

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie Animale et Végétale

Mémoire de Magister



Filière : Sciences Biologiques.

Spécialité : Interactions Plantes-Animaux dans les Ecosystèmes Naturels et Cultivés.

Sujet

Inventaire qualitatif et quantitatif des pucerons inféodés à la culture de la fève. Dynamique des populations de certaines espèces caractéristiques dans deux parcelles de fève *Vicia faba minor* et *Vicia faba major* dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou).

Présenté par : M^{lle} KHELOUL Lynda

Devant le jury :

M. Boukhemza Mohamed	Professeur	UMMTO	Président
M ^{me} Medjdoub-Bensaad Ferroudja	Professeur	UMMTO	Rapporteur
M ^{me} Sadoudi-Ali Ahmed Djamila	Professeur	UMMTO	Examinatrice
M ^{me} Aouar-Sadli Malika	Maître de conférences A	UMMTO	Examinatrice
M. Amroun Mansour	Maître de conférences A	UMMTO	Examineur

Soutenu le: 09 /06/ 2014

Remerciements

Au terme de ce travail, J'exprime mes profonds remerciements à mon encadreur, M^{me} Medjdoub-Bensaad F. professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou pour avoir proposé ce sujet, pour sa disponibilité et tous les précieux conseils qu'elle m'a prodigués tout au long de la réalisation de ce mémoire.

J'adresse mes sincères remerciements à M. Boukhemza M. professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour avoir accepté de présider le jury.

Je remercie M^{me} Sadoudi-Ali Ahmed D. professeur à l'UMMTO, M^{me} Aouar-Sadli M. maître de conférences classe A à l'UMMTO et M. Amroun M. maître de conférences classe A à l'UMMTO pour avoir accepté de juger ce travail.

Un très grand merci à M. Saharaoui L. professeur à l'institut national agronomique d'El Harrach, pour m'avoir accordé son aide à travers ses nombreuses recommandations, mais aussi pour sa précieuse contribution dans la détermination des espèces de pucerons et des insectes auxiliaires, pour sa grande générosité et sa disponibilité.

Je tiens à remercier vivement M^{me} Benoufella-kitous K. pour m'avoir guidée et orientée ainsi de m'avoir identifié les espèces de pucerons.

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à M^{lle} Setbel S. pour la détermination des insectes auxiliaires.

Mes remerciements les plus profonds s'adressent à M. Asla T. maître assistant classe A au département de Biologie et M. Laribi M. maître assistant et chargé de cours au département de Biologie pour la détermination des espèces floristiques.

Je voudrais également exprimer mes vifs remerciements à M. Metna B. pour m'avoir conseillé et aidé en statistique.

Je remercie M^{me} Nait Kaci-Boudiaf M. d'avoir si gentiment accepté de travailler dans son laboratoire de pédologie, je ne saurais la remercier pour son aide, sa disponibilité et ses précieux conseils.

Je voudrais remercier M^{me} Tibiche G. ingénieur de laboratoire au département de d'agronomie et M^{lle} Issaoun D. également ingénieur de laboratoire au département d'agronomie de m'avoir aidée dans la réalisation des analyses du sol, pour leur gentillesse et leurs précieux conseils.

Mes remerciements vont également à M^{lle} Taïbi Z. ingénieur de laboratoire au département d'agronomie pour son extrême gentillesse et son aide précieuse.

Je tiens à remercier M^{me} Hamiti-Lardjane A., M^{lle} Metna F. et M^{me} Bachouche N. pour m'avoir aidée, soutenue et encouragée durant mon expérimentation ainsi que pour leurs précieux conseils.

Je souhaite remercier M. Belhadi A. attaché de recherche au CRSTRA de Biskra pour m'avoir aidée et encouragée. Qu'il trouve ici l'expression de mes respectueux sentiments et ma profonde gratitude.

Je remercie M^{lle} Tadjer D. d'avoir été toujours derrière moi, pour sa présence, son soutien et sa générosité.

Mes remerciements les plus chaleureux s'adressent à mes parents et à mon petit frère Nassim.

Mes remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Je dédie ce travail à ma mère (M^{me} Bouchefra Smina).

Que dieu l'accueille dans son vaste paradis.

Sommaire

Liste des figures
Liste des tableaux

Introduction.....1

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

Introduction	3
1. Origine et évolution	3
2. Position systématique	4
3. Description	4
4. Cycle biologique.....	7
5. Variétés botaniques.....	8
6. Facteurs pédoclimatiques	8
7. Valeurs nutritionnelles.....	10
8. Intérêt agronomique.....	10
9. Aspect économique.....	11
9.1. Situation économique de la fève en Algérie.....	11
9.2. Production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou	15
10. Contraintes de la culture de la fève en Algérie.....	16
10.1. Les contraintes culturelles	17
10.2. Les contraintes socio-économiques	17
10.3. Les contraintes abiotiques	17
10.4. Les contraintes biotiques	18
10.4.1. Les maladies fongiques	18
10.4.2. Les maladies virales	20
10.4.3. Les parasites	20
10.4.4. Les insectes ravageurs	21

Chapitre II : Généralités sur les aphides

Introduction	24
1. Systématique.....	24
2. Morphologie externe.....	26
2.1. La tête.....	27
2.2. Le thorax	27
2.3. L'abdomen	28

3. Stades de développement.....	28
4. Cycle de vie	30
5. Polyphénisme	32
5.1. Polyphénisme de reproduction.....	32
5.2. Formes ailée et aptère	32
5.3. Autres polyphénismes.....	33
6. Interactions plante puceron.....	33
7. Facteurs agissant sur la dynamique des populations aphidiennes	34
7.1. Les facteurs abiotiques.....	34
7.2. Les facteurs biotiques	34
8. Dégâts	38
8.1. Les dégâts directs	38
8.2. Les dégâts indirects.....	38
9. Lutte.....	40
9.1. La lutte chimique	40
9.2. La lutte biologique	40
9.3. La lutte variétale.....	41
9.4. Lutte préventive	41
9.5. La lutte intégrée	41

Chapitre III : Présentation de la région d'étude

1. Description de la zone d'étude.....	42
1.1. Choix de la zone d'étude	42
1.2. Facteurs climatiques de la région d'étude	43
1.2.1. La température.....	44
1.2.2. La pluviométrie	44
1.2.3. L'humidité relative de l'air	45
1.2.4. Le vent.....	46
1.3. Caractérisation physique et chimique des sols de la zone d'étude	47
1.3.1. La granulométrie	47
1.3.2. Analyses chimiques.....	48

Chapitre IV : Matériel et méthodes

1. Objectif	50
2. Réalisation des parcelles de fève	50
3. Suivi de la phénologie de la plante	51

4. Echantillonnage des pucerons	51
4.1. Contrôle visuel des aphides.....	51
4.2. Piégeage des pucerons ailés	52
5. Echantillonnage des insectes auxiliaires.....	54
6. Inventaire floristique.....	55
7. Méthodes utilisées au laboratoire	55
7.1. Tri et dénombrement des pucerons	55
7.2. Montage et identification des pucerons	57
8. Traitements des données.....	58
8.1. Qualité d'échantillonnage	58
8.2. Indices écologiques de composition	58
8.2.1. Richesse totale S	58
8.2.2. Fréquence centésimale ou Abondance relative.....	58
8.2.3. Constance ou fréquence d'occurrence	59
8.3. Indices écologiques de structure	59
8.3.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver	60
8.3.2. Indice d'équitabilité	60
8.4. Analyses statistiques	60
8.4.1. Analyse de la variance (ANOVA)	60
8.4.2. Analyse factorielle des correspondances (AFC).....	61

Chapitre V : Résultats et discussion

1. Suivi de la phénologie de la plante	62
1.1. Evolution temporelle de la taille moyenne des tiges	62
1.2. La floraison	63
1.3. La fructification	64
2. Résultats de l'échantillonnage des pucerons	64
2.1. L'inventaire global des pucerons des deux variétés de fèves (la Séville et la fêverole) 64	
2.2. L'inventaire des pucerons dans chaque parcelle	66
2.3. Résultats de l'étude comparative des espèces de pucerons dans les deux parcelles d'étude	67
2.4. Inventaire floristique.....	69
2.4.1. L'alentour des parcelles	71
2.4.2. L'intérieur des parcelles	71
2.5. Résultats du dénombrement visuel	73

2.5.1. Importance des espèces aphidiennes recensées sur les plantes	73
2.5.2. Résultats de l'étude comparative des pucerons aptères installés sur les plants de fèves des deux parcelles d'étude	74
2.5.3. Résultats portant sur l'évolution des différentes espèces de pucerons installées sur les plants de fève.....	75
2.5.4. Importance des différents stades de développement des pucerons	77
2.6. Résultats des captures par les pièges jaunes à eau.....	78
2.6.1. Importance des espèces de pucerons capturées au niveau des bassines jaunes	78
2.6.2. Description des principales espèces de pucerons recensées	79
2.6.3. Résultats de l'évolution de la population globale des pucerons ailés capturés.....	83
2.6.4. Activité de vol des principales espèces de pucerons recensées dans les bassines jaunes	85
2.7. Etude des ennemis naturels.....	86
2.7.1. Inventaire des prédateurs	87
2.7.2. Description des espèces prédatrices recensées	87
2.7.3. Evaluation de la population globale des prédateurs aphidiphages capturés sur la culture de fève à variété Séville et sur la féverole	88
2.7.4. Fluctuation des différents prédateurs recensés.....	89
2.7.5. Inventaire des parasitoïdes	90
2.7.5.1. Evolution du taux de parasitisme.....	91
2.7.6. Incidence des ennemis naturels	92
2.8. Analyse des résultats	93
2.8.1. Qualité d'échantillonnage des pucerons ailés capturés par les pièges jaunes	93
2.8.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques	92
2.8.2.1. Indices écologiques de composition.....	94
2.8.2.1.1. Richesse totale	94
2.8.2.1.2. Fréquence centésimale ou abondance relative (%).....	94
2.8.2.1.3. Fréquence d'occurrence ou constance (%).....	96
2.8.2.2. Les indices écologiques de structure	97
2.8.2.2.1. Indices de diversité Shannon-Weaver et d'équitabilité	97
2.8.3. Exploitation des résultats par les méthodes statistiques	97
2.8.3.1. Résultats de l'ANOVA du contrôle visuel	97
2.8.3.2. Résultats de l'ANOVA au niveau des pièges jaunes.....	99
2.8.3.3. Résultats de l'AFC des espèces capturées par piégeage.....	102
2.8.4. Dégâts causés par les pucerons.....	103
2.8.5. Discussion des résultats	106
Conclusion.....	120
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des figures

Figure 1 : Appareil végétatif de la fève..	5
Figure 2 : Les fleurs (A), les fruits (B) et les graines (C) de la fève.	7
Figure 3: Superficie agricole utile occupée par les différentes légumineuses en Algérie pour la décennie 2002-2012.	12
Figure 4 : Production en (qx) des différentes légumineuses alimentaires en Algérie pour la décennie (2002-2012).	13
Figure 5 : Rendements en (qx/ha) des différentes légumineuses alimentaires en Algérie pour la décennie (2002-2012).	14
Figure 6: Superficie et production de la fève et de la féverole comparées aux autres légumineuses pendant la campagne agricole 2011-2012 au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou.	16
Figure 7 : Maladie des taches chocolat.	18
Figure 8 : La rouille.	19
Figure 9 : Les insectes ravageurs de la fève.	23
Figure 10 : Morphologie d'un puceron ailé.	26
Figure 11 : Les stades de développement d'un puceron.	29
Figure 12 : Cycle de vie d'un puceron.	31
Figure 13: Les insectes prédateurs de pucerons.	36
Figure 14 : Un puceron parasité.	37
Figure 15 : Situation géographique de la région d'étude.	43
Figure 16 : Variation des températures moyennes mensuelles, maxima et minima de juillet 2012 à juin 2013	44
Figure 17 : Variation des moyennes mensuelles des précipitations (en mm) de juillet 2012 à juin 2013.	45
Figure 18 : Variation des moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) de juillet 2012 à juin 2013.	46
Figure 19 : Variation des moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s) de juillet 2012 à juin 2013.	47
Figure 20 : Les graines utilisées	50
Figure 21 : Schéma du dispositif expérimental.	51
Figure 22 : Colonies de pucerons noirs sur la fève.	52
Figure 23: Dispositif expérimental pour le suivi des ailés.	53
Figure 24 : Piège jaune à eau.	53
Figure 25 : Dénombrement des pucerons sous la loupe binoculaire.	56
Figure 26 : Conservation des pucerons	56
Figure 27: Evolution temporelle de la taille moyenne des tiges en cm pour les deux variétés de fève.	62

