturité et de couleur foncée, les graines sont sèches et dures
83	30% des gousses sont à maturité et de couleur foncée, les graines sont sèches et dures
84	40% des gousses sont à maturité et de couleur foncée, les graines sont sèches et dures
85	50% des gousses sont à maturité et de couleur foncée, les graines sont sèches et dures
86	60% des gousses sont à maturité et de couleur foncée, les graines sont sèches et dures
87	70% des gousses sont à maturité et de couleur foncée, les graines sont sèches et dures
88	80% des gousses sont à maturité et de couleur foncée, les graines

sont sèches et dures

90 maturation complète: presque toutes les gousses sont foncées, les graines sont sèches et dures

**Stade principal 9 : sénescence**

93 la tige devient plus foncée

95 50% de la tige est brune et noir

97 plante desséchée et morte

99 produit après récolte

<sup>1</sup> .l'élongation de la tige principale peut intervenir avant le stade 19, dans ce cas continuez avec le stade de développement principale 3.

<sup>2</sup> .le premier entre-nœud se situe entre le nœud de la feuille écailleuse et le nœud de la première vraie feuille.

## **1.6 Maladies et ennemis**

### **1.6.1 Maladies cryptogamiques**

Les maladies fongiques les plus importantes de la fève sont la maladie des tâches chocolat (*Botrytis fabae* et *Botrytis cinerea*), la rouille (*Uromyces viciae-fabae*), et la pourriture noire des racines (*Fusarium* spp.). Il a été signalé que la maladie des taches chocolat et la rouille sont la cause d'au moins 50% de pertes de rendement en Egypte (Jarso et Keneni, 2006).

#### **A- Anthracnose**

Cette maladie est provoquée par *Ascochyta fabae*, *Ascochyta rabiei*, sur les feuilles apparaissent des tâches oblongues, brunes à centre clair, pouvant confluer et ainsi provoquer des nécroses importantes. Les symptômes sur gousses se caractérisent par des tâches nécrotiques arrondies, cernées de brun pourpre. Cette grave maladie est transmissible par la semence. Elle peut se conserver sur les débris après culture (Figure 1a) (Moreau et Leteinturier, 1997).

#### **B- Tâches chocolat**

Agent causal de la maladie dite tâches chocolat est le *Botrytis fabae*, elle est assez fréquente en culture de fève, on observe sur feuilles de nombreux petits points nécrotiques. Également, formation de lésions plus importantes, couleur chocolat, parfois confluentes. Les gousses peuvent également être atteintes. Cette maladie peut provoquer une chute partielle du feuillage. Elle sévit en conditions douces et humides (Figure 1b) (Moreau et Leteinturier, 1997).

### **C- Mildiou**

Le mildiou de la fève est causé par *Peronospora sp*, en culture de fève, il se caractérise par une décoloration jaunâtre des feuilles à la face supérieure. On observe à la face inférieure un feutrage gris-violacé (Figure 1c) (Moreau et Leteinturier, 1997).

### **D- Pourriture blanche**

Cette maladie est provoquée par *Sclerotinia trifoliorum*, les plantes attaquées au collet par ce champignon, se décomposent localement. On observe un feutrage mycélien blanc et des sclérotés noirs, assez gros. La maladie sévit en conditions d'humidité persistante (Moreau et Leteinturier, 1997).

### **E- Pourriture grise**

La pourriture grise est causée par *Botrytis cinerea*, cette maladie s'installe sur des tissus sénescents (pétales, feuilles) à la faveur d'une humidité persistante (Moreau et Leteinturier, 1997).

### **F- Rouille**

Cette maladie est causée par *Uromyces viciae-fabae*. En culture de fève, sur feuilles, des nombreuses pustules prennent la couleur rouille. Visibles sur les deux faces de la feuille. Cette maladie est d'apparition généralement tardive, lorsque la température est 20 °C. Elle est considérée comme peu dommageable pour la production de gousses fraîches, sauf dans les pays méditerranéens (Figure 1d) (Moreau et Leteinturier, 1997).



**a- Anthracnose**



**b- Tâches chocolat**



**c- Mildiou**



**d- Rouille**

**c- Mildiou**

**d- Rouille**

**Figure1** : Symptômes de quelques maladies cryptogamiques sur fève (BIRNIH ET AL., 1984, CITÉS PAR TIFRENT, 2009)

## 1.6.2 Maladies virales

### 1.6.2.1 Virus transmis par pucerons

- **Selon le mode non persistant**

Dont :

- ***Bean Yellow Mosaic Virus (BYMV)*** attaque la fève. Sur laquelle il provoque des symptômes de mosaïque faible (Figure 2a et 2b) (Messiaen *et al.*, 1991).

- ***Broad Bean Wilt Virus (BBWV)*** encore mal connu, transmis par *Myzus persicae* provoque une nécrose apicale chez la fève (Messiaen *et al.*, 1991).

- **Selon le mode persistant :**

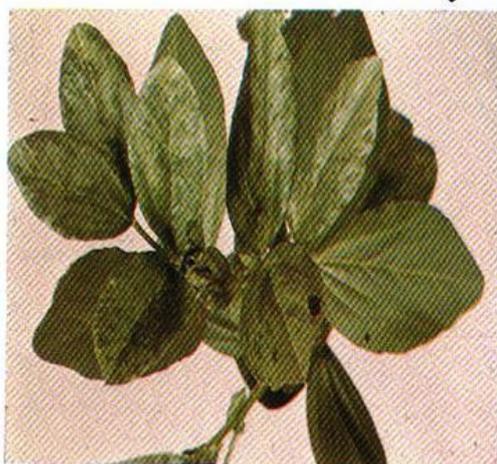
Ce sont les virus les plus graves de la fève.

- ***Bean Leaf Roll Virus (BLRV)*** cet agent est responsable de la jaunisse apicale du pois, ce virus attaque le pois et la fève. L'extrémité de la plante s'arrête de croître et prend une teinte jaune, la chlorose progresse de haut en bas et la nouaison ou le grossissement des gousses sont arrêtés (Figure 2c) (Messiaen *et al.*, 1991).

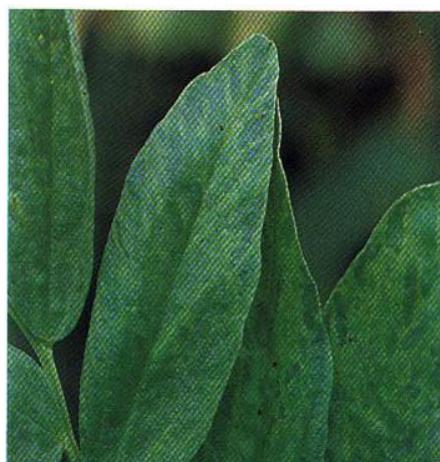
- ***Pea Enation Mosaic Virus (PEMV)*** la maladie attaque le pois et la fève. Elle provoque tout d'abord un éclaircissement des nervures, puis une distorsion des organes en voie de croissance, accompagnée de l'apparition de taches translucides le long des nervures, et d'excroissances en forme de lames (les énaitions) sous les stipules et les folioles (Messiaen *et al.*, 1991).

### 1.6.2.2 Virus transmis par coléoptères

Ils sont importants chez la fève (transmis par *Apion vorax* et *Sitona spp.*). On a décrit deux comovirus : *Broad Bean Stain Virus* qui, en plus d'une mosaïque sur le feuillage provoque sur les graines des sinueux brun clair brun foncé, et (*Broad Bean True Mosaic Virus*), dont les symptômes sont seulement foliaires (Messiaen *et al.*, 1991).



a- BYMV



b- BBWV



c- BLRV

**Figure 2** : Symptômes de quelques maladies virales sur fève (BIRNIH ET AL., 1984  
CITÉS PAR TIFFRENT, 2009)

### 1.6.3 Adventices

Les mauvaises herbes peuvent réduire considérablement le rendement de la culture particulièrement dans le cas de semis précoce et en année pluvieuse.