Figure 28: Evolution temporelle du nombre moyen d'inflorescences par tige échantillonnée pour les deux variétés de fève.....	63
Figure 29: Evolution temporelle du nombre moyen d'étages de gousses par tige échantillonnée au niveau des deux variétés de fève.	64
Figure 30 : Les espèces de plantes adventices avec les colonies de pucerons.	72
Figure 31 : Effectifs des espèces de pucerons aptères recensés sur la parcelle de fève à variété Séville.	73
Figure 32 : Effectifs des espèces de pucerons aptères recensés sur la parcelle de fève.	74
Figure 33 : Evolution des fluctuations des différentes espèces de pucerons installées sur les plants de fève à variété Séville.	75
Figure 34 : Evolution des fluctuations des différentes espèces de pucerons installées sur les plants de la fève.	76
Figure 35 : Importance des espèces de pucerons ailés capturées au niveau des bassines jaunes dans la parcelle de fève à variété Séville.....	78
Figure 36 : Effectifs des espèces de pucerons ailés capturées au niveau des bassines jaunes dans la parcelle de fève.	79
Figure 37 : Les principales espèces de pucerons recensées au niveau des deux cultures de fève.	82
Figure 38: Courbe de vol des pucerons ailés capturés dans les bassines jaunes dans la parcelle de fève à variété Séville.	83
Figure 39: Courbe de vol des pucerons ailés capturés dans les bassines jaunes dans la parcelle de fève.	84
Figure 40: Courbe de vol d' <i>A. fabae</i>	85
Figure 41: Courbe de vol de <i>B. helichrysi</i>	86
Figure 42 : Adultes de <i>C. algerica</i> (G : 2×10)	87
Figure 43: Adulte de <i>H. variegata</i> (G : 2×10).....	88
Figure 44: Fluctuations des différentes espèces prédatrices dans la parcelle de fève à variété Séville.	89
Figure 45: Fluctuations des différentes espèces prédatrices dans la parcelle de fève... ..	90
Figure 46 : Adulte de <i>L. ambiguus</i> (G : 2×10)	90
Figure 47 : Evolution des populations de pucerons et des ennemis naturels.	92
Figure 48 : Evolution des populations de pucerons et des ennemis naturels.	93
Figure 49 : Carte factorielle des espèces capturées par les assiettes jaunes en fonction des semaines et des variétés de fève.	102
Figure 50 : Dégâts des pucerons sur la fève de Séville (A, B, C et D)	105
Figure 51 : Dégâts des pucerons sur la fève (A et B).....	105

Liste des tableaux

Tableau 1 : Superficie et production de la fève et de la féverole dans la wilaya de Tizi-Ouzou.....	15
Tableau 2: Résultats des analyses physique et chimique des sols des parcelles d'étude. ...	49
Tableau 3: Inventaire global des pucerons récoltés dans les deux parcelles de <i>V. faba</i>	65
Tableau 4: Espèces de pucerons inventoriées dans la parcelle de fève à variété Séville. ...	66
Tableau 5: Espèces de pucerons inventoriées dans la parcelle de féverole.....	67
Tableau 6 : Espèces de pucerons inventoriées dans les deux parcelles de fève dans la région de Tizi-Rached.	68
Tableau 7 : Liste systématique des espèces végétales inventoriées aux alentours des deux parcelles de fève.	69
Tableau 8: Liste systématique des espèces végétales inventoriées à l'intérieur des deux parcelles de fève.	70
Tableau 9 : La faune aphidienne recensée au niveau des deux cultures	74
Tableau 10: dénombrement des différents stades de développement des pucerons de toutes espèces confondues au niveau des deux parcelles de fève	77
Tableau 11 : Espèces prédatrices de pucerons recensées au niveau des deux parcelles d'étude dans la région de Tizi-Rached.	87
Tableau 12: Dénombrement des prédateurs et leur pourcentage.	88
Tableau 13 : Dénombrement des pucerons parasités dans la parcelle de fève à variété Séville et dans la parcelle de féverole.	91
Tableau 14: Valeurs de la qualité de l'échantillonnage pour chaque parcelle	93
Tableau 15 : Valeurs de la richesse totale des pucerons capturés par les bassines jaunes au niveau des deux parcelles d'étude.	94
Tableau 16 : Fréquences centésimales des pucerons capturés par les pièges jaunes au niveau des parcelles d'étude.	95
Tableau 17 : La constance de pucerons capturés par les bassines jaunes au niveau des deux parcelles d'étude.	96
Tableau 18: Diversité et équitabilité des espèces de pucerons sur la parcelle de fève à variété Séville et sur la féverole.	97
Tableau 19 : Résultats de l'analyse de la variance pour la variable nombre d'individus de toutes espèces confondues.	97
Tableau 20 : Test de Newman et Keuls pour le facteur temps.....	98
Tableau 21 : Résultats de l'analyse de la variance pour la variable richesse spécifique. ...	98
Tableau 22 : Test de Newman et Keuls pour le facteur variété.	99
Tableau 23: Résultats de l'analyse de la variance pour la variable nombre d'individus de toutes espèces confondues.	99
Tableau 24: Test de Newman et Keuls pour le facteur temps.....	100
Tableau 25 : Résultats de l'analyse de la variance pour la variable richesse spécifique. .	101
Tableau 26: Test de Newman et Keuls pour le facteur temps.....	101

Introduction

La fève, *Vicia faba* L. est une légumineuse qui fait partie de nos systèmes agraires depuis fort longtemps, sa superficie mondiale est estimée à 3 millions d'hectares dont plus de 50% se situent en Chine, 20% en Afrique du nord et moins de 10% en Europe (Abu Amer et *al.*, 2011).

La culture de la fève est pratiquée dans environ 58 pays (Singh et *al.*, 2012), elle est la quatrième culture légumière la plus importante dans le monde derrière les petits pois, les pois chiches et les lentilles (Yahia et *al.*, 2012).

En Algérie, la fève reste la plus importante culture vivrière, couvrant une surface de 58000 hectares avec un rendement total de 254000 tonnes (Laamari et *al.*, 2008). La fève occupe la première place parmi les légumineuses en Algérie en raison de sa valeur nutritionnelle élevée et de ses divers usages. Elle est principalement cultivée dans les plaines et les régions sublittorales ; et a un rôle important dans l'économie nationale et dans la production agricole (Aouar-Sadli et *al.*, 2008).

La fève est une bonne source de protéine et d'énergie, elle joue un rôle dans la rotation des cultures, la fixation d'azote atmosphérique et dans la fertilité des sols. Elle est dans le régime alimentaire des humains comme des animaux (Hacisefero ullari et *al.*, 2003 ; Chafi et Bensoltane, 2009 ; Vioque, 2012 ; Wang et *al.*, 2012).

Cependant, la culture de la fève est sujette à une série de contraintes d'ordre abiotique (sécheresse, gelée), biotique (les insectes ravageurs, les maladies et les plantes adventices) ainsi que socio-économiques (Hamadache et *al.*, 1996).

Parmi les contraintes biotiques, les pucerons sont considérés comme l'un des principaux groupes de ravageurs au plan mondial, ces insectes causent des dégâts directs en se nourrissant de la sève phloémienne et indirects en transmettant des virus, ils peuvent également développer des résistances vis-à-vis des insecticides (Bonnemain et Chollet, 2003).

Leur impact sur les cultures est déterminé d'une part, par leur taux de multiplication rapide grâce à l'alternance de plusieurs générations parthénogénétiques avec une seule génération sexuée au cours de leur cycle évolutif et d'autre part, par leur mode de dispersion en produisant des ailés qui colonisent d'autres plantes hôtes (Tagu et *al.*, 2004).

Le puceron noir de la fève est la principale contrainte à la production de *V. faba*, en plus des dégâts directs, ce puceron excrète du miellat qui entrave certains processus physiologique de la plante et stimule la croissance de la fumagine (Shannag et Ababneh, 2007).

En Algérie, très peu d'études ont été menées sur les pucerons de la fève et seules quelques études lui ont été consacrées (Rachef et al., 2005 ; Laamari et Hebbel, 2006). En raison du manque de ces travaux et dans le souci de contribuer à la connaissance des aphides de la fève, nous avons mené cette étude afin d'élaborer une stratégie de lutte et préserver les cultures contre les déprédations de ces ravageurs.

La fève constitue un sujet d'étude intéressant vu son importance dans notre pays et particulièrement dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Notre travail a pour premier objectif, d'une part, la réalisation d'un inventaire des aphides colonisant la culture de *V. faba major* variété Séville et *V. faba minor* ou féverole dans la région de Tizi-Rached, d'autre part l'étude des fluctuations temporelles des populations des espèces recensées.

Le deuxième objectif de notre travail vise à faire un inventaire des pucerons ailés par l'utilisation des pièges jaunes à eau et l'étude de leurs fluctuations temporelles.

Le troisième objectif serait de déterminer si il y'a une différence significative d'infestation entre les deux variétés. Et enfin nous essayerons d'inventorier les divers auxiliaires pouvant avoir un impact sur la dynamique des populations aphidiennes.

La présente étude comporte cinq chapitres :

- Les deux premiers chapitres portent sur une analyse bibliographique de la plante hôte *Vicia faba* L. et des aphides.
- Le troisième chapitre comprend les caractéristiques générales de la région d'étude.
- Le quatrième chapitre est consacré à la méthodologie de travail adopté sur le terrain et au laboratoire.
- Le dernier chapitre est consacré aux résultats et discussion.

Et nous clôturons ce travail par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I :

Généralités sur la plante hôte

Vicia faba L.

Introduction

D'après Gepts et *al.* (2005), la famille des légumineuses est subdivisée en trois sous famille : Caesalpinieae, Mimosoideae et Papilionoideae ou Faboideae, cette dernière inclue les légumineuses à graines dont *Vicia faba* L.

La fève est une culture vivrière très appréciée par les agriculteurs car elle constitue une source importante de protéines aussi bien pour l'alimentation humaine qu'animale et permet une économie de la fertilisation azotée (Dridi et *al.*, 2011).

1. Origine et évolution

La fève aurait été cultivée dès la fin du néolithique, elle a constitué durant toute l'antiquité et le moyen âge, une base alimentaire importante jusqu'au développement du haricot et de la pomme de terre (Hullé et *al.*, 1999).

D'après Saxena (1991), la fève a été domestiquée très tôt dans le monde. Bien que son origine ne soit pas encore claire, il a été longtemps pensé qu'elle était originaire de la méditerranée ou de l'Asie de l'Ouest. D'autres auteurs comme Nuessly et *al.* (2004) ; Mikic (2011), la considèrent originaire d'Asie centrale.

Cependant, de récentes découvertes archéologiques à Tell el-kerkh dans le Nord-Ouest de la Syrie ont montré que la fève daterait de la fin du 10^{ème} millénaire avant Jésus-Christ, ce qui indique que le Sud-Ouest de l'Asie est le principal centre d'origine et de diversité de *V. faba* L. (Duc et *al.*, 2010).

Selon Cubero (2011), le centre d'origine de *V. faba* L. serait le Proche-Orient, cette plante aurait été disséminée d'abord vers l'Europe centrale et la Russie puis vers l'Est de la méditerranée et à partir de l'Égypte et les côtes Arabes vers l'Abyssinie puis de la Mésopotamie vers l'Inde et la Chine. Au cours du 16^{ème} siècle, la culture de la fève a été introduite en Amérique par les Espagnols et vers la fin du 20^{ème} siècle, elle a réussi à atteindre l'Australie.

La forme ancestrale de *V. faba* L. est inconnue, mais le plus proche parent sauvage de la fève est supposé être l'espèce *Vicia pliniana* d'Algérie (Duc et *al.*, 2010).

2. Position systématique

Selon Reta Sanchez et *al.* (2008), la fève est classée botaniquement comme suit :

Règne :	Plantae
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Magnoliopsida
Ordre :	Fabales
Famille :	Fabaceae
Sous famille :	Faboideae
Tribu :	Vicieae
Genre :	<i>Vicia</i>
Espèce :	<i>Vicia faba</i> L.

D'après Nuessly et *al.* (2004), la fève est subdivisée selon la taille des graines en 3 sous espèces qui sont :

- *Vicia faba* var. *minor* Beck et *Vicia faba* var. *equina* Pers, ou féveroles dont les graines sont respectivement de petite taille et de taille moyenne. Elles sont principalement cultivées pour l'alimentation animale ou comme engrais vert.
- *Vicia faba* var. *major* Harz, ou fève proprement dite se distingue par la taille importante de ses graines. Elle est destinée à l'alimentation humaine.

Duc (1997) regroupe *V. faba minor*, *V. faba equina* et *V. faba major* dans le sous groupe des *Eu faba*.

3. Description

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

3.1. Les racines (figure 1 A)

Selon Duc (1997), le système racinaire de *V. faba* L. est formé par une racine principale pivotante et des racines secondaires portant des nodosités contenant des bactéries fixatrices d'azote (*Rhizobium leguminosarum*).

D'après Chaux et Foury (1994), le système racinaire de la fève peut s'enfoncer jusqu'à 80 cm de profondeur, les nodosités sont abondantes dans les 30 premiers centimètres.

3.2. La tige (figure 1 B)

La tige est simple, dressée, creuse, de section quadrangulaire, sa hauteur est généralement comprise entre 0,80 à 1,20 m (Chaux et Foury, 1994). La tige est pourvue d'un ou plusieurs rameaux à la base et présente un type de croissance indéterminé (Duc, 1997 ; Brink et Belay, 2006).

3.3. Les feuilles (figure 1 B)

Les feuilles sont alternes, composées-pennées, constituées par 2 à 4 paires de folioles ovales, mucronées, sans vrille, de couleur vert glauque ou grisâtre. Les stipules bien visibles en forme dentées (Chaux et Foury, 1994).

A



B



Figure 1 : Appareil végétatif de la fève. A : le système racinaire ; B : la tige et les feuilles (Originales, 2013).

3.4. Les fleurs (figure 2 A)

Les fleurs sont de type papilionacé, de 2 à 3 cm de long, de couleur blanche, marron ou violette et portent sur chaque aile une macule noire ou marron (Duc, 1997).

L'inflorescence est en grappe axillaire de 1 à 6 fleurs. Les fleurs sont constituées d'un calice à 5 sépales, d'une corolle blanche à 5 pétales (la carène, les ailes et l'étendard), de 10 étamines dont 9 sont soudées et 1 libre. L'ovaire est supère et sessile avec 2 à 4 ovules allant parfois jusqu'à 9. La floraison débute en moyenne au niveau du 7^{ème} nœud et continue jusqu'aux 20 nœuds suivants (Brink et Belay, 2006).

Girard (1990) rapporte qu'il n'ya pas d'inflorescence terminale ce qui fait que la floraison est en principe indéfinie.

La reproduction chez la fève peut être selon les lignées autogame ou allogame, mais l'activité de butinage des abeilles sur la fève assure une pollinisation croisée et améliore significativement la production de la plante par rapport à l'autofécondation (Benachour et *al.*, 2007).

Selon Chauv et Foury (1994), la fève est allogame pour 40 à 60 % de sa floraison, la pollinisation est essentiellement assurée par les bourdons, ce qui engagera à prendre des précautions dans le choix des produits de traitements effectués durant la floraison.

3.5. Les fruits (figure 2 B)

Les fruits sont des gousses charnues qui peuvent avoir de 10 à 20 cm de long selon les variétés et contenir un nombre variable de graines (4 à 9). A l'état jeune, les gousses sont de couleur verte puis noircissent à maturité (Chauv et Foury, 1994). Les gousses sont pourvues d'un bec et elles sont renflées au niveau des graines (Brink et Belay, 2006).

3.6. Les graines (figure 2 C)

Les graines sont charnues, de couleur vert tendre à l'état immature, elles développent, à complète maturité, un tégument épais et coriace de couleur brun rouge à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à contour presque circulaire ou réniforme (Chauv et Foury, 1994).

Les graines possèdent un hile clair ou de couleur noire parfois entouré de taches de couleur marron (Duc, 1997).

Chaux et Foury (1994) rapportent que la faculté germinative de la graine peut se maintenir 6 à 10 ans et même au-delà et que la graine est à germination hypogée c'est-à-dire que les cotylédons restent en terre et c'est l'épicotyle qui émerge du sol.

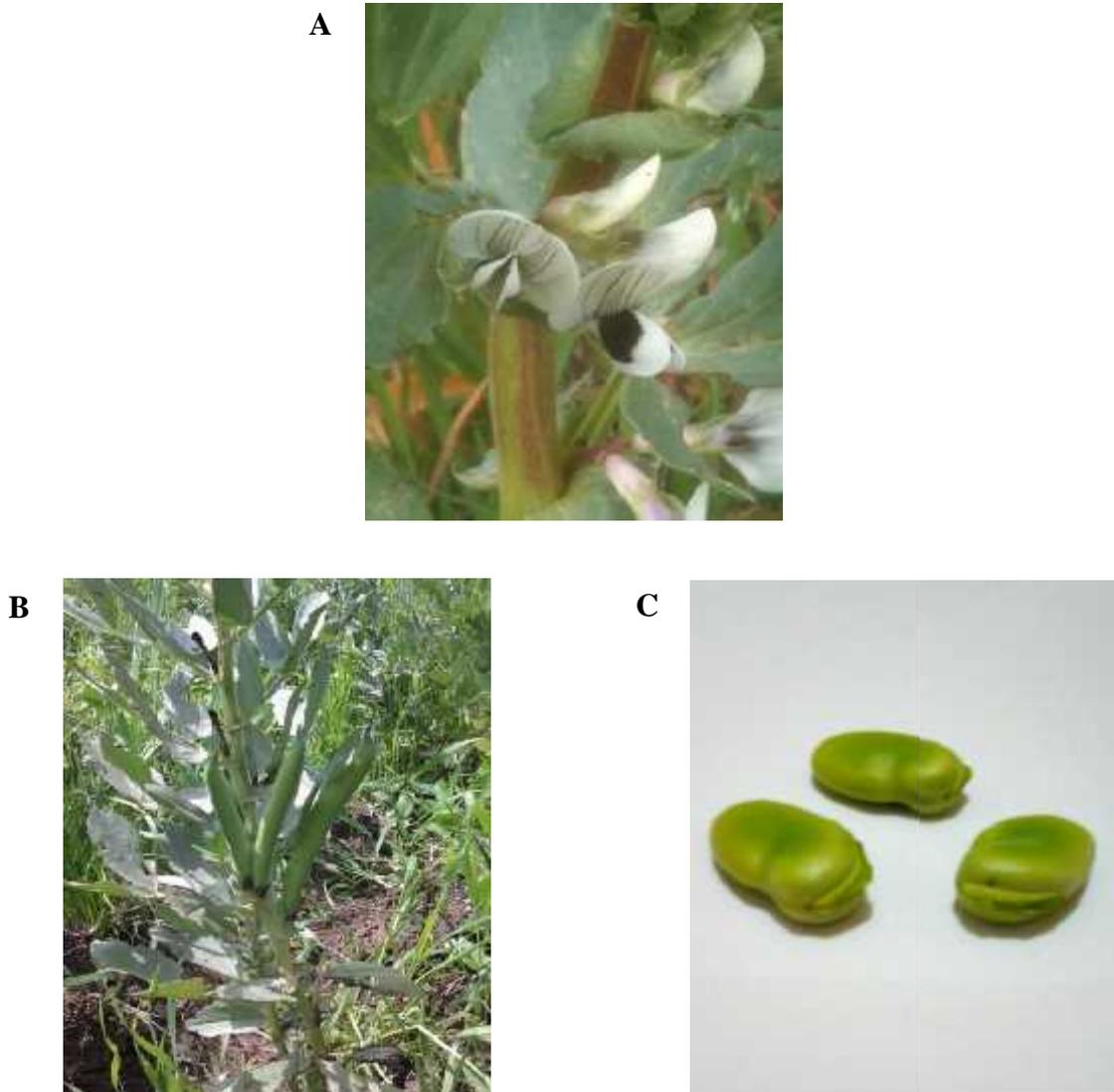


Figure 2 : Les fleurs (A), les fruits (B) et les graines (C) de la fève (Originales, 2013).

4. Cycle biologique

La fève est une plante annuelle, son cycle complet, de la graine à la graine est d'environ 5 mois (Chaux et Foury, 1994).

D'après Brink et Belay (2006), le développement de la fève est caractérisé par cinq stades principaux : germination et levée, développement végétatif, développement reproductif, sénescence de la gousse et sénescence de la tige.

5. Variétés botaniques

D'après Péron (2006), les différents cultivars de la fève se distinguent par la hauteur des tiges, la précocité et la grosseur des graines, on peut distinguer :

- La fève précoce d'Aquitaine : c'est une variété hâtive, à gousses allongées.
- La Muchamiel : c'est une variété très précoce, cultivée en Espagne.
- Fève de Séville : c'est une variété précoce à longues gousses contenant 6 grosses graines.
- Fève d'Aguadulce : c'est une variété semi précoce à tige très haute, à très longues gousses contenant 8 à 9 graines d'un gros volume.
- Fève trois fois blanche : c'est une variété tardive, de taille réduite (0,8 m), à nombreuses gousses contenant de petites graines restant blanches après la cuisson.

Zaghouane (1991) rapporte qu'en Algérie, nous retrouvons l'Aguadulce et la Séville introduites d'Espagne, la fève précoce de Sidi Moussa qui a été sélectionnée en 1965 à El-Harrach et la féverole de Sidi Aïch. Tous ces cultivars sont malheureusement susceptibles aux maladies fongiques (le Botrytis), aux plantes parasites (*Orobanche* sp.), à l'attaque des insectes ravageurs (les pucerons) et aux nématodes.

6. Facteurs pédoclimatiques

La fève est une culture des climats frais, elle peut être cultivée au niveau de la mer jusqu'à une altitude de 3700 m (Lim, 2012). Les facteurs pédoclimatiques influençant son développement sont :

6.1. Le sol et nutrition minérale

D'après Brink et Belay (2006), la fève préfère les sols bien drainés au pH neutre (6,5-7,5) et à fertilité moyenne. Selon Péron (2006), la fève est peu exigeante sur le plan édaphique, elle est cultivée avec succès dans les sols sablo- argileux humifère.

Pour Jensen et *al.* (2010), la fève s'adapte à de nombreux sols, mais craint les sols légers (risque de sécheresse) et les excès de Bore, elle croit mieux sur des sols à texture plus lourde.

La fève a un enracinement puissant lui permettant d'exploiter les réserves minérales sur un important volume de terre, ce qui réduit ses exigences quant à la richesse minérale du sol. Cependant, des apports phospho-potassiques modérés se répercutent favorablement sur les rendements, les quantités généralement préconisées sont de l'ordre de 50 à 100 unités de P_2O_5 et 75 à 150 unités de K_2O (Chaux et Foury, 1994).

6.2. La température

Brink et Belay, (2006) rapportent qu'une température moyenne aux alentours de 13°C est optimale pour la croissance de la fève.

D'après Gade (1994), des températures supérieures à 23°C sont néfastes pour la fève, elles provoquent la chute prématurée des fleurs, stimulent le développement de maladies virale et fongique et rend la plante susceptible à l'attaque des insectes ravageurs. Par contre, cette culture peut résister à des températures de - 4°C.

Alors que Jensen et *al.* (2010) signalent que certains cultivars sont plus rustiques au froid. Dans les régions méditerranéennes, ils peuvent tolérer des températures hivernales de - 10°C alors qu'en Europe, ils peuvent supporter jusqu'à - 15°C.

6.3. La photopériode

La fève est une plante de jours longs, elle forme son bourgeon à fleur à partir du moment où la photopériode dépasse les 12 heures consécutives. Certains cultivars de fève de jours longs placés en jours courts ne fleurissent pas. Dans les pays méditerranéens, les variétés de fève sont de jours courts, elles nécessitent une photopériode minimum de 9,5 heures pour fleurir (Patrick et Stoddard, 2010).

6.4. L'eau

Selon Brink et Belay (2006), la fève nécessite une pluviométrie annuelle de 700 à 1000 mm, dont plus de 60% doit tomber pendant la période de croissance.

Les besoins en eau sont importants et particulièrement au stade de croissance des gousses, ainsi des irrigations doivent être pratiquées pendant le stade de floraison et de formation des gousses dans les régions à faibles précipitations (Loss et Siddique, 1997 ; Jensen et *al.*, 2010).

7. Valeurs nutritionnelles

D'après Larralde et Martinez (1991), la valeur nutritionnelle de la fève est attribuée à sa teneur élevée en protéines (25 à 35%), la plupart de ces protéines sont des globulines (60%), des albumines (20%), des glutélines (15%) et des prolamines.

Contrairement aux céréales, les graines de fève contiennent des protéines riches en lysine et faibles en méthionine, cystéine et tryptophane. De ce fait les fèves sont souvent dans les régimes alimentaires de l'humanité comme du bétail (Crépon et *al.*, 2010).

Les fèves sont aussi une bonne source de glucides (50 à 60% d'amidon), de minéraux (leur teneur varie entre 1 et 3,5%, étant particulièrement riche en calcium et en fer), de fibres (7%) et de vitamines (les quantités de thiamine tocophérols, niacine et l'acide folique sont élevées alors que la vitamine C, la riboflavine et d'autres vitamines liposolubles sont faibles). Par contre, la proportion lipidique est faible environ (1- 2,5%), particulièrement riche en acide gras linoléique (Larralde et Martinez, 1991).

La fève constitue une source considérable d'énergie 344 Kcal/100 g et peut efficacement remplacer les protéines animales dans les pays pauvres (Chaieb et *al.*, 2011).

Cependant, Köpke et Nemecek (2010) signalent que les graines de fève contiennent des substances anti nutritionnelles tels que : les tannins qui réduisent la digestibilité des protéines et les dérivés de la vicine et convicine qui causent le favisme seulement chez les personnes ayant un déficit en glucose-6-phosphate déshydrogénase dans le sang.

La plupart de ces substances sont éliminées par la cuisson ou par simple trempage, elles sont aussi enlevées par des traitements physico chimiques ou par la sélection de nouveaux cultivars à faible teneur en vicine et convicine (Crépon et *al.*, 2010).

8. Intérêt agronomique

Les racines de *V. faba* L. vivent en symbiose avec des bactéries du genre *Rhizobium*, leur permettant de fixer l'azote atmosphérique et d'enrichir le sol en azote, ce qui réduit la dépendance des agriculteurs vis-à-vis des engrais chimiques (Sillero et *al.*, 2010).

Le taux de fixation d'azote est élevé dans les sols profonds à texture lourde avec un apport d'eau adéquat et également pendant le stade de floraison (Köpke et Nemecek, 2010).

Lopez-Bellido et *al.* (2005) rapportent que *V. faba* L. joue un rôle dans la rotation des cultures améliorant ainsi la fertilité du sol et réduisant l'incidence des mauvaises herbes, des maladies et des insectes ravageurs.

Il est recommandé de ne pas faire succéder la fève à elle-même, à une autre légumineuse ou à une vieille prairie, par suite des risques d'excès d'azote qui peuvent provoquer la verse et des risques de développement des maladies (Girard, 1990).

Les fèves sont utilisées dans les cultures associées, cette pratique est fréquente dans de nombreux pays et particulièrement en Chine consiste en la croissance de deux ou plusieurs cultures simultanément et au sein de la même parcelle et a pour objectif de réduire l'utilisation des produits phytosanitaires, d'augmenter le rendement ou de le stabiliser et de réduire les pertes dues aux mauvaises herbes, aux insectes ravageurs et aux maladies (Köpke et Nemecek, 2010).

Par exemple, l'association des fèves avec des céréales permet de contrôler les mauvaises herbes par une compétition exercée par les céréales qui sont mieux compétitifs que les fèves avec les mauvaises herbes pour l'eau et les nutriments (Jensen et *al.*, 2010).