Dans les pays méditerranéens, les fèves peuvent subir de très importants dégâts dus à l'orobanche (plante parasite) (Figure 3) (Messiaen *et al.*, 1991).

En Europe, au Proche-Orient et en Afrique du Nord, la plante parasite (*Orobanche crenata*) pose un problème très sérieux (Jarso et Keneni, 2006).



**Figure 3 :** Orobanche (BIRNIH ET AL., 1984 CITÉS PAR TIFFRENT, 2009).

## **1.6.4 Insectes**

### **1.6.4.1 Pucerons**

Les pucerons (*Aphis craccivora*, *Aphis fabae* et *Acyrtosiphon pisum*) sont les principaux insectes ravageurs de la fève (Jarso et Keneni, 2006).

#### **A- *Acyrtosiphon pisum***

Le puceron vert du pois est surtout localisé sur les feuilles. Il est moins envahissant et apparaît généralement plus tardivement. C'est l'un des agents vecteurs de viroses (Moreau et Leteinturier, 1997).

#### **B- *Megouria viciae***

Puceron de la vesce, c'est un grand puceron vert aux extrémités noires, ce puceron colonise les Fabacées et plus particulièrement la fève, cette espèce n'est pas considérée comme un ravageur important. Elle peut cependant transmettre le virus de la Mosaïque énation du pois (PEMV) (Figure 3b) (Hulle *et al.*, 1999).

### **1.6.4.2 Bruche de la fève**

La ponte a lieu sur les jeunes gousses lorsque la température atteint 19 à 20 °C. Les larves pénètrent dans les grains. Les adultes sortent des gousses avant la récolte (Moreau et Leteinturier, 1997).

## **1.6.5 Nématodes**

**A- *Heterodera gottingiana***, semble être le nématode le plus important du pois et de la fève. Il exerce un effet nocif direct sur les racines (nanisme, ramification excessive), et sensibilise aux agents de nécrose (Messiaen *et al.*, 1991).

**B-** Les nématodes à galles (*Meloidogyne* spp.), le nématode de la tige (*Ditylenchus dipsaci*) et les nématodes des lésions de racines (*Pratylenchus* spp.) affectent également la fève (Jarso et Keneni, 2006).

### 1.7 Principales régions productives dans le monde

Un quart de la production mondiale de fèves était tirée des pays méditerranéens en 2005, soit un total de 1 093 000 tonnes. La France (9%) et l’Egypte (8%) sont parmi les 5 premiers producteurs mondiaux, devancés par la Chine (41%) et l’Ethiopie (12%) (Tableau 2) (Giove et Abis, 2007).

**Tableau 2** : Quelques régions productives de la fève dans le monde, pour l’année 2005 (GIOVE ET ABIS, 2007).

<b>Pays</b>	<b>Quantité de production (1000 tonnes)</b>	<b>Pourcentage (%)</b>
<b>Monde</b>	<b>4 342</b>	<b>100%</b>
<b>Méditerranée</b>	<b>1 093</b>	<b>25%</b>
<b>Chine</b>	1 800	41%
<b>Éthiopie</b>	516	12%
<b>France</b>	372	9%
<b>Egypte</b>	350	8%
<b>Australie</b>	329	8%
<b>UK</b>	130	3%
<b>Soudan</b>	112	3%
<b>Italie</b>	87	2%
<b>Maroc</b>	73	2%
<b>Allemagne</b>	60	1%
<b>Pérou</b>	53	1%
<b>Tunisie</b>	45	1%
<b>Iran</b>	44	1%
<b>Syrie</b>	34	1%
<b>Fédération Russe</b>	33	1%
<b>Turquie</b>	28	1%
<b>Algérie</b>	27	1%
<b>Espagne</b>	25	1%

## 1.8 Principales régions productives en Algérie

Le classement des régions les plus productives de fève en Algérie est établi suivant l'importance de la superficie réservée à cette culture (Tableau 3).

**TABLEAU 3** : QUELQUES RÉGIONS PRODUCTIVES DE FÈVE EN ALGÉRIE (MAATOUGUI, 1996).

<b>Wilayas</b>	<b>Superficie cultivée en %</b>
Tlemcen	15,51 %
Chlef	9,59 %
Skikda	8,80 %
Ain-Temouchent	7,74 %
Biskra	7,40 %

## 1.9 Production de la fève dans la région de Biskra

La région de Biskra couvre à peu près 70% des besoins nationaux en fève vert et sa production arrive tôt sur les marchés du Nord dès le mois de décembre (Tableau 4) (Hamadache et Oufroukh, 1994).

**TABLEAU 4** : PRODUCTION DE LA FÈVE VERTE DANS LA WILAYA DE BISKRA (D. S. A. BISKRA, 2009).

<b>Compagne agricole</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Production (Qx)</b>
1999/2000	3063	253 150
2000/2001	3060	391 190
2001/2002	3090	395 520
2002/2003	3713	499 565
2003/2004	2962	248 990
2004/2005	2920	271 932
2007/2008	2656	313 095

## CHAPITRE II

### PUCERON NOIR DE LA FEVE, *Aphis fabae* Scopoli, 1763

#### 2.1 Position taxonomique

La position taxonomique du puceron noir de la fève est comme suit :

<b>Super/ordre :</b>	Hemipteroïdes
<b>Ordre :</b>	Homoptères
<b>Sous ordre :</b>	<i>Aphidinea</i>
<b>Super-Famille :</b>	<i>Aphidoidea</i>
<b>Famille :</b>	<i>Aphididae</i>
<b>Sous famille :</b>	<i>Aphidinae</i>
<b>Tribu :</b>	<i>Aphidini</i>
<b>Genre :</b>	<i>Aphis</i>
<b>Espèce :</b>	<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763 (Van-Harten <i>et al.</i> , 1994).

#### 2.2 Description du puceron

##### 2.2.1 Forme aptère

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

### **2.2.2 Forme ailée**

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

### **2.3 Plantes hôtes**

Ce puceron est très polyphage. Il peut vivre sur plus de 200 plantes hôtes. Les hôtes primaires sont principalement des arbustes : Fusain d'Europe (*Euonymus europaeus*), la boule de neige (*Viburnum opulus*) et seringat (*Philadelphus coronarius*). Ses plantes hôtes secondaires peuvent appartenir aux Fabacées, Chénopodiacées, Astéracées, Brassicacées, Solanacées, ainsi que diverses cultures florales et ornementales (Hullé *et al.*, 1999).

### **2.4 Cycle biologique**

Le puceron noir de la fève est dœcique (Le Bohec *et al.*, 1981; Hullé *et al.*, 1999). Il alterne son développement entre son hôte primaire, en général le Fusain, et ses hôtes secondaires, des plantes herbacées appartenant à de très nombreuses familles botaniques. Dès le mois de mars, après l'éclosion des œufs d'hiver, plusieurs générations parthénogénétiques se développent sur l'hôte primaire. La proportion d'ailés augmente alors au sein des colonies. Les premiers ailés s'observent au cours du mois d'avril. Ces individus seront à l'origine de colonies en manchons parfois très denses sur les plantes hôtes secondaires sauvages et cultivées. Les ailés impliqués dans la reproduction sexuée apparaissent à l'automne et regagnent l'hôte primaire. La fécondation et la ponte intervenant au courant du mois d'octobre. La reproduction sexuée n'est pas toujours obligatoire chez ce puceron. Dans les régions à climat doux, des populations peuvent de maintenir tout

l'hiver sur des hôtes secondaires en continuant à se multiplier par parthénogenèse (Hullé *et al.*, 1999).

## **2.5 Dégâts**

La présence de milliers d'individus sur une même plante peut causer des dégâts importants. La croissance de la plante s'en trouve altérée et les fleurs avortent sous l'effet de la salive. La production du miellat provoque aussi des brûlures sur le feuillage et favorisent le développement de la fumagine (Hullé *et al.*, 1999). De plus, le puceron noir de la fève peut transmettre plus de 30 virus pathogènes (Blackman et Eastop, 2007).

## CHAPITRE III

### RESISTANCE DES PLANTES

#### 3.1 Définition

La résistance des plantes a été identifiée comme un élément important de la lutte intégrée (integrated pest management IPM) en agriculture et en foresterie (Coyle *et al.*, 2002). Elle peut activement contribuer à la lutte contre les aphides (Sauge *et al.*, 1998).

De sa part, Smith (2005) a défini la résistance des plantes aux insectes comme étant l'ensemble de qualités génotypiques que possède un cultivar et qui agissent de telle sorte que ce dernier soit moins endommagé comparativement à un autre ne possédant pas ces qualités.

#### 3.2 Différents types de résistance

##### 3.2.1 Résistance verticale

La résistance verticale ou spécifique est définie comme étant une résistance totale d'un végétal à certaines souches du ravageur mais il reste sensible à d'autres (Seilleur, 1989). Si cette résistance est spécifique à une seule souche ou race du ravageur, elle est désignée dans ce cas par la résistance race-spécifique (Cuartero *et al.*, 1999).

##### 3.2.2 Résistance horizontale

Si le cultivar est doté d'une résistance de type horizontale, il conservera dans ce cas le même niveau de résistance à l'égard de l'ensemble des biotypes d'un agent pathogène ou d'un ravageur déterminé (Seilleur, 1989). Ce type est désigné également par la résistance non-race-spécifique (Cuartero *et al.*, 1999).

### 3.3 Niveau de résistance

La résistance d'une plante à un parasite se manifeste par différents phénomènes :

- *Immunité* : parasite ne pénètre pas ou ne laisse aucune trace ;
- *Hypersensibilité* : le ravageur pénètre ou s'alimente mais ne se développe pas ;
- *Résistance partielle* : elle se manifeste de façons diverses: pénétration ou alimentation difficile du parasite, développement lent, multiplication ralentie, dispersion retardée ;
- *Tolérance* : le bio-agresseur se développe et se multiplie, mais la productivité de la plante en est peu affectée (Maciejewski, 1991).

### 3.4 Origine de la résistance

Les systèmes de résistance des plantes aux attaques des bio-agresseurs sont séparés en 2 groupes selon la période d'investissement des ressources d'énergie dans la défense.

#### 3.4.1 Résistance préformée

Dans ce cas, les ressources sont investies dans la défense avant les attaques des ravageurs. Les métabolites secondaires et les structures histologiques interviennent souvent dans la résistance préformée. Les systèmes de résistance préformée représentent la première ligne de résistance à l'égard du ravageur lorsqu'il attaque la plante (Lieutier, 2004). Selon le besoin pour l'activation, 2 types de défenses préformées peuvent être distinguées (Karban et Balwin, 1997 cités par Lieutier, 2004) :

- Lorsque les structures défensives sont actives au même niveau qu'avant et après l'attaque, elles correspondent à une résistance (ou une défense) *constitutive*.
- Lorsque les structures défensives ont besoin d'être activées pour intervenir dans la résistance, elles correspondent dans ce cas à une défense *active* ou une défense préformée induite (Lieutier, 2002).

Les défenses constitutives incluent des barrières physiques et chimiques

(Chen, 2008). Parmi les défenses constitutives morphologiques, il y a lieu de citer la cire de la cuticule, qui forme un obstacle qui empêche l'insecte d'atteindre la sève. Les parois épidermiques épaisses et dures des cellules peuvent rendre également l'accès des pièces buccales de l'insecte aux sources d'alimentation difficile ou impossible. La couleur, la forme et les poils des tiges et des feuilles des plantes sont aussi des caractères morphologiques des plantes qui peuvent interférer et modifier le comportement des insectes (Cuartero *et al.*, 1999).

Les grains de légumes sont souvent protégés par une accumulation de composants anti-nutritionnels qui persistent jusqu'à la germination (Stamopoulos, 1987 cité par Edwards et Singh, 2006).

### **3.4.2 Résistance induite**

Les changements produits dans les plantes après des dégâts ou un stress sont des *réponses induites* (Karban et Baldwin, 1997 cités par Cornelissen *et al.*, 2002). Ces changements peuvent ou ne peuvent pas affecter les herbivores et/ou les plantes qui expriment ces réponses. Les réponses induites qui diminuent les effets négatifs des attaques sur les plantes sont dites *défenses induites* (Cornelissen *et al.*, 2002).

Chez la plante, la défense induite passe par 3 étapes: surveillance, transduction du signal et la production de substances chimiques défensives (Dangl et McDowell, 2006 ; Ferry *et al.*, 2004 ; Kessler et Baldwin, 2002 ; Walling, 2000 cités par Chen, 2008). Dans la première étape, le système de surveillance de la plante détecte les attaques du parasite par une reconnaissance spécifique des signaux (Chen, 2008). Une fois que le signal a été reçu et analysé, la plante mobilise tous ses moyens pour s'opposer à l'installation et à la prise alimentaire de cet intrant.

Deux types de défense induite ont été détectés chez les plantes: défenses directes et indirectes.

Les *défenses indirectes* incluent les traits de la plante qui eux-mêmes n'affectent pas la susceptibilité des plantes hôtes, mais ils peuvent servir comme attractifs pour les ennemis des insectes attaquants (Chen, 2008). Les plantes infestées par les herbivores peuvent changer qualitativement et/ou quantitativement

leurs émissions volatiles (de Boer *et al.*, 2008). La production de substances chimiques volatiles attractives pour les prédateurs et les parasitoïdes peut être assurée par l'organe attaqué ou par la plante entière (Dicke, 1994 cité par Cuartero *et al.*, 1999). Dans le deuxième cas, les dégâts causés par les herbivores peuvent induire une émission des volatiles par les zones endommagées et non endommagées de la plante (Dicke et Sabelis, 1988 ; Dicke *et al.*, 1990 a,b ; Turlings *et al.*, 1990, 1995 ; Steinberg *et al.*, 1993 ; Agelopoulos et Keller, 1994 a,b ; McCall *et al.*, 1994 ; Röse *et al.*, 1996 ; De Moraes *et al.*, 1998 ; Du *et al.*, 1998 cités par Meiners et Hilker, 2000).

Les *défenses directes* incluent les traits des plantes qui affectent, eux-mêmes, la susceptibilité de la plante hôte vis-à-vis des attaques de l'insecte (Kessler et Baldwin, 2002 cités par Chen, 2008). Les plantes utilisent des toxines, des répulsifs ou des structures morphologiques (Karban *et al.*, 1997 ; Karban et Baldwin, 1997 ; Schoonhoven *et al.*, 1998 ; Agrawal et Rutter, 1998 ; Baldwin et Preston, 1999 ; Dicke *et al.*, 2003 cités par Hiltbold et Turlings, 2008). La résistance induite agit généralement sur le potentiel biotique du ravageur, en réduisant sa survie, son taux de croissance et sa fécondité. Les changements produits après l'induction peuvent affecter l'insecte en question et dans certains cas même les autres herbivores qui essayent de s'installer par la suite (Cornelissen *et al.*, 2002).