9. Aspect économique

9.1. Situation économique de la fève en Algérie

9.1.1 Evolution des superficies (ha) de la fève par rapport aux autres légumineuses de 2002 à 2012

Les données sur la superficie agricole utile occupée par les différentes légumineuses sont présentées dans la figure suivante :

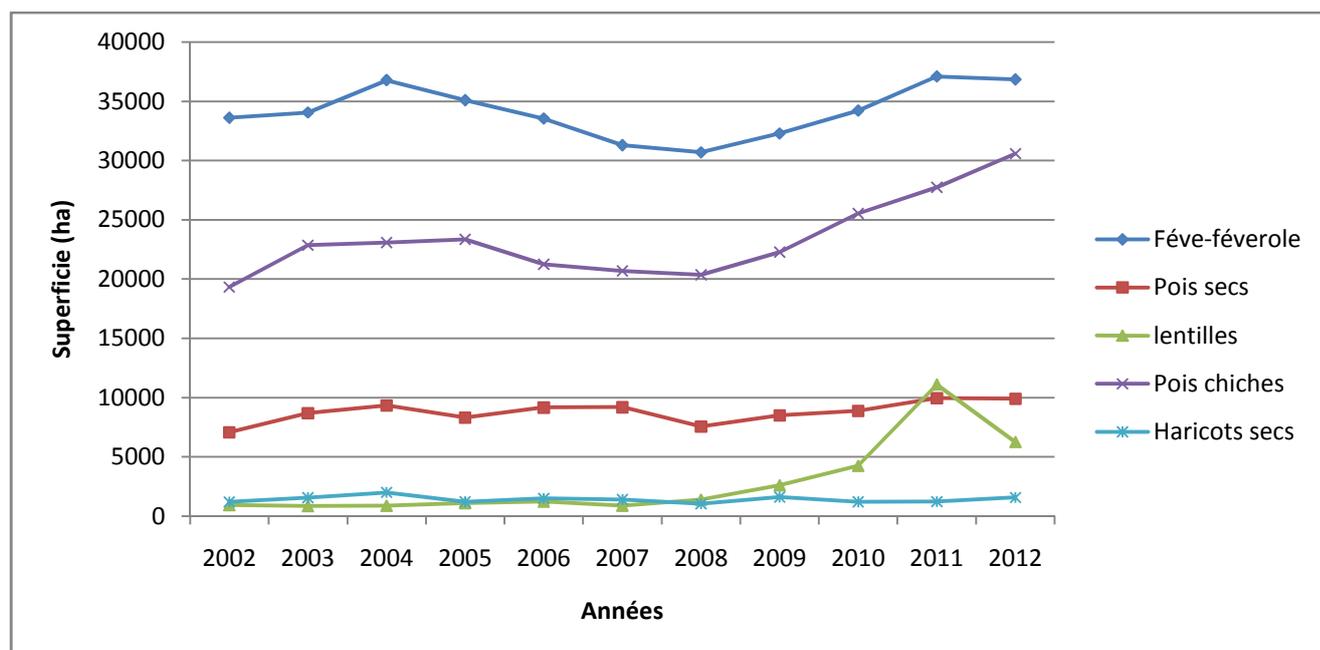


Figure 3: Superficie agricole utile occupée par les différentes légumineuses en Algérie pour la décennie 2002-2012 (Anonyme, 2013_a).

D'après la figure ci-dessus, la culture de la fève occupe le premier rang au niveau national avec 375441 ha soit 48,29 % de la sole totale des légumineuses alimentaires, suivie par le pois chiche avec 256996 ha (33,06 %). Le pois sec occupe 96460 ha soit 12,40 % et la lentille 31327 ha (4,03 %). Par contre, le haricot n'occupe que 15499 ha soit 1,99 % de la sole totale réservée aux cultures légumières.

Les principales légumineuses alimentaires cultivées en Algérie sont la fève et le pois chiche. Ces deux espèces couvrent plus de 81% des superficies destinées aux légumineuses alimentaires.

Les données montrent également que les superficies varient d'une année à une autre et que la plus grande superficie consacrée à la culture de la fève est enregistrée en 2011 avec 37090 ha.

En Algérie, la fève est cultivée sur les plaines côtières, les plaines sub-littorales et les zones sub-sahariennes, plus spécialement dans les wilayas de l'Ouest (Sidi Bel-Abbés, Tlemcen et Mostaganem), du centre (El Khemis et Boumèrdès) de l'Est et du Sud Est (Béjaia, Batna et Biskra) (Ouffroukh et Aggad, 1996).

D'après Maatougui (1996), plus de 80% des superficies sont localisées sur les plaines côtières et intérieures recevant une pluviométrie variant de 500 à 600 mm/an et que 7% des superficies sont conduites en irrigué dans les zones sahariennes. Selon le même auteur, la consommation de la fève en Algérie se fait beaucoup plus en gousses fraîches qu'en graines sèches ce qui influe sur les niveaux de rendements en grain.

9.1.2. Evolution des productions (qx) de la fève par rapport aux autres légumineuses de 2002 à 2012

Le bilan de récolte des différentes légumineuses est présenté dans la figure suivante :

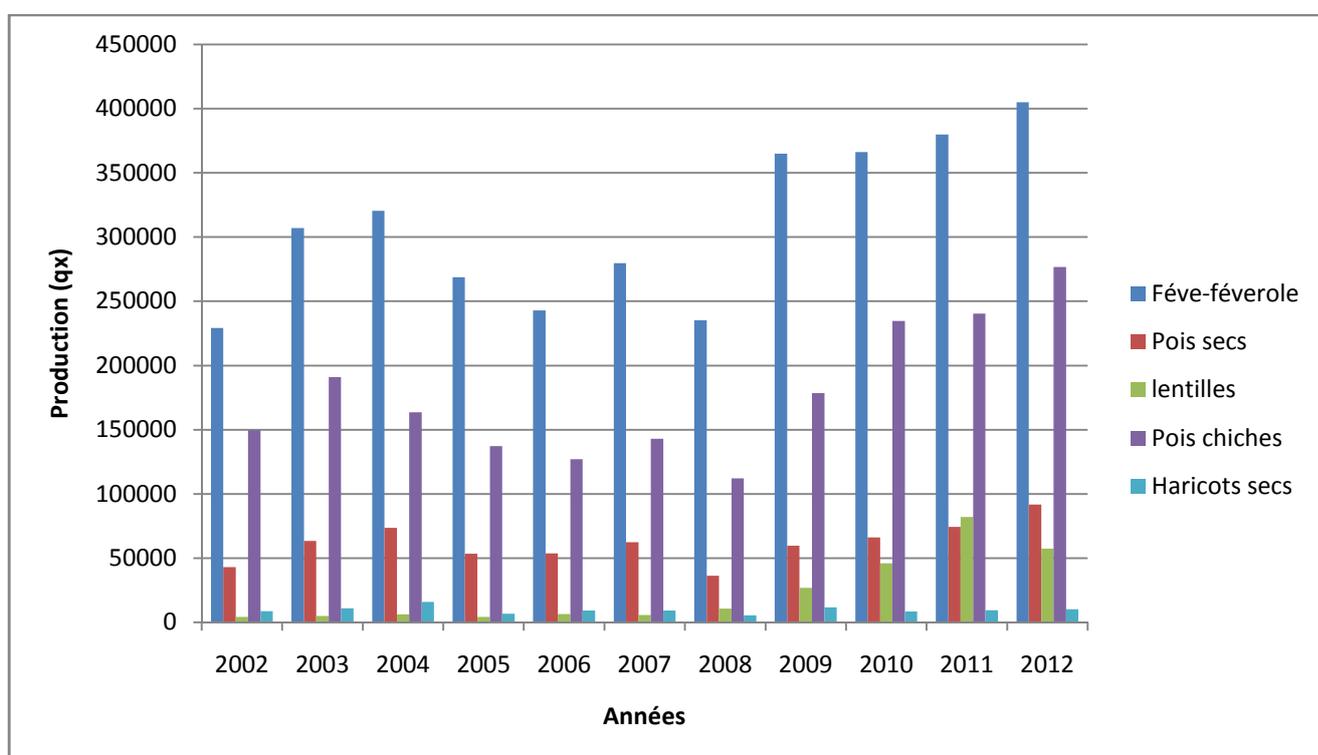


Figure 4 : Production en (qx) des différentes légumineuses alimentaires en Algérie pour la décennie (2002-2012) (Anonyme, 2013_a).

Comme le montre la figure 4, la production de la fève est très importante si elle est comparée à la production des autres légumineuses cultivées. Au cours de l'année 2012, il y'a eu une nette augmentation dans la production des légumineuses alimentaires par rapport aux années précédentes avec un total de 842900 qx, dont 405070 qx sont produits en fèves.

La fève est la plus importante culture du secteur des légumineuses alimentaires, elle occupe une place stratégique dans l'économie nationale et dans la production agricole.

9.1.3. Evolution des rendements (qx/ha) de la fève par rapport aux autres légumineuses de 2002 à 2012

Les données sur les rendements des différentes légumineuses sont présentées dans la figure suivante :

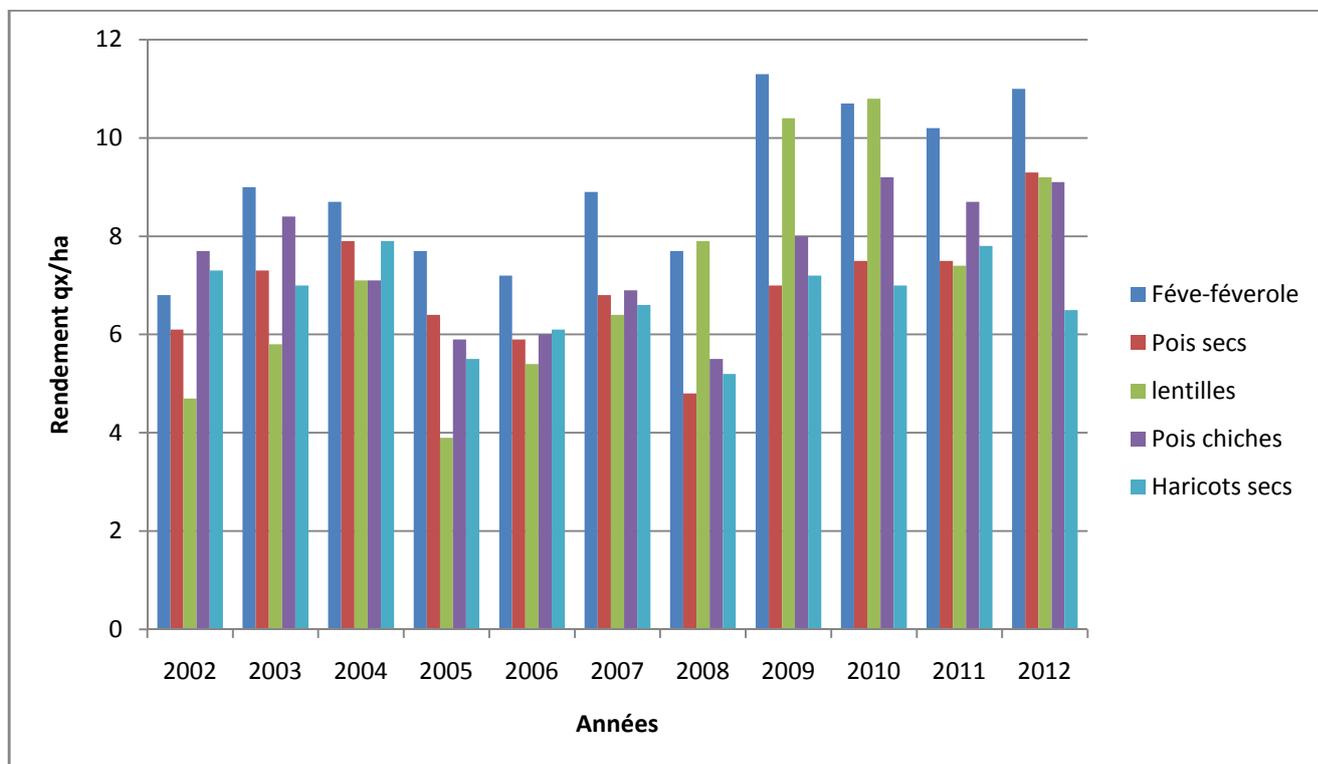


Figure 5 : Rendements en (qx/ha) des différentes légumineuses alimentaires en Algérie pour la décennie (2002-2012) (Anonyme, 2013_a).

D'après ces données, nous constatons des fluctuations du rendement de la fève qui varie d'une année à une autre. Le rendement maximal a été noté durant la campagne agricole 2008-2009 avec 11,3 qx/ha, par contre le rendement minimal a été enregistré durant l'année 2002 avec 6,8 qx/ha.

D'après Sellami et Bousnina (1996), la production et les rendements de la fève subissent d'énormes fluctuations qui ont pour cause plusieurs facteurs qui peuvent être d'ordre climatique, agro-technique et phytosanitaire.

Hamadache et *al.* (1996) affirment que les contraintes biotiques sont certainement à l'origine de la baisse de la productivité de cette culture en Algérie.

9.2. Production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou

Les statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève et de la féverole dans la wilaya de Tizi-Ouzou pour la décennie 2002-2012 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Superficie et production de la fève et de la féverole dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Anonyme, 2013_b).

Campagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2001-2002	916	9164	10,00
2002-2003	962	8733	9,08
2003-2004	917	9260	10,10
2004-2005	890	8124	9,13
2006-2007	667	7388	11,08
2007-2008	675	7440	11,02
2008-2009	727	8415	11,57
2009-2010	803	10222	12,73
2010-2011	819	10016	12,23
2011-2012	835	11644	13,94
Moyenne	821,1	9040,6	11,09

D'après le tableau ci-dessus, la superficie moyenne réservée à la culture de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou est de 821,1 ha, elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi et dont la moyenne de dix années est de 9040,6 qx.

Nous constatons également des fluctuations du rendement qui présente une moyenne de 11,09 qx/ha. Le rendement maximal a été noté durant la campagne agricole 2011-2012 avec 13,94 qx/ha, par contre le rendement minimal a été enregistré durant l'année 2003 avec 9,08 qx/ha.

9.2.1. Superficie et production de la fève et de la féverole par rapport aux autres légumineuses dans la wilaya de Tizi-Ouzou

Les données sur la superficie et la production de la fève et de la féverole par rapport aux autres légumineuses sont présentées dans la figure suivante :

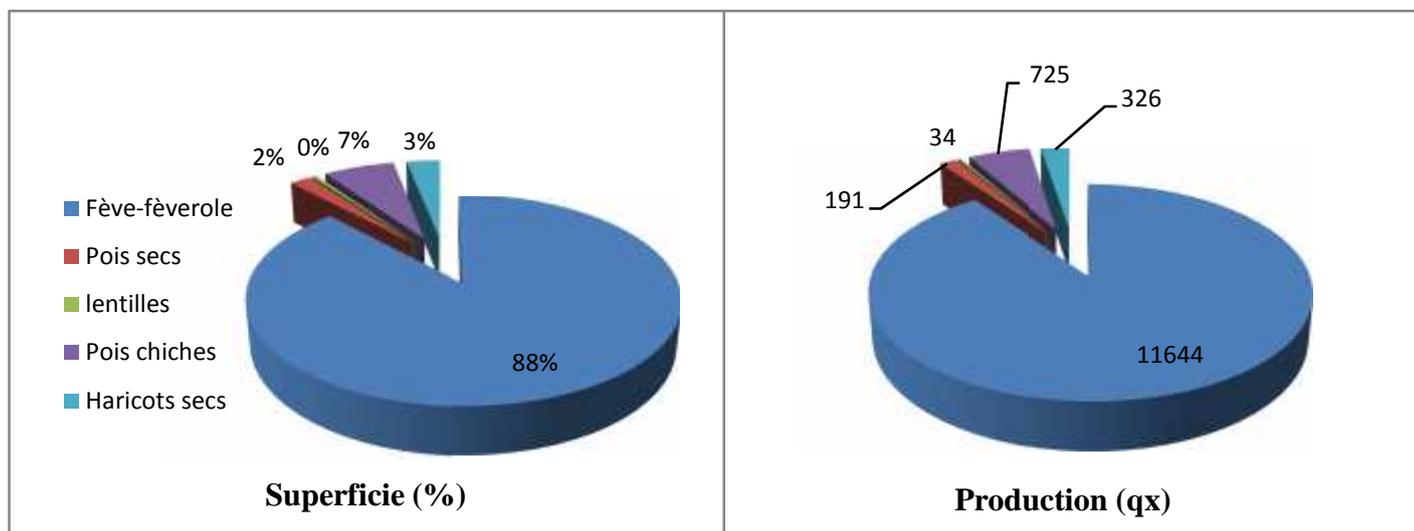


Figure 6 : Superficie et production de la fève et de la féverole comparées aux autres légumineuses pendant la campagne agricole 2011-2012 au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou (Anonyme, 2013_b).

La figure 6 montre qu'à Tizi-Ouzou, la fève est la culture dominante avec 88% des superficies allouées aux légumineuses alimentaires suivie par le pois chiche qui occupe 7% de la sole totale des légumineuses alimentaires.

Nous constatons également que l'importance des superficies emblavées en fève se traduit par une production plus importante comparativement à la production des autres légumineuses.

La fève est la légumineuse la plus cultivée dans la région de Tizi-Ouzou, elle occupe une place importante dans l'art culinaire de cette région.

10. Contraintes de la culture de la fève en Algérie

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

10.1. Les contraintes culturelles

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

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

10.2. Les contraintes socio-économiques

La culture de la fève impose des charges de mains d'œuvre élevées, de plus, les prix à la production offerts aux agriculteurs étaient insuffisants pour que cette culture soit vue comme profitable, de même que très peu d'efforts financiers sont consentis pour cette culture par les agriculteurs qui en ont fait une culture marginalisée (Maatougui, 1996).

10.3. Les contraintes abiotiques

Maatougui (1996) rapporte qu'en Algérie, les cultures de fève sont sujettes à des stress abiotiques importants notamment :

- les gelées printanières et le froid hivernal provoquant la coulure des fleurs et aussi la mortalité des plantes sur les hauts plateaux et parfois sur les plaines intérieures.
- la sécheresse aussi bien sur les hauts plateaux qu'au niveau des plaines littorales due à l'irrégularité et à l'insuffisance de la pluviométrie dans ces zones.
- La chaleur est une contrainte dans les zones sahariennes, les hauts plateaux et dans les plaines intérieures où les vents chauds et secs (Sirocco) affectent la production.
- La salinité au niveau des zones sahariennes où la fève est irriguée avec des eaux chargées en sodium d'où une réduction de la productivité par les effets néfastes du sodium sur les plantes.

Khan et *al.* (2010) signalent que la sécheresse est considérée comme la contrainte abiotique la plus importante qui nuit à la productivité des fèves.

10.4. Les contraintes biotiques

Parmi les contraintes biotiques nous avons :

10.4.1. Les maladies fongiques

Les maladies fongiques les plus importantes de la fève sont les suivantes :

10.4.1.1. Les taches chocolat

Les taches chocolat (figure 7) est l'une des maladies les plus destructives affectant la fève. Cette maladie est causée par un champignon *Botrytis fabae* qui est présent près de toutes les zones de culture de la fève. Les premiers symptômes sont des taches de couleur brun foncé entouré par un anneau de couleur brun orangé sur les feuilles, les fleurs et les tiges. La sévérité de la maladie est favorisée par une température de 15-22°C et une humidité relative élevée (> 80%) causant une défoliation et tuant la plante en seulement 2 jours (Stoddard et *al.*, 2010).

Hanounik et Bisri (1991) rapportent que dans les années 1977 en Syrie, les pertes dues à la maladie des taches chocolat ont obligé les agriculteurs à abandonner leurs cultures.

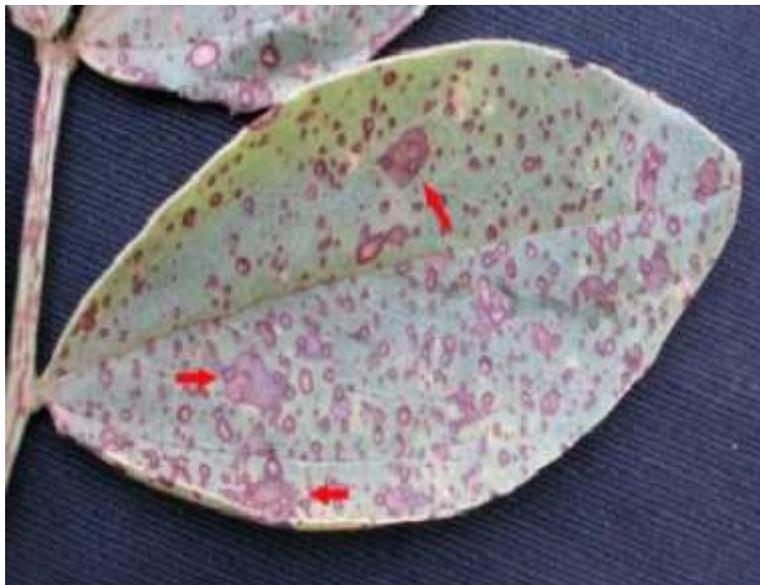


Figure 7 : Maladie des taches chocolat (Villegas-Fernandez et Rubiales, 2011).

10.4.1.2. L'ascochytose

L'ascochytose est une maladie causée par un champignon *Ascochyta fabae* qui peut entraîner jusqu'à 90% des pertes dans le rendement. Ce champignon attaque les graines ainsi que toutes les parties aériennes de la plante. Les dégâts sont une réduction de la surface photosynthétique, l'avortement des gousses et l'infestation des graines (Sillero et al., 2010).

L'ascochytose est favorisée par une humidité relative élevée et une température optimale de 5-15°C. Cette maladie se caractérise par des lésions de couleur grise, présentant un anneau distinctif de couleur noire sur les feuilles et les tiges (Stoddard et al., 2010).

10.4.1.3. La rouille

Selon Sillero et al., (2010), *Uromyces viciae fabae* est le champignon en cause de la rouille chez la fève, c'est l'une des maladies les plus sévères dans le monde (figure 8).

Les attaques commencent habituellement en fin de saison au moment du remplissage des gousses et les pertes sont moindres par rapport aux attaques de début de saison qui sont plus sévères et peuvent occasionner des pertes de plus de 70% du rendement. La rouille se distingue par la présence de pustules de forme ovale, de couleur marron, de 1 mm de diamètre qui se développent à la surface des folioles, de la tige et des gousses (Stoddard et al., 2010).



Figure 8 : La rouille (Sillero et al., 2011).

10.4.1.4. La pourriture des racines

La pourriture des racines est due à plusieurs espèces de champignons du genre *Fusarium*, principalement à *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium culmorum* et *Fusarium avenaceum*. Cette maladie peut se développer sur des sols secs et humides (Duc, 1997).

Bien que chacune de ces maladies soit très destructive en soi, quand deux ou plus interagissent sur la même plante, leur effet combiné est encore plus nuisible (Hanounik et Bisri, 1991).

10.4.2. Les maladies virales

Les principales maladies virales de la fève d'après Kumari et Van Leur (2011) sont :

- la mosaïque jaune du haricot (bean yellow mosaic virus : BYMV) transmise par les pucerons selon le mode non persistant.
- le virus de l'enroulement des feuilles du haricot (bean leaf roll virus : BLRV) transmis par les pucerons selon le mode persistant.
- le virus des taches de la fève (broad bean stain virus : BBSV) transmis par les coléoptères selon le mode non persistant.
- le virus jaune nécrotique de la fève (faba bean necrotic yellow virus : FBNYV) transmis par les pucerons selon le mode persistant.

10.4.3. Les parasites

Les parasites pouvant attaquer la fève sont les suivants :

10.4.3.1. L'orobanche

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

L'orobanche peut produire jusqu'à 200000 graines, ces dernières restent en dormance dans le sol jusqu'à ce qu'elles reconnaissent les racines de leurs plantes hôtes et germent. Les plants d'orobanche adhèrent à la surface des racines de la plante hôte et finissent par pénétrer à travers le cortex, l'endoderme et le cylindre central par des pressions mécaniques et des activités enzymatiques (Stoddard et *al.*, 2010).

Maaloufi et *al.* (2011) rapportent que les différentes espèces d'orobanche sont des plantes holoparasites dépourvues de chlorophylle qui peuvent survivre et se développer en absorbant les glucides du phloème et l'eau et les minéraux du xylème de leur plante hôte.

Au cours des semaines suivantes, la plante parasite développe un tubercule à la surface racinaire de la plante hôte produisant des pousses florifères qui émergent du sol et qui produisent des graines (Stoddard et *al.*, 2010).

En Algérie, ce parasite cause des déprédations sur tout le littoral Algérois, la Mitidja et dans la zone sahelienne Oranaise (Ait-Abdellah et Hamadache, 1996).

10.4.3.2. Les nématodes

Parmi les espèces de nématodes affectant la fève, le nématode des tiges (*Ditylenchus dipsaci*) est le plus fréquent et le plus destructif. Cet endoparasite présente 2 races : la race géante au spectre d'hôte plus limité et la race normale avec un large spectre d'hôte. La race géante est responsable de plus de dégâts par rapport à la race normale, particulièrement lorsque les graines semées sont infestées de nématode (Sillero et *al.*, 2010).

Le nématode des tiges causent un gonflement et une distorsion au niveau de la tige avec une décoloration des parties de la plante (Stoddard et *al.*, 2010).

10.4.4. Les insectes ravageurs

Les principaux insectes ravageurs de la culture de la fève sont :

10.4.4.1. Les pucerons (figure 9A)

Les pucerons sont un sérieux problème qui influence directement la productivité des fèves lorsque les infestations sont très sévères et demeurent l'une des causes indirectes de forts dégâts occasionnés par les virus dont ils sont vecteurs (Maatougui, 1996). Ces insectes ravageurs font l'objet de cette présente étude.

10.4.4.2. La sitone du pois (*Sitona lineatus*) (figure 9B)

Selon Rachef et *al.* (2005), les sitones constituent le groupe des Curculionides, ce sont des petits insectes très allongés de couleur grise, leurs dimensions varient entre 2 et 8 mm.

Les adultes de ce coléoptère se nourrissent du feuillage des plantules en provoquant des encoches en forme de U. Les larves infestent les nodosités des racines réduisant la fixation d'azote atmosphérique (Weigand et Bishara, 1991).

10.4.4.3. Le lixus des fèves (*Lixus algirus*) (figure 9C)

C'est un insecte de la famille des Curculionidae de 13 à 18 mm souvent revêtu d'une pruinosité dense, jaune, brun rouge ou blanchâtre. Les larves évoluent à l'intérieur de la tige où elles creusent des galeries descendantes, les adultes quant à eux se nourrissent du feuillage, des jeunes pousses et même des inflorescences (Rachef et *al.*, 2005).

10.4.4.3. La bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*) (figure 9D)

Rachef et *al.* (2005) rapportent qu'en Algérie, toutes les superficies cultivées en fève sont attaquées par la bruche, ce coléoptère de la famille des Bruchidae occasionnent d'importants dégâts où plus de 64 % de graines peuvent être infestées.

Les adultes pondent des œufs sur les gousses, la larve creuse un petit trou à travers la gousse et entre dans la graine en développement où va se dérouler son cycle de vie (Weigand et Bishara, 1991).