Les activités d'alimentation du ravageur peuvent inciter la plante à produire des volatils d'une façon très rapide et qui affectent le comportement de l'alimentation du ravageur (Karban et Myers, 1989 cités par Cuartero *et al.*, 1999). Dans d'autres cas, cette réaction est très lente et se manifeste à titre d'exemple par des changements morphologiques, tels que l'augmentation de la densité des poils (Cuartero *et al.*, 1999).

Les mécanismes induits peuvent être morphologiques ou chimiques (Cuartero *et al.*, 1999). Les défenses directes de la plante peuvent être classées comme anti-nutritionnelles et toxiques. L'anti-nutrition peut être pré-ingestion pour limiter la nourriture, et post-ingestion afin de réduire la valeur nutritionnelle pour les insectes attaquants (Chen, 2008).

Les mécanismes de défenses morphologiques et chimiques impliqués dans la résistance des plantes à leurs bio-agresseurs sont associés parfois avec une réponse hypersensitive ; un processus qui conduit à une nécrose rapide des cellules

infectées (Cuartero *et al.*, 1999). La réponse hypersensitive implique une mortalité rapide des cellules du site d'infestation, ce qui empêche la propagation de la salive de l'insecte et empêche son accession vers les sites d'alimentation (Chen, 2008). L'hypersensibilité a été observé chez les variétés de pommier résistantes au puceron lanigère *Dysaphis plantaginea* (Briggs, 1967 ; Alston et Briggs, 1970 cités par Sauge *et al.*, 1998). Chez ces variétés, la réaction hypersensitive n'empêche pas l'installation de l'aphide, mais elle a réduit son pouvoir biotique (Lyth, 1985 cité par Sauge *et al.*, 1998).

### **3.5 Les mécanismes de la résistance**

Pour résister aux agressions externes, la plante fait intervenir les mécanismes d'antibiose, d'antixénose et de tolérance. Dans le cas de l'antibiose, c'est la biologie du ravageur qui est affectée (Smith, 2005). Ce type de résistance s'exprime par une réduction de la taille, du poids et de la fécondité de l'insecte (Tolmay *et al.*, 1999). Dans le cas d'antixénose, la plante agit à distance surtout par son aspect externe (Smith, 2005) afin de réduire son attractivité à l'égard des insectes (Bosland et Ellington, 1996). En ce qui concerne le mécanisme de tolérance, il est remarqué que la plante peut croître plus ou moins normalement et cela malgré l'installation du ravageur (Smith, 2005 ; Bosland et Ellington, 1996).

En matière de semences, beaucoup d'agriculteurs au niveau des régions de l'intérieur, notamment ceux de Biskra cultivent leur propre semence, qu'ils obtiennent et sélectionnent à partir de la production précédente.

**PARTIE 2**  
**EXPERIMENTATION**  
**ET RESULTATS**

# CHAPITRE I

## MATERIEL ET METHODES

Dans ce chapitre nous allons présenter tout le matériel ainsi que les méthodes utilisées durant l'expérimentation.

### 1.1 Matériel

#### 1.1.1 Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé lors de la première étude effectué en plein champs est composé de 15 cultivars de fève *Vicia faba* major L. (Fabaceae) collecté à partir de deux localités : Biskra (10 cultivars) et Batna (05 cultivars) (tableau 5).

**Tableau 5:** Codes et origines des différents cultivars de fève testés.

Origine	Biskra	Batna
Code de cultivars	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14 et 15	4, 6, 9, 10 et 11
Total	10	05

#### 1.1.2 Matériel animal

Dans cet essai l'ensemble des cultivars de fève collecté sont infestés artificiellement par le puceron noir de la fève *A. fabae* Scopoli (figure 3), La souche de ce puceron utilisé dans ce travail a été récoltée à partir des plants de fève *Vicia faba* L. localisés au niveau de la Daïra d'El-Kantara (Biskra). L'élevage des insectes a été réalisé dans une petite serre de la station expérimentale de CRSTRA (figure 4).



**A** - Forme aptère.



**B** - Forme ailée.

**Figure 4:** (A et B) La forme aptère et ailée d'*Aphis fabae* Scopoli (Meradsi, 2009).



**Figure 5 :** Serre d'élevage.

## 1.2 Méthodologie

### 1.2.1 Évaluation de la résistance en plein champ

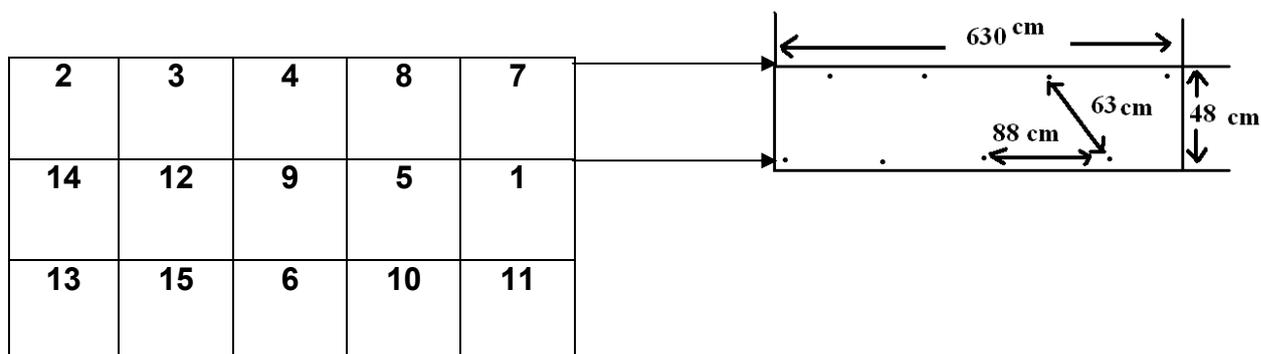
#### 1.2.1.1 Mise en place de la culture

Pour cet essai, le semis des graines de fève représentant les 15 cultivars de fève est réalisé à raison de 12 graines par cultivar. Cette opération est effectuée au sein de la station des bio-ressources d'El-Outaya (Centre de la Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides). La profondeur de semis est fixée à 5 cm. L'espacement est de 100 cm entre les lignes et 88 cm entre les plants (figure 5). La culture est conduite sans traitement insecticide et sans fertilisation. L'irrigation de la culture est assurée par l'eau du barrage de la station originaire de Manbaâ El-Ghouzelan (fontaine des gazelles).

Après la levée, quelques graines n'ont pas germés. Ainsi, les cultivars non représentés par au moins 8 plants sont retirés de l'étude (c'est le cas du cultivar 2).

#### 1.2.1.2 Infestation des plants

Sur les 15 cultivars retenus initialement, 14 cultivars ont subi une infestation artificielle par les pucerons au stade trois feuilles (**figure 6**), chaque plant a été représenté par huit plants et chaque plant a été infesté avec un adulte aptère d'*A. fabae*. Les comptages des individus au sein des colonies formées sur chaque plant sont effectués 10, 20 et 30 jours après l'infestation, pour voir d'une part les meilleurs cultivars qui résistent l'insecte et d'autre part la persistance de cette résistance avec le temps (**Meradsi, 2009 ; Lebbal, 2010**).



**Figure 6** : Disposition des différents cultivars en plein champ.

Les chiffres correspondent aux codes attribués aux différents cultivars.