Stoddard et *al.* (2010) préconisent l'application d'une lutte intégrée pour faire face aux contraintes biotiques. Cette stratégie de lutte intégrera l'amélioration génétique du matériel végétal pour sa résistance à ces stress biotiques, la lutte chimique par l'utilisation rationnelle de produits chimiques et les méthodes culturales adéquates, comme l'utilisation de semences saines.

A



B



C



D



Figure 9 : Les insectes ravageurs de la fève. A : les pucerons ; B : la sitone du pois ; C : le lixus des fèves ; D : la bruche de la fève (G : 10×4) (Originales, 2013).

Chapitre II :

Généralités sur les aphides

Introduction

Les pucerons ou aphides constituent un groupe d'insectes extrêmement répandu dans le monde (Hullé et *al.*, 1998). C'est dans les zones tempérées que l'aphidofaune est plus diversifiée (Ortiz-Rivas et *al.*, 2004), alors que ces insectes sont rares dans les régions tropicales et subtropicales (Dedryver et *al.*, 2010 ; Peccoud et *al.*, 2010).

Les pucerons sont apparus il y'a environ 280 millions d'années et leur diversification est concomitante avec la radiation des angiospermes (Bonnemain, 2010). Ils ont colonisé la plupart des plantes à fleurs mais aussi les résineux, quelques fougères et mousses (Turpeau-Ait Ighil et *al.*, 2011). La plupart sont inféodés à une seule espèce végétale mais certains font preuve d'une polyphagie étendue (Fraval, 2006).

Les pucerons sont un sérieux problème en agriculture malgré qu'ils forment un petit groupe d'insecte d'environ 4000 espèces dans le monde (Dedryver et *al.*, 2010). Prés de 250 espèces sont de sérieux ravageurs des cultures et des forêts (Iluz, 2011).

Les pucerons ont longtemps fait l'objet de recherches intenses pour plusieurs raisons : ils causent d'importantes pertes économiques, ils ont développé un cycle de vie complexe alternant reproduction asexuée et sexuée, ils ont montré une remarquable plasticité phénotypique et enfin ils transmettent des centaines de virus aux plantes (Uzest et *al.*, 2010).

1. Systématique

D'après Iluz (2011), les aphides sont classés comme suit :

Reigne :	Animalia
Phyllum :	Arthropoda
Classe :	Insecta
Ordre :	Hemiptera
Sous ordre :	Sternorrhyncha
Super famille :	Aphidoidea
Famille :	Aphididae Adelgidae Eriosomatidae Phylloxeridae

Selon le même auteur, le sous ordre des Sternorrhyncha compte également d'autres insectes comme les psylles, les aleurodes et les cochenilles.

D'après la classification de Remaudière et Remaudière (2006), la famille des Aphididae est subdivisée en 25 sous familles, 18 tribus et 2 sous tribus qui sont :

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1- S/f des Aiceoninae | |
| 2- S/f des Anoeciinae | |
| 3- S/f des Aphidinae : | Tribu des Aphidini
Tribu des Macrosiphini
Sous tribu des Aphidina
Sous tribu des Rhopalosiphina |
| 4- S/f des Chaitophorinae : | Tribu des Atheroidini
Tribu des Chaitophorini |
| 5- S/f des Drepanosiphinae | |
| 6- S/f des Greenideinae : | Tribu des Cervaphidini
Tribu des Greenideini
Tribu des Schoutedeniini |
| 7- S/f des Hormaphidinae : | Tribu des Cerataphidini
Tribu des Hormaphidini
Tribu des Nipponaphidini |
| 8- S/f des Israelaphidinae | |
| 9- S/f des Lachninae : | Tribu des Cinarini
Tribu des Lachnini
Tribu des Tramini |
| 10- S/f des Lizeriinae | |
| 11- S/f des Macropodaphidinae | |
| 12- S/f des Mindarinae | |
| 13- S/f des Myzocallidinae : | Tribu des Calaphidini
Tribu des Myzocallidini |
| 14- S/f des Neophyllaphidinae | |
| 15- S/f des Neuquenaphidinae | |
| 16- S/f des Parachaitophorinae | |
| 17- S/f des Pemphiginae : | Tribu des Eriosomatini
Tribu des Fordini
Tribu des Pemphigini |
| 18- S/f des Phloeomyzinae | |
| 19- S/f des Phyllaphidinae | |
| 20- S/f des Pterastheniinae | |
| 21- S/f des Pterocommatinae | |
| 22- S/f des Saltusaphidinae | |
| 23- S/f des Taiwanaphidinae | |
| 24- S/f des Tamaliinae | |
| 25- S/f des Thelaxinae | |

Blackman et Eastop (2007) rapportent que la sous famille des Aphidinae est la plus grande et contient une proportion élevée de pucerons se nourrissant de plantes herbacées.

Selon Cœur d'acier et *al.* (2007), les pucerons les plus nuisibles appartiennent au genre *Aphis* Linnaeus qui est considéré comme le plus grand genre d'aphides dans le monde.

2. Morphologie externe

Les pucerons sont des insectes aux téguments mous, petits (2 à 4 mm en général) avec le corps ovale et peu aplati (Fraval, 2006).

La surface des pucerons peut être brillante, mate, ou recouverte d'excrétion cireuse, leur cuticule peut être dépourvue de pigmentation ou pigmentée (imprégnée de mélanine) selon les stades, les formes ou les espèces (Leclant, 1999).

Le puceron de forme ailé ou aptère comprend trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen (figure 10) :

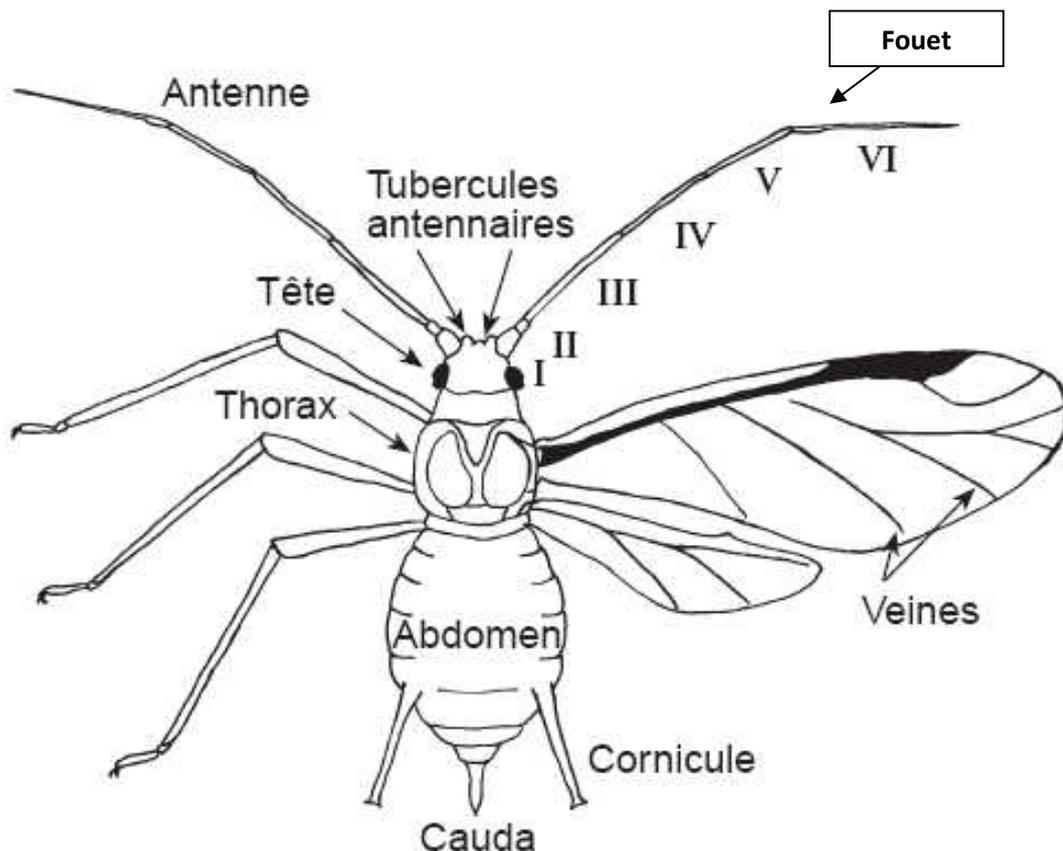


Figure 10 : Morphologie d'un puceron ailé (Godin et Boivin, 2000).

2.1. La tête

La tête porte des antennes formées généralement de 6 articles sur lesquels apparaissent des organes olfactifs appelées rhinaries ou sensoria qui sont les sensoria primaires et les sensoria secondaires (Hullé et *al.*, 1999).

Hardie et *al.* (1995) ; Leclant (1999) ont noté que les sensoria primaires portés par les deux derniers articles antennaires se retrouvent chez toutes les formes à tous les stades, en revanche, les sensoria secondaires sont situés généralement sur le troisième article, ils sont nombreux chez les formes ailées et chez les mâles aptères, ils sont plus rares chez les virginipares (femelles parthénogénétiques) aptères.

Les sensoria primaires sont de deux types : les sensoria primaires proximales et les sensoria primaires distales situés respectivement sur le cinquième et sixième segment antennaire et ont pour fonction la détection de l'odeur de la plante hôte. De plus, les sensoria primaires distales jouent un rôle dans la détection des phéromones d'alarmes. Par contre, les sensoria secondaires détectent les phéromones sexuelles (Park et Hardie, 2004).

Le dernier article antennaire comprend une partie basale plus renflée et une partie plus fine souvent plus longue appelée le fouet. Les antennes peuvent être insérées directement sur le front ou sur des protubérances appelées tubercules frontaux (Turpeau-Ait Ighil et *al.*, 2011).

D'après Iluz (2011), les pucerons possèdent deux yeux composés et derrière chaque œil se trouve un tubercule oculaire porteur de 3 ommatidies (triommatidia).

Les pucerons sont des insectes phytophages caractérisés par un système buccal de type piqueur-suceur composé de stylets perforants, longs et souples, coulissant dans un rostre segmenté à 4 articles. Le rostre est situé à la face inférieure de la tête (Hullé et *al.*, 1998).

2.2. Le thorax

Le thorax comprend trois segments : le prothorax, le mésothorax et le métathorax. Le thorax porte les trois paires de pattes et les deux paires d'ailes pour les formes ailées (Turpeau-Ait Ighil et *al.*, 2011).

Les trois paires de pattes se terminent par des tarsi à deux articles, le dernier est pourvu d'une paire de griffes (Hullé et *al.*, 1998).

Chez la forme ailée, les ailes sont membraneuses repliées verticalement au repos et chez certaines espèces, la nervation des ailes peut être caractéristique (Hullé et *al.*, 1999). De plus, les ailés ont un mésothorax sclérifié (Turpeau-Ait Ighil et *al.*, 2011).

2.3. L'abdomen

L'abdomen comporte 9 segments difficiles à différencier. Le cinquième porte les cornicules et le dernier segment porte la cauda (Hullé et *al.*, 1998).

La cauda est une prolongation du dernier segment et sert à l'épandage du miellat (Fraval, 2006) quant aux cornicules, se sont des tubes creux dressés, de forme et de longueur très variées (Mondor et Roitberg, 2002).

D'après Vandermoten et *al.* (2011), les cornicules secrètent une substance de défense renfermant principalement des triglycérides qui sont gluants pouvant immobiliser l'ennemi ainsi qu'une phéromone d'alarme qui incite les pucerons voisins à se détacher de la plante et à se laisser tomber.

Leclant (2000) distingue au niveau ventral: une plaque anale, souvent pigmentée et une plaque génitale. L'orifice génital apparaît comme une simple ouverture transversale chez les virginipares et les femelles sexuées du fait qu'il n'y a pas d'ovipositeur. Chez les mâles, les organes copulateurs comprennent le pénis et une paire de valves génitales.

3. Stades de développement

Les pucerons comportent quatre stades larvaires qui ressemblent à des adultes, mais de plus petite taille, ont le même mode de vie et provoquent les mêmes types de dégâts. Les stades larvaires sont séparés par des mues qui permettent la croissance en longueur, se sont donc des insectes à métamorphose incomplète (hétérométabole) (Sullivan, 2005).

Selon Le trionnaire et *al.* (2008), les pucerons peuvent pondre des œufs, allongés, de couleur noire et mesurent moins d'1 mm de long. Ces œufs sont généralement déposés dans les fissures de l'écorce des arbres ou dans les bases des bourgeons à feuilles (Hales et *al.*, 1997).

Les larves peuvent devenir des adultes aptères ou ailés (figure 11). Une larve se reconnaît par ses caractères juvéniles: tête large par rapport au corps, cauda plus courte et arrondie (plutôt qu'allongée), antennes et cornicules peu développées, présence de fourreaux alaires (FA) dans le cas des ailés (Godin et Boivin, 2000).

Les larves du 3^{ème} et 4^{ème} stade qui donneront des adultes ailés sont appelées nymphes ou larves à ptérothèques (Dedryver, 1982).

Le développement larvaire dure en moyenne 8 à 10 jours, mais chez certaines espèces de pucerons, il peut se dérouler en 5 jours, ce sont des insectes au temps de génération court (Goggin, 2007).