**Figure 7:** Stade trois feuilles de la fève.

### 1.2.1.3 Niveau de résistance

Pour évaluer la résistance des plantes aux insectes en plein champ, plusieurs échelles ont été proposées. EL-Defrawi *et al.* (1991) dans une étude sur la résistance des cultivars de fève à *A. craccivora* ont procédé à un comptage des pucerons sur les plants 10 jours après l'infestation artificielle. Les plants sont classés selon l'échelle suivante :

- Le cultivar est considéré comme **résistant** (classe 1), si le nombre est égal ou inférieur à 5 aphides / plant.
- Le cultivar est placé comme **tolérant** (classe 2), si le nombre est compris entre 6 et 20 pucerons / plant.
- Le cultivar est classé comme **sensible** (classe 3), dans le cas où la descendance comporte entre 21 et 50 aphides /plant.
- Le cultivar est désigné comme **très sensible** (classe 4), dans le cas où le nombre compté est égale ou supérieure à 50 aphides / plant.

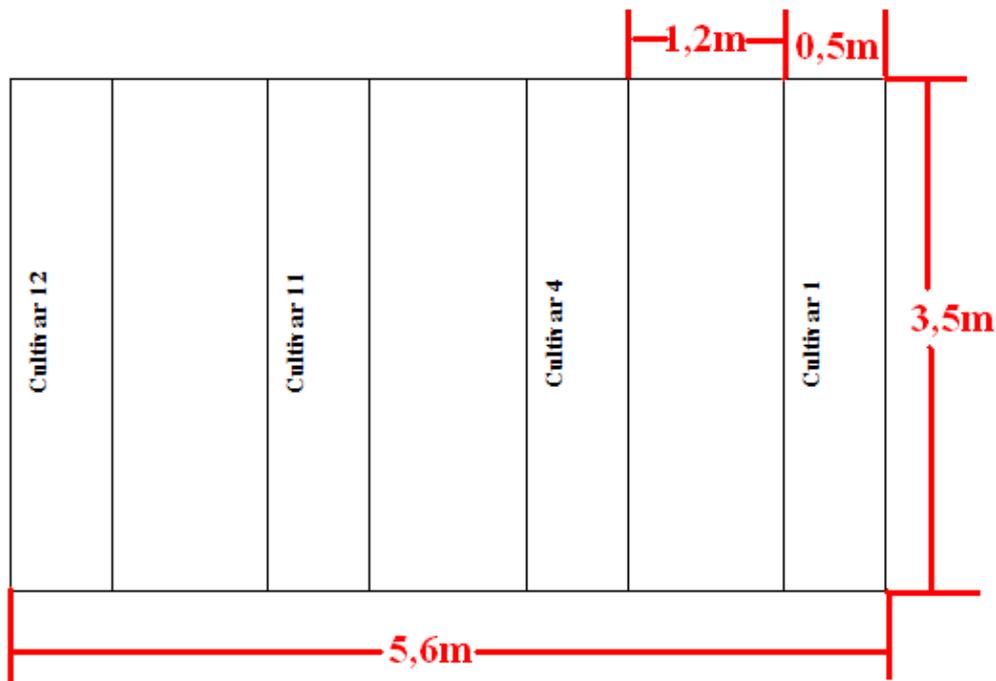
## 1.2.2 Relation entre le niveau de résistance des cultivars et leur aspect morphologique

### 1.2.2.1 Mise en place de la culture

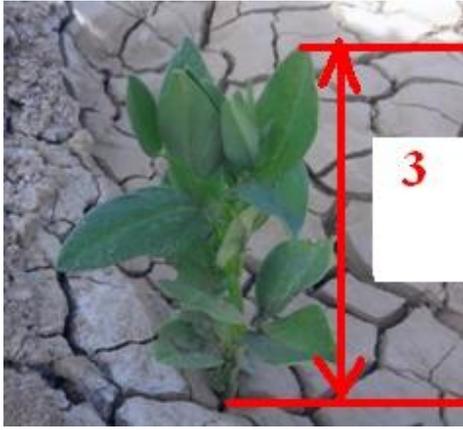
Pour la deuxième étude, le semis des graines de fève de 04 cultivars est réalisé à raison de 21 graines par cultivar. Cette opération est effectuée au sein de la station des bio-ressources d'El-Outaya (**Centre de la Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides**). La profondeur de semis est fixée à 5 cm. L'espacement est de 120cm entre les 04 lignes et 35cm entre les plants (**figure 7**).

### 1.2.2.2 Mesure des caractères morphologiques

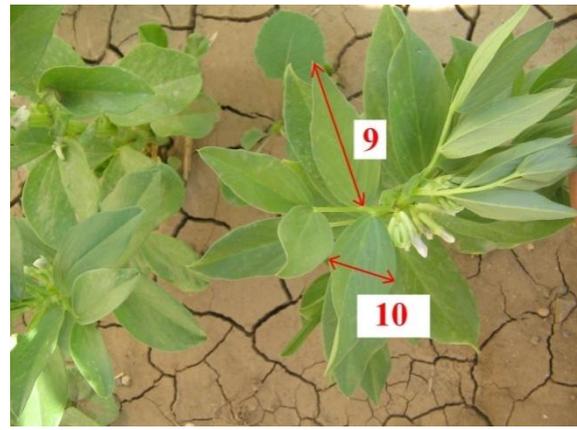
Dans le but de faire ressortir la relation entre l'aspect morphologique des cultivars et leur niveau de la résistance, une deuxième étude est réservée à la description des quelques organes des plants. Des mensurations sont effectuées sur les tiges, le feuillage des plants des cultivars résistants (1 et 12) et des cultivars très sensibles (4 et 11) (figure 8). Cette évaluation est réalisée selon les normes proposées par le guide de l'UPOV (2003).



**Figure 8** : Disposition de quatre cultivars en plein champ.



**A-** Hauteur du plant.



**B-** Longueur et largeur de la foliole.

**Figure 9:** (A, B) Quelques caractères morphologiques des cultivars de fève mesurés.

### 1.2.3 Analyse des données

Une analyse de variance au seuil de signification de 5% avec le logiciel SPSS 10.0 est effectuée dans le but de faire ressortir une relation possible entre le niveau de résistance des cultivars (résistants et très sensibles) et certains aspects morphologiques, à s'avoir : la hauteur (**3**), la longueur de la foliole (**9**) et la largeur de la foliole (**10**).

## CHAPITRE II

### RÉSULTATS

Dans ce chapitre nous présentons tous les résultats obtenus lors de l'expérimentation.

#### 2.1 Évaluation de la résistance

Au cours du 1<sup>er</sup> comptage, 09 cultivars sont classés comme résistants et dont le nombre était  $\leq$  à 5 pucerons par plant. Lors du 2<sup>ème</sup> comptage, seulement 08 cultivars sont résistants. Durant le 3<sup>ème</sup> comptage, 09 cultivars sont classés résistants (tableau 6).

**Tableau 6:** Répartition des cultivars durant les trois comptages (10, 20 et 30 jours après infestation).

Niveau de résistance	Résistant	Tolérant	Sensible	Très sensible
Comptage				
Premier	1, 5, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15.	3, 4, 6, 10, 11.	-	-
Deuxième	1, 5, 9, 10, 12, 13, 14, 15.	4, 7.	3, 8.	6, 11.
Troisième	1, 3, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 15.	7, 11.	8, 5.	4.

#### 2.2 Relation entre le niveau de résistance et l'aspect morphologique des cultivars

Sur le tableau 7, il est indiqué l'ensemble des résultats concernant les mensurations effectuées sur la tige, le feuillage, des plants représentant les quelques cultivars retenus comme résistants et très sensibles après les trois comptages.

L'analyse statistique n'a montré aucune différence significative ( $P > 0,05$ ) entre les cultivars résistants et très sensibles pour les caractères [3] et [10]. Par contre, il est remarqué une différence significative ( $F_{4,08} = 5,15$  ;  $P = 0,029$ ) dans la longueur des folioles (caractère [9]). Il est constaté que les feuilles longues caractérisent les plants des cultivars résistants (tableau 8).

**Tableau 7:** Caractéristiques morphologiques et agronomiques des cultivars résistants et très sensibles.

Plants	Cultivars											
	1			4			11			12		
	Caractéristiques morphologiques et agronomiques											
	[3]	[9]	[10]	[3]	[9]	[10]	[3]	[9]	[10]	[3]	[9]	[10]
<b>1</b>	18.5	05.5	03.9	09.9	04.5	03.6	09.7	05.5	03.7	04.4	04.4	02.5
<b>2</b>	14	04.6	03.5	11.6	04	02.2	11.3	04.4	03.2	11.1	04.9	02.3
<b>3</b>	14.7	05.2	02.6	13.1	04.1	03.3	07.4	03.9	02.6	06.1	03.4	01.6
<b>4</b>	13.1	05.8	03.3	15.3	04.5	03.5	10.2	05.3	02.8	10.3	03.5	01.9
<b>5</b>	12.4	05.3	02.4	11.5	04.7	03.2	11.3	03.6	02.7	14.1	04.7	02.6
<b>6</b>	13.7	05.6	03.7	08	03.6	02.4	11.3	04	02.9	08.9	03.8	02.3
<b>7</b>	12.1	05.7	02.7	11.3	04	02.4	09.4	04	02.6	06.3	03.6	02.6
<b>8</b>	15.3	05.9	03.4	07.6	03.9	02.8	10.4	04.3	02.8	11.4	03.3	02.5
<b>9</b>	13	05.3	02.6	07.8	03	02.3	09.7	04.8	03.3	10.3	05.1	02.4
<b>10</b>	11	05.8	03	09	03.5	01.6	09.8	04	01.9	07.3	03.4	01.7

**Légende :**

**[3]:** hauteur (cm), **[9]:** longueur de la foliole (cm), **[10]:** largeur de la foliole (cm).

**Tableau 8:** Relation entre le niveau de la résistance et les aspects morphologiques des cultivars résistants (CR) et très sensibles (CTS) durant les trois comptages.

<b>Caractère morphologique</b>	<b>Niveau de résistance</b>	<b>Moyenne ± Écart type</b>	<b>N</b>	<b>d.d.l.</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
[3] (cm)	CR	10,40 ± 3,49a	20	1 / 38	1,576	0,217
	CTS	10,28 ± 1,93a				
<b>[9] (cm)</b>	<b>CR</b>	<b>4,74 ± 0,93a</b>	<b>20</b>	<b>1 / 38</b>	<b>5,154</b>	<b>0,029</b>
	<b>CTS</b>	<b>4,18 ± 0,60b</b>				
[10] (cm)	CR	2,67 ± 0,63a	20	1 / 38	0,372	0,546
	CTS	2,79 ± 0,56a				

Les moyennes suivies par lettres différentes sont significativement différentes.

**Légende :**

**3:** hauteur (cm), **9:** longueur de la foliole (cm), **10:** largeur de la foliole (cm), N : nombre de répétitions, d.d.l.: degrés de liberté,  $v_1 = 1$ ,  $v_2 = 38$ , F : facteur calculé, P : probabilité.

### CHAPITRE III - DISCUSSIONS

La lecture des résultats obtenus lors des 3 comptages a permis de classer les cultivars de fève étudiés selon leur niveau de résistance à *A. fabae*. Parmi l'ensemble des cultivars, 06 sont résistants trois fois, alors que 03 sont très sensibles au moins une fois (tableau 6).

Des travaux similaires sont effectués par plusieurs auteurs. En 2009, Meradsi, a trouvé 19 cultivars résistants parmi les 68 cultivars testés. Lebbal (2010), lors des travaux sur la résistance de la fève vis-à-vis le puceron noir de la luzerne *A. craccivora* a sélectionné 16 cultivars résistants parmi les 62 cultivars testés. En Egypte, après 4 ans d'étude sur la résistance de 7156 cultivars de fève à *A. craccivora*, El-Defrawi *et al.* (1991) ont pu sélectionner 114 cultivars résistants. Dans un autre travail, Khelfa (2004) a pu sélectionner 6 cultivars résistants parmi les 48 cultivars collectés dans la région de Biskra.

Sur ces cultivars résistants, les pucerons installés trouvent des difficultés pour satisfaire leurs besoins vitaux. Pour cette raison, ils produisent moins d'individus comparativement à ceux élevés sur des cultivars sensibles. Effectivement, Kordan *et al.* (2008) ont remarqué que la fécondité du puceron du pois *Acyrtosiphon pisum* sur des plants de lupin résistants était comprise entre 0,1 et 0,4 larves, alors qu'elle a atteint 17,4 individus sur un cultivar sensible. Dans une autre étude, Ma *et al.* (2006) ont constaté que les femelles du puceron des épis *Sitobion avenae* ont produit moins de 300 larves sur 100 épis du cultivar résistant « KOK 1679 » contre 1400 individus sur le cultivar sensible « Lovrin 10 ».

D'après Russel (1978) cité par Khelfa (2004), les cultivars tolérants vont croître plus normalement et produire plus que les cultivars sensibles ou intolérants, quand ils sont infestés à un même degré.

Les résultats enregistrés en plein champ ne donnent qu'une estimation partielle de la résistance. Les colonies de pucerons comptées sur les plants ne correspondent pas réellement à celles émises par les femelles utilisées lors de l'infestation artificielle. D'autres paramètres, tels que l'effet de bordure, l'âge de la plante, l'attractivité du cultivar, la qualité de la semence et l'installation des insectes auxiliaires peuvent participer dans l'augmentation ou la diminution des effectifs.

Étant donné que les plants ne sont pas couverts, les individus utilisés initialement dans l'infestation artificielle des plants ou leur descendance peuvent s'installer librement sur les cultivars les plus attractifs pour participer à une infestation supplémentaire. D'éventuelles contaminations naturelles peuvent aussi avoir lieu.

En plein champs, le paramètre retenu pour l'évaluation de la résistance des cultivars et qui est basé sur l'importance des colonies aphidiennes expriment beaucoup plus la résistance par les mécanismes d'antibiotique et d'antixénotique et non pas la tolérance des plantes.

Pour ce qui concerne la semence, il est à noter qu'elle est collecté directement auprès des agriculteurs, elle n'est ni certifiée et ni purifiée. L'hétérogénéité en matière de calibre des graines semées est un autre paramètre qui peut également influencer les résultats.

La résistance des cultivars de fève peut être attribuée à ses qualités morphologiques et biochimiques. Parmi les facteurs morphologiques, il y a surtout l'épaisseur et la structure de la couche de cire qui couvre la plante.

La couleur et les dimensions du feuillage sont d'autres paramètres morphologiques qui peuvent aussi être impliquées dans cette résistance. Effectivement, les résultats présentés sur le tableau 6 ont montré que les cultivars résistants se caractérisent par des folioles longues comparativement à ceux très

sensibles. En effet, Meradsi (2009) a trouvé que les cultivars très sensibles de fève ont des feuilles larges que les cultivars résistants. Récemment, Lebbal (2010) a mentionné que les cultivars de fève soit résistants ou très sensibles ont les mêmes caractères morphologiques. De même, Tolmay *et al.* (1999) ont remarqué que les cultivars sensibles sont ceux qui présentent des feuilles étroites chez le blé.