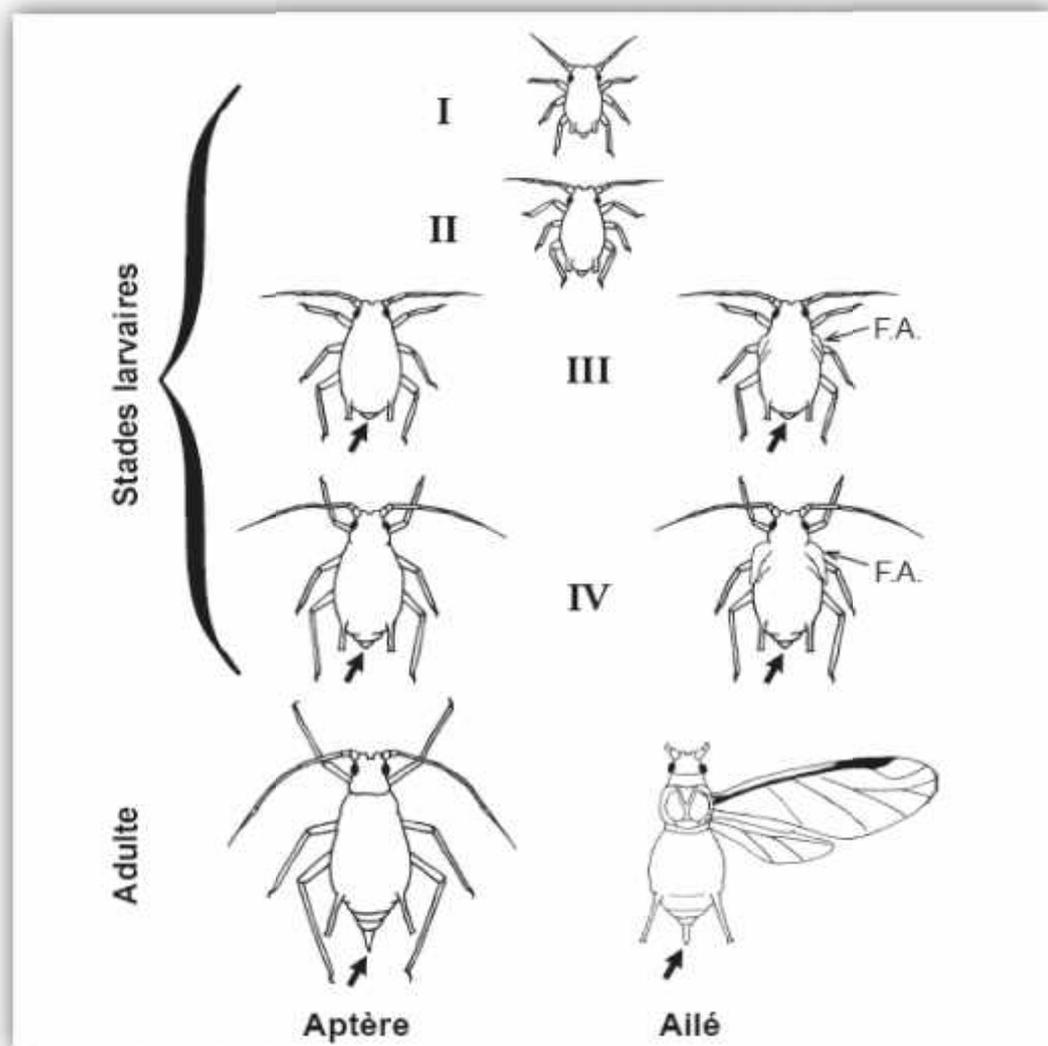


Figure 11 : Les stades de développement d'un puceron (Godin et Boivin, 2000).

4. Cycle de vie

D'après Leclant (1999), certaines espèces de pucerons présentent un cycle de vie anholocyclique c'est-à-dire qu'elles se reproduisent toute l'année par parthénogénèse. Chez d'autres espèces, la phase de multiplication parthénogénétique est entrecoupée d'une phase de reproduction sexuée on parle alors d'holocyclie (Hullé et *al.*, 1999).

Selon Hullé et *al.* (1999) ; Francis et *al.* (2005), les aphides se distinguent également par le nombre et le type de plantes sur lesquelles ils se développent. Certaines espèces dites monœciques ou autœciques qui vivent toute l'année sur le même type de plante et les espèces dites diœciques ou heterœciques, qui au cours de leur cycle biologique alternèrent entre deux types de plantes hôtes. Hardie et Powell (2002) signalent qu'environ 10% des espèces de pucerons sont diœciques.

L'hôte sur lequel se réalise la reproduction sexuée et sur lequel est déposé l'œuf d'hiver est appelé hôte primaire. C'est en général un végétal ligneux. Par contre on appelle hôte secondaire, généralement une plante herbacée, celui sur lequel ont émigré les individus ailés (Leclant, 1999).

Un cycle annuel de puceron se déroule généralement comme suit :

Au printemps, les œufs éclosent et donnent naissance à des femelles (les fondatrices) se reproduisant par parthénogénèse. Les fondatrices sont vivipares et sont à l'origine d'une succession de générations composées de femelles parthénogénétiques appelées fondatrigènes qui se développent au cours du printemps jusqu'au début de l'été (Hullé et *al.*, 1998).

Les descendants d'une seule fondatrice sont génotypiquement identiques et forment un clone (Hales et *al.*, 1997 ; Zintzaras et *al.*, 1999).

Simon et *al.* (2002) rapportent que les pucerons parthénogénétiques sont caractérisés en plus de la viviparité par le télescopage de générations c'est-à-dire que les larves portent déjà en elles les futures générations d'embryons qui ont commencé à se développer alors que les larves étaient encore dans l'abdomen de la femelle.

La phase asexuée peut donner jusqu'à 20 générations si les conditions climatiques sont favorables (Simon et *al.*, 2010).

Les pucerons connaissent parfois de véritables explosions démographiques ce qui explique les sévères dégâts causés aux cultures (Le Trionnaire et *al.*, 2008).

Au début de l'automne, en réponse à la diminution de la durée des jours et de la température, les femelles parthénogénétiques donnent naissance à des sexupares qui produisent des femelles et des mâles qui vont s'accoupler et les femelles fécondées vont pondre des œufs résistants au froid qui resteront en diapause tout l'hiver jusqu'au printemps prochain et le cycle recommence (figure 12) (Tagu et *al.*, 2005 ; Artacho et *al.*, 2011).

Chez les pucerons se sont les femelles qui attirent les mâles par la production d'une phéromone sexuelle sécrétée à partir des glandes situées généralement sur le tibia (Hales et *al.*, 1997).

Le trionnaire et *al.* (2012) notent que la combinaison des deux modes de reproduction au cours du cycle annuel du puceron a des avantages : la parthénogenèse assure une multiplication rapide lors de la belle saison et la reproduction sexuée permet de produire des œufs résistants au rigueur de l'hiver et de générer une fois par an de nouvelles recombinaisons génétiques.

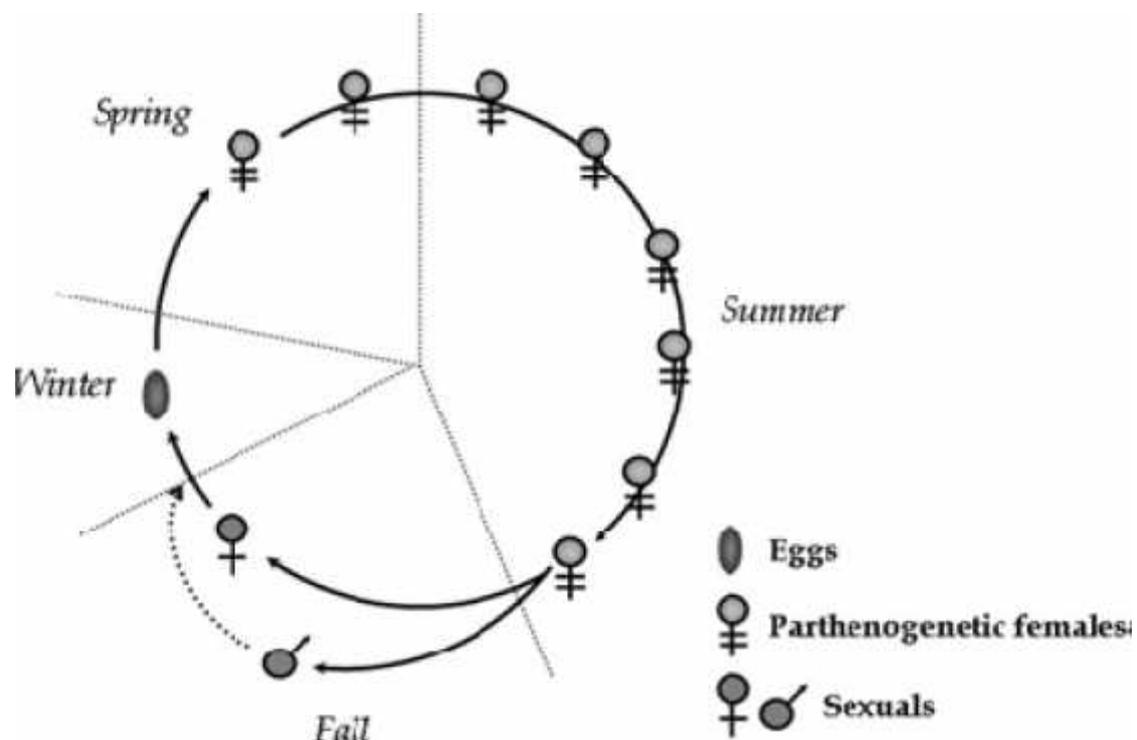


Figure 12 : Cycle de vie d'un puceron (Le Trionnaire et *al.*, 2008).

5. Polyphénisme

Il existe différents polyphénisme chez les pucerons :

5.1. Polyphénisme de reproduction

D'après Simon et *al.* (2010), les pucerons font partie des rares organismes à pouvoir se reproduire de manière sexuée ou asexuée. Cette plasticité phénotypique est considérée comme une réponse adaptative à la saisonnalité.

Cortés et *al.* (2008) définissent la plasticité phénotypique comme étant la capacité d'un seul génotype à exprimer des phénotypes sexués ou asexués, c'est ce qui est appelé polyphénisme de reproduction.

5.2. Formes ailée et aptère

Un autre polyphénisme communément rencontré chez les pucerons correspond à la présence, dans une même colonie, d'individus ailés et d'individus aptères qui ont strictement le même génome (Lushai et Loxdale, 2004).

Le polyphénisme des ailes se produit principalement chez les femelles parthénogénétiques alors que le polymorphisme alaire a été rencontré uniquement chez les mâles (Braendle et *al.*, 2006)

Le polyphénisme alaire se produit chez les femelles parthénogénétiques sous l'effet de divers stimuli tels que : la densité de la population, la qualité de la plante hôte, la température, la photopériode, les phéromones d'alarmes ainsi que les interactions avec les prédateurs et les parasites (De Vos et Jander, 2010 ; Simpson et *al.*, 2011).

Les morphes ailés se distinguent des aptères par une période de développement plus longue, une faible fécondité et une durée de vie plus courte (Podjasek et *al.*, 2005).

Braendle et *al.* (2006) ont ajouté que les ailés différent également des aptères par des yeux composés plus développés, des antennes plus longues avec plus de rhinaries, cet équipement sensoriel très élaboré va permettre la localisation de la plante hôte.

5.3. Autres polyphénismes

Les colonies de quelques aphides sont organisées en société avec des individus soldats ayant pour rôle la défense de la colonie. Plus de 40 espèces de soldats ont été réparties dans deux sous familles Eriosomatinae ou Pemphigidae et Hormaphidinae (Shibao et *al.*, 2002).

Chez le puceron *Colophina arma* par exemple, les femelles parthénogénétiques produisent deux types de larves : des larves qui se développeront pour donner des adultes se reproduisant par parthénogénèse et des larves soldats qui ne croissent pas et ne se reproduisent pas dont les pattes antérieures et médianes renforcées en forme de pinces (Simon, 2007).

Chez le puceron *Ceratovacuna lanigera*, la phéromone d'alarme induit la formation des soldats qui attaquent les prédateurs et parasitoïdes (Verheggen et *al.*, 2009_a).

Il existe également un polyphénisme de coloration chez les pucerons, c'est le cas des variations de couleur intraclonale, qui sont induites par des facteurs environnementaux et sont réversibles. Ces facteurs environnementaux sont principalement la température, la densité de la population et la réduction de la valeur nutritionnelle de la plante (Sullivan, 2005).

6. Interactions plante puceron

Les pucerons ailés sont capables de localiser leurs plantes hôtes à distance en mettant en jeu des stimuli visuels, olfactifs et gustatifs (Webster et *al.*, 2008).

Les stimuli visuels correspondent à des couleurs, les pucerons sont très sensibles pour la couleur verte et reconnaissent la couleur des feuilles de leur plante hôte (Döring et Chittka, 2007 ; Wiwart et Sadej, 2008).

Les composés chimiques volatils émis par la plante hôte induisent chez les pucerons des mouvements orientés vers la source de l'odeur, ainsi les virginipares ailés d'*Aphis fabae* utilise l'olfaction pour localiser leurs plantes hôtes dont *V. faba* (Webster et *al.*, 2008 ; Webster et *al.*, 2010).

Une fois au contact de la plante, les pucerons font appel à la gustation en introduisant leurs stylets dans la plante hôte jusqu'à ce que la composition de la sève soit reconnue. La gustation joue un rôle dans l'acceptation ou la non acceptation de la plante par le puceron (Will et Van Bel, 2006 ; Guerrieri et Digilio, 2008).

7. Facteurs agissant sur la dynamique des populations aphidiennes

Le taux de croissance et de reproduction des pucerons sont modifiés par des facteurs abiotiques et biotiques :

7.1. Les facteurs abiotiques

D'après Hullé *et al.* (2010), les températures optimales de développement des pucerons sont entre 20 et 25°C, leur température minimale de développement est en moyenne 4°C et leur limite de température est de 25 à 30°C.

Alors qu'Ashfaq *et al.* (2007) ont observé que les conditions favorables de croissance des pucerons sont à des températures de 13, 7°C à 30,3°C et une humidité relative de 45, 3%

Iluz (2011) signale que des conditions climatiques défavorables sont néfastes pour les pucerons, tels que les gelées printanières, les chaleurs excessives qui tuent les bactéries symbiotiques dont certains pucerons dépendent ainsi que les pluies qui empêchent les pucerons ailés de se disperser et délogent les pucerons aptères des plantes.

Robert (1982_a) rapporte que le vent, par sa vitesse et sa direction, détermine la distribution et l'aptitude de déplacement des pucerons, ces derniers peuvent être entraînés sur de longues distances (plusieurs centaines de kilomètres) et ainsi contaminer les parcelles. Sur les plantes, le vent est susceptible de modifier la distribution verticale et horizontale des individus en délogeant les formes les plus instables.

Le même auteur rajoute que la durée d'insolation augmente aussi la fréquence des envols des pucerons et favorise donc la contamination des cultures, par contre la plupart des espèces cessent de voler la nuit.

7.2. Les facteurs biotiques

Les pucerons peuvent réguler eux même leurs populations de deux manières, d'une part par l'apparition d'aillés qui quittent les plantes d'où une régression naturelle des populations et d'autre part une surpopulation entraînant une réduction du poids et de la fécondité des adultes aptères, un phénomène qui est réversible lorsque la densité de populations est redevenue faible (Robert, 1982_b).

Le même auteur signale que la plante hôte peut jouer un rôle dans la dynamique des populations aphidiennes ainsi une plante jeune est plus sensible à la contamination par les

ailés et les aptères y sont plus féconds, cette sensibilité diminue quand la plante acquiert une certaine maturité.

Plusieurs familles d'insectes prédateurs et parasitoïdes ainsi que des champignons peuvent contrôler les populations de pucerons :

7.2.1. Les prédateurs :

Les prédateurs incluent :

- Les coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) figure 13 A

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

- Les syrphes (Diptera : Syrphidae) figure 13 B

Si les adultes de Syrphidae pollinisent de nombreuses plantes cultivées, plus de 40% des espèces de cette famille de Diptères sont également des prédateurs entomophages efficaces aux stades larvaires (Francis et *al.*, 2003).

Les larves des espèces *Episyrphus balteatus* et *Syrphus ribesii* peuvent s'alimenter d'une large gamme d'espèces de pucerons et une seule larve d'*E. balteatus* peut consommer jusqu'à 400 pucerons durant son développement (Lopes et *al.*, 2011).

- Les cécidomyies (Diptera : Cecidomyiidae)

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

- Les chrysopes (Neuroptera : Chrysopidae) figure 13 C

Les chrysopes sont des prédateurs polyphages, les larves sont très voraces, les adultes de certaines espèces, telles que *Chrysoperla carnea* se nourrissent de miellat, de nectar et de pollen collectés sur diverses plantes, tandis que d'autres espèces appartenant au genre *Chrysopa* sont prédatrices de pucerons (Lopes et *al.*, 2011).

- Les hémérobés (Neuroptera : Hemerobiidae) figure 13 D

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

- Les punaises (Hemiptera : Anthocoridae)

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

A₁



A₂



B₁



B₂



C



D₁



D₂



Figure 13: Les insectes prédateurs de pucerons (Bugg et *al.*, 2008).

A₁ : Adulte de coccinelle, A₂ : Larve de coccinelle, B₁ : Adulte de diptère prédateur (Syrphidae), B₂ : Larve de diptère prédateur (Syrphidae), C : Larve de chrysope, D₁ : Adulte d'hémérobe, D₂ : Larve d'hémérobe.

7.2.2. Les parasitoïdes

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

Laamari et *al.* (2010) rapportent que la sous famille des Aphidiinae renferme environ 400 espèces à travers le monde, certaines de ces espèces sont des parasitoïdes solitaires et spécifiques des aphides.

Lysiphlebus fabarum est un endoparasitoïde solitaire, le plus abondant parasitoïde d'*A. fabae* dans les agro écosystèmes, il cause une réduction drastique des populations d'*A. fabae* comme il pourrait être utile en lutte biologique (Mahmoudi et *al.*, 2010).

Les pucerons parasités gonflent et se transforment en momie (figure 14) de couleur brune d'où émerge après une dizaine de jours un nouvel hyménoptère parasite (Kati et Hardie, 2010 ; Oliver et *al.*, 2012).



Figure 14 : Un puceron parasité (Kati et Hardie, 2010).

7.2.3. Les champignons

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

8. Dégâts

Les dégâts peuvent être directs ou indirects :

8.1. Les dégâts directs

Les pucerons causent d'importants dommages culturels en s'alimentant directement dans les éléments criblés du phloème, dans lesquels ils prélèvent la sève phloémienne riche en sucres, composés azotés et autres nutriments essentiels à leurs développements et reproductions (Dinant et *al.*, 2010).

La sève phloémienne est un milieu riche, mais constitue une ressource limitée en acides aminés essentiels non synthétisables par les animaux (Giordanengo et *al.*, 2007). L'adaptation du puceron à cette source alimentaire déséquilibrée n'a pu se faire que grâce à une bactérie symbiotique intracellulaire obligatoire *Buchnera aphidicola* spécialisée dans la complémentarité nutritionnelle (Brinza et *al.*, 2009 ; Leroy et *al.*, 2011).

L'alimentation phloémienne des pucerons sur la fève engendre un arrêt de croissance de la plante, l'enroulement et la chute prématurée des feuilles, la diminution du nombre de gousses et des graines ainsi qu'une réduction de la taille des graines (Akello et Sikora, 2012).

En s'alimentant de la sève, les pucerons injectent continuellement des sécrétions salivaires toxiques dans les tissus de la plante hôte (Tjallingii, 2006 ; Giordanengo et *al.*, 2010).

8.2. Les dégâts indirects

Les dégâts indirects sont essentiellement de deux types :

8.2.1. Miellat et fumagine

Les pucerons rejettent une substance épaisse et collante par le système digestif appelée le miellat. Ce composé déposé sur les feuilles et au pied de la plante hôte est riche en sucre et en acides aminés (Leroy et *al.*, 2009).

La forte concentration en sucre du miellat (90 à 95 % de matière sèche) favorise le développement de la fumagine, un complexe de champignon de type *Cladosporium*, *Aureobasidium*, *Fumago*, *Antennariella*, *Limacinula*, *Scorias* et *Capnodium*. La fumagine forme un dépôt noirâtre à la surface des feuilles de la plante hôte, réduit la photosynthèse et provoque même une asphyxie de la plante attaquée par les pucerons (Leroy et *al.*, 2009).

Le miellat attire les fourmis qui le consomment. La coopération entre les pucerons et les fourmis est un exemple bien connu de mutualisme, certaines espèces de pucerons augmentent la quantité de phloème ingéré et adaptent la quantité et la qualité de leur miellat afin de satisfaire les demandes des fourmis, en échange, les fourmis les protègent contre leurs nombreux prédateurs et participent activement à l'hygiène de la colonie (Verheggen et *al.*, 2009_b ; Vantaux et *al.*, 2011).

8.2.2. Transmission de virus

Les pucerons sont responsables de dégâts indirects assez importants en véhiculant des virus pathogènes (Harmel et *al.*, 2010 ; Akello et Sikora, 2012). Les virus affectent les processus physiologiques de la plante, en diminuant le taux de photosynthèse, en réduisant la teneur en chlorophylle (jaunisse) et en augmentant les taux de respiration (Radwan et *al.*, 2008).

D'après Brault et *al.* (2010), c'est lors de la phase d'alimentation que le puceron peut acquérir ou inoculer des virus, ces derniers sont transmis selon trois modes :

- Le mode non persistant : les virus sont acquis en quelques secondes et retenus pendant quelques minutes par leurs vecteurs.
- Le mode semi persistant : les virus sont acquis en quelques minutes à quelques heures et sont retenus pour plusieurs heures.
- Le mode persistant : les virus sont acquis en plusieurs heures et peuvent être retenus pour de longues périodes.

Les mêmes auteurs signalent que le mode persistant et semi persistant sont regroupés sous le terme de non circulant alors que le mode circulant a remplacé le terme persistant et inclue les virus qui se répliquent dans les cellules de l'insecte (propagative) et ceux qui ne se répliquent pas (non-propagative).

Dans le cas du mode circulant, les virus sont acquis au niveau des tubes criblés puis cheminent dans la lumière du tube digestif. Ils traversent les cellules intestinales et sont libérés dans l'hémocèle. Ils rejoignent ensuite les cellules des glandes salivaires qu'ils franchissent pour être libérés avec la salive dans la plante (Brault et *al.*, 2007).

Selon le même auteur, dans le cas du mode non circulant, les virus s'attachent aux stylets du vecteur, puis se détache pour être inoculés à la plante sans qu'il y ait de cheminement du virus à l'intérieur du vecteur.

Les pucerons sont considérés parmi les insectes ravageurs les plus importants induisant des pertes économiques notables. Les pertes de rendement peuvent dépasser 50% en raison de l'attaque du puceron noir de la fève (Hansen et *al.*, 2008).

Hullé et *al.* (1999) rapportent que le puceron noir de la fève provoque l'altération de la plante et l'avortement des fleurs sous l'effet de la salive, en plus du miellat, *A. fabae* transmet un grand nombre de virus pathogènes selon les modes persistant ou non persistant.

Le puceron noir de la fève forme des colonies noir mat, disposées en manchon sur les tiges, principalement aux extrémités et provoque même l'éclatement des gousses fortement attaquées (Chaux et Foury, 1994).

Aphis craccivora ou le puceron noir de la luzerne est un vecteur de particules virales responsable de la dissémination d'environ 30 virus aux plantes (Salman et *al.*, 2007).

9. Lutte

La lutte contre les pucerons a été et reste le souci majeur des agriculteurs. Pour cela différentes méthodes de lutte ont été préconisées dont :

9.1. La lutte chimique

Le seuil indicatif d'intervention aphicide sur fève est de 20% de plantes portant au moins une colonie (Hullé et *al.*, 1999).

Les insecticides utilisés sont les organophosphorés, les carbamates et les pyréthriinoïdes de synthèse et il est apparu une nouvelle famille de produits, les chloronicotiniles qui présentent la particularité d'être très fortement systémiques (Dedryver, 2007). Cependant, les insecticides présentent des inconvénients : ils coûtent chers, nuisent à l'écosystème et à l'environnement et tuent les insectes auxiliaires, de plus, les pucerons peuvent développer des résistances aux différentes molécules chimiques utilisées (Dogimont et *al.*, 2010).

9.2. La lutte biologique

Ce mode de lutte s'articule dans la majeure partie des cas sur l'utilisation des ennemis naturels ou auxiliaires des cultures pour réduire les niveaux des populations aphidiennes à des seuils économiquement tolérables (Sullivan, 2005).

9.3. La lutte variétale

La lutte variétale consiste à employer des cultivars résistants aux pucerons et aux virus transmis par ces derniers (Dedryver et *al.*, 2010).

D'après Dedryver (2010), les mécanismes de résistance des plantes aux pucerons sont de trois types : l'antixénose où la plante est refusée par l'insecte qui l'évite, l'antibiose où la plante réduit le potentiel de multiplication de l'insecte et la tolérance où la plante ne souffre pas ou peu de la présence des insectes qui s'y alimentent et s'y multiplient.

Selon le même auteur, la sélection de cultivars résistants aux pucerons essentiellement par antibiose est une méthode de lutte particulièrement judicieuse dans le contexte d'une agriculture durable.

9.4. Lutte préventive

La lutte préventive se base sur les différentes pratiques culturales pouvant réduire les dégâts tels que la détermination d'une date de semis et de récolte adéquate, la rotation des cultures avec une plante qui serait attrayante pour les pucerons, les associations culturales et la suppression des mauvaises herbes ou résidus de cultures qui pourraient héberger des pucerons (Sullivan, 2007).

Jaloux (2010) rapporte que l'association d'une plante hôte avec une plante compagne émettant des composés volatils différents va permettre de masquer ou d'altérer l'odeur de la plante hôte, ce qui va perturber sa localisation par les pucerons. Hensen et *al.* (2010) ont trouvé que l'association des fèves avec les céréales réduit la contamination des plantes par *A. fabae*.

9.5. La lutte intégrée

La lutte intégrée peut se définir par l'emploi combiné et raisonné de tous les moyens de lutte dont dispose l'agriculteur pour maintenir la population de ravageurs à un niveau suffisamment bas pour que les dégâts occasionnés à la culture soient économiquement tolérables (Faurie et *al.*, 2003).

Chapitre III :

Présentation de la région d'étude

1. Description de la zone d'étude

L'étude a été réalisée dans la région Tizi-Rached plus précisément à Taboukert, à une altitude de 200 m sur deux parcelles de fève : la Séville et la féverole. La commune de Tizi-Rached se situe à 20 Km de la wilaya de Tizi-Ouzou. Elle est délimitée au nord par Fréha, à l'est par Mekla et Ait Oumalou, à l'ouest par Tizi Ouzou et au sud par Larbaâ Nath Irathen et Irjen (figure 15).

Le terrain où sont cultivées les deux cultures de fève (la Séville et la féverole) est sans pente, limité au nord, à l'est et au sud par des champs et à l'ouest par une piste et une bordure d'oliviers.

Il s'agit d'une jachère, d'après Colignon et *al.* (2000), les jachères sont reconnus depuis longtemps pour abriter une riche entomofaune dont nombre d'espèces participent à l'agro écosystème.

A l'intérieur du verger sont cultivés des figuiers et un olivier quant à son voisinage, d'autres cultures de fève ont été réalisées ainsi que des cultures maraîchères (oignons et ail).

1.1. Choix de la zone d'étude

Les critères de choix de la zone d'étude sont :

- L'accessibilité au terrain
- La richesse floristique du terrain
- La basse altitude.
- Les dégâts