La qualité de l'alimentation offerte par la plante à ses bio-agresseurs est un autre paramètre qui détermine leur développement, leur croissance et leur reproduction. A titre d'exemple, la composition en acides aminés des tissus végétaux superficiels peut déterminer le comportement alimentaire des pucerons. Cisneros et Godfrey (2001) cités par Khelfa (2004) ont constaté qu'il y a une corrélation positive entre l'abondance d'*Aphis gossypii* sur les plants du cotonnier et la teneur de ces plants en azote. Mustapha et Samara (1999) cités par Khelfa (2004) ont mentionné de leur part que la variété de la fève ayant mieux supportée l'infestation par *A. fabae* est celle qui renferme le plus faible taux d'azote et le taux de phosphore le plus élevé. Il est probable, que les cultivars de fève résistants à *A. fabae* sont ceux pauvres en azote et en sucres et plus ou moins riches en phosphore.

Dans une étude sur la résistance du pois chiche à la noctuelle *Helicoverpa armigera*, Yoshida *et al.* (1997) ont pu séparer deux substances toxiques qui inhibent la croissance de ce ver. Il s'agit de l'acide oxalique et l'acide malique.

Il est à noter que la résistance d'un cultivar aux pucerons n'est pas forcément protégé des virus transmis par ces insectes. Des passages accidentels (piqûres d'essai) des autres espèces aphidiennes non inféodées à la fève peut être responsables d'une transmission virale. Oufroukh (1997), a mentionné que des pucerons comme *Macrosiphum euphorbiae* qui ne développent pas de colonies sur fève peuvent être impliqués dans la transmission du virus de l'enroulement des feuilles (BLRV).

# **CONCLUSION GÉNÉRALE**

## CONCLUSION

À la lumière des résultats obtenus, il est remarqué que parmi les 15 cultivars testés dans cet essai, 12 sont classés comme résistants au puceron *A. fabae* au moins une fois. Tandis que, 06 cultivars (1, 9, 12, 13, 14 et 15) ont gardé ce niveau de résistance durant les trois comptages effectués. En revanche, 03 cultivars (4, 6 et 11) sont considérés comme très sensibles au moins une fois. Les cultivars résistants ont des folioles longues que les cultivars très sensibles.

Il serait intéressant également d'identifier la qualité et la quantité des substances volatiles répulsives (allomones) des cultivars résistants par le couplage de la chromatographie en phase gazeuse et la spectrométrie de masse. La détermination de l'épaisseur et de la composition chimique de la cire qui couvre ses feuilles peut également contribuer à l'explication de son niveau de résistance.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Aubertot J.N. and Savary S., 2006. Stratégies de protection des cultures In Expertise scientifique collective "Pesticides, agriculture et environnement", INRA, Paris, 104p.
2. Bakhetia D.R.C. and Chander H., 1997. Aphid and their management with particular reference to host plant resistance. *Journal of Aphidology, The Aphidological Society, India* 11 (1): 1-19.
3. Bintcliffe Jane E.B. and Wratten S.D., 1982 - Antibiotic resistance in potato cultivars to the aphid *Myzus persicae*. *Ann. Appl. Biol.*, Vol.100: 383 - 391.
4. Blackman R. L. and Eastop V. F., 2007. Taxonomic issues. In van Emden H.F. and Harrington R., *Aphids as Crop Pests*. CABI Millennium Volume CABI, U.K: 1-29.
5. Bosland P. W. and Ellington J. J., 1996. Comparaison of *Capsicum annuum* and *C. pubescens* for antixenosis as a means of aphid resistance. *HortScience* 31 (6): 1017-1018.
6. 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 Nati. Sup. agro., Montpellier, 27 p.
7. Chaumier P., 1995. Dans votre jardin des légumes de toute l'année. N° d'édition : 16231. La Maison Rustique. Paris, 222 p
8. Chaux C., 1972. *Production légumières*. Ed. J.-B. Baillière. Paris, 414 p
9. Chauvin L., Chauvin J.E. et Daniel E., 1997. Plantes transgéniques : Situation chez la pomme de terre. *La pomme de terre française* 501: 14-19.
10. Chen M.-S., 2008. Inducible direct plant defense against insect herbivores: a

- revi. *Insect science* 15: 101-114.
11. Cornelissen T. G., Negreiros D. and Fernandes G. W., 2002. Plant resistance against gall-forming insects: the role of hypersensitivity, In Wagner M. R. *et al.* (eds.), mechanisms and deployment of resistance in trees to insects. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands: 137-152.
  12. Coyle D. R., McMillen J. D., Hall R. B. and Hart E. R., 2002. Deployment of tree resistance to insects in short-rotation *Populus* plantations. In Wagner M. R. *et al.* (eds.), mechanisms and deployment of resistance in trees to insects. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands: 189-215.
  13. Cuartero J., Laterrot H. and van Lenteren J. C., 1999. Host-plant resistance to pathogens and arthropod pests. In Albajes R. *et al.* (eds.), integrated pest and diseases management in greenhouse crops: 124-138.
  14. Daoui K., 2007. *Recherche de stratégies d'amélioration de l'efficacité d'utilisation du phosphore chez la fève (Vicia faba L.) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc.* Thèse de Doctorat. Sciences agronomiques et ingénierie biologique. Louvain. 227p.
  15. de Boer J. G., Hordijk C. A., Posthumus M. A. and Dicke M. , 2008. Prey and non-prey arthropods sharing a host plant: effects on induced volatile emission and predator attraction. *Journal of Chemical Ecology* 34, 281–290.
  16. Delorme R., 1997. Pucerons et insecticides : prévention et gestion des résistances. *Cultures Légumières, numéro hors série: environnement, juin 1997, France*: 11 - 15.
  17. Dixon A.F.G., 1998. *Aphid ecology*. Ed. Chapman & Hall, London, 300 p.
  18. Edwards O. and Singh K. B., 2006. Resistance to insect pests : what do legumes have to offer ?. *Euphytica* 147: 273-285.
  19. El-Defrawi G., El-Gantiry A.M., Weigand S. and Khalil S.A., 1991. Screening of faba bean (*Vicia faba* L.) for resistance to *Aphis craccivora* Koch. *Arab. J. Pl. Prot.* 9 (2): 138-141.
  20. Fouarge C., 1990. Les pucerons sont-ils si dangereux ?. *Revue Agronomie Belge* 47: 4-6.
  21. Giove R.M. et Abis S., 2007. Place de la Méditerranée dans la production mondiale de fruits et légumes. Les notes d'analyse du CIHEAM 23: 1-21.

22. Hamadache A. et Oufroukh A., 1994. *Rapport de mission effectuée du 10 au 13 avril 1994 à Biskra*. Ed. Inst. tech. gr. cult. et Inst. nati. prot. vég., Alger, 12 p.
23. Hiltpold I. and Turlings T. C. J., 2008. Belowground chemical signaling in maize: when simplicity rhymes with efficiency. *Journal of Chemical Ecology* 34: 628–635.
24. Hullé M., Turpeau-Aitighil É., Robert Y. et Monnet Y., 1999. Les pucerons des plantes maraîchères. Cycles biologiques et activités de vol. Ed. ACTA, INRA, Paris. 136p.
25. JARSO M. et KENENI G., 2006. *Vicia faba L.* Fiche de Protabase. PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Pays Bas. Disponible sur [http:// database.prota.org/recherche.htm](http://database.prota.org/recherche.htm).
26. Khelfa L., 2004. *Etude de la résistance de différentes variétés de fève cultivées dans la région de Biskra au puceron noir de la luzerne, Aphis craccivora Koch, 1854 (Homoptera: Aphididae)*. Thèse de Magister. Agrotechnie. Inst. Agro., Batna. 134p.
27. Klingauf F.A.J., 1982. Breeding for resistance to aphids. *Faba bean improvement, Netherlands*: 286-289.
28. Kordan B., Gabryś B., Danciewicz K., Lahuta L.B., Piotrowicz-Cieślak A. and Rowińska E., 2008. European yellow lupine, *Lupinus luteus*, and narrow-leaf lupine, *Lupinus angustifolius*, as hosts for the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 128: 139-146.
29. Lebbal S., 2010. *Contribution à l'étude de la résistance naturelle de la fève au puceron noir de la luzerne Aphis craccivora (Homoptera : Aphididae)*. Thèse de Magister. Protection des végétaux. Inst. Agro., Batna. 66p.
30. Le Bohec J., Robert Y., Grousson C. et Robic R., 1981. Les pucerons de l'artichaut. Étude particulière de *Capitophorus horni* Börner et d'*Aphis fabae* Scop. En Bretagne. In : Bernard H., journées d'études et d'informations. Les pucerons des cultures. Paris- 2, 3 et 4 Mars. Ed. ACTA. 350p.
31. Leclant F., 1982. Les effets nuisibles des pucerons sur les cultures. *Journ. info. étud.*, 2, 3, et 4 mars 1981, Paris: 37-56.

32. Leclant F., 1999. Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification. I- Grandes cultures. Ed. ACTA, INRA. Paris. 64p.
33. Lecoq H., 1996 a. La dissémination des maladies à virus des plantes. *Revue horticole*. 365: 13-20.
34. Lecoq H., 1996 b. Les pucerons : de redoutables vecteurs de virus des plantes. *Revue horticole*. 369: 25-28.
35. Lecoq H., Pochard E., Pitrat M., Laterrot H. et Marchoux G., 1982. Identification et exploitation de résistances aux virus chez les plantes maraîchères. *Cryptogamie, Mycologie*. 3: 333-345.
36. Leroy J-F., Gausсен H., et Ozenda P., 1982. Précis de botanique, 2. Végétaux supérieurs. 2<sup>ème</sup> édition, Ed : Masson, Paris, 579 p
37. Lieutier F., 2002. Mechanisms of resistance in conifers and bark beetle attack strategies. In Wagner M. R. *et al.* (eds.), mechanisms and deployment of resistance in trees to insects. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands: 31-77.
38. Lieutier F., 2004. Host resistance to bark beetles and its variations. In Lieutier F. *et al.* (eds), bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands: 135-180.
39. Ma X.M., Liu X.X., Zhang Q.W., Zhao J.Z., Cai Q.N., Ma Y.A. and Chen D.M., 2006. Assessment of cotton aphids, *Aphis gossypii*, and their natural enemies on aphid-resistant and aphid-susceptible wheat varieties in a wheat-cotton relay intercropping system. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 121: 235-241.
40. Maatougui M.E.H., 1996. Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance. *Rev. Céréale*. 29: 6-14.
41. Maciejewski J., 1991. Semences et plants. Techniques et documentation-Lavoisier, Paris: 233p.
42. Malausa J-C., Daunay M-C. et Bourgoïn T., 1988. Recherche préliminaire sur la résistance de l'aubergine à l'aleurode des serres, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood, (*Homoptera, Aleyrodidae*). *Agronomie* 8 (8): 693-699.

43. Martinot S., Chambon S., Duperron J., Odet B., Rolland M., 2001. le guide clause du jardinage, 33<sup>e</sup> édition. Imprimé en C.E. 719 p.
44. Meiners T. and Hilker M., 2000. Induction of plant synomones by oviposition of a phytophagous insect. *Journal of Chemical Ecology* 26(1), 221-232.
45. Meradsi F., 2009. *Contribution à l'étude de la résistance naturelle de la fève Vicia faba L. au puceron noir Aphis fabae Scopoli, 1763 (Homoptera : Aphididae)*. Inst. Agro., Batna. 83p.
46. Messianen C.M., Bilancaro D., Bouxel F., et Lafon R., 1991. Les maladies des plantes maraîchères. Ed. INRA., Paris, 127 p
47. Moreau B. et Leteinturier J., 1997. La protection phytosanitaire : légumes et petits fruits. Ed. CTIFL, Paris, 505 p
48. Oufroukh A., 1997. Les principales viroses limitant la culture de la fève (*Vicia fabae* L.) en Algérie et principes de lutte. *Journées sur les ennemis et les parasites de la fève, du 21 au 23 avril 1997, Institut Technique des Grandes Cultures, Alger*. 8-16.
49. Qubbaj T., Reineke A. and Zebitz C.P.W., 2005. Molecular interactions between rosy apple aphids, *Dysaphis plantaginea*, and resistant and susceptible cultivars of its primary host *Malus domestica*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 115: 145-152.
50. Sauge M-H., Kervella J. and Pascal T., 1998. Settling behaviour and reproductive potential of the green peach aphid *Myzus persicae* on peach varieties and a related wild *Prunus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 89: 233-242.
51. Sauvion N., 1995. Effets et modes d'action de deux lactines à monnose sur le puceron du pois, *Acyrtosiphon pisum* (Harris). Potentiel d'utilisation des lactines végétales dans une stratégie de création de plantes transgéniques résistantes aux pucerons. Thèse de Doctorat. Analyse et modélisation des systèmes biologiques. 257p.
52. Schotzko D.J. and Bosque-Pérez N.A., 2000. Seasonal Dynamics of Cereal Aphids on Russian Wheat Aphid (Homoptera: Aphididae) Susceptible and Resistant Wheats. *J. Econ. Entomol.*: 93 (3): 975-981.

53. Seilleur P., 1989. Amélioration génétique de la résistance aux agents phytopathogènes. In Semal J. *et al.*, traité de pathologie végétale. Les presses agronomiques de Gembloux A. S. B. L., Gembloux: 415-453.
54. Sharma H.C., 2001. Cytoplasmic male-sterility and source of pollen influence the expression of resistance to sorghum midge, *Stenodiplosis sorghicola*. *Euphytica* 122: 391-395.
55. Smith C.M., 2005. Plant resistance to arthropods: Molecular and conventional approaches. Springer. Berlin Heidelberg New York. 421p.
56. SPSS Inc., 1999. SPSS for Windows. Version 10.0.5 . Chicago, Illinois.
57. Tiffrent A., 2009. *Évaluation de la résistance de 36 cultivars de fève au puceron noir de la luzerne Aphis craccivora Koch, 1854 (Homoptera : Aphididae) dans la région de Biskra*. Thèse Ing. Agro. Dep. Agro., Batna, 60p.
58. Tolmay V. L., van der Westhuizen M. C. and van Deventer C. S., 1999. A six week screening method for mechanisms of host plant resistance to *Diuraphis noxia* in wheat accessions. *Euphytica* 107: 79-89.
59. UPOV (Union internationale Pour la protection des Obtentions Végétales). 2003. Fève (*Vicia faba* L. var. *major* Harz). Principes directeurs pour la conduite de l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité. 30p.
60. Van Harten A., Il Harco F.A. et Prinson J. D., 1994. A general guid to the aphids (*Homoptera : Aphididae*) of Yemen. Ed. Yemeni-German, Plant Protection Project, 73p.
61. Weigand S. and Bishara S.I.,1991. Status of insect pest of faba bean in the Oxudantes Mean Region. Methods of control. Option méditerranéennes, Série séminaires n° 10, 17p.
62. Yoshida M., Cowgill S. E. and Wightman J.A., 1997. Roles of oxalic and malic acids in chickpea trichome exudate in host-plant resistance. *J. Chem. Ecol.* 23 (4): 1195-1210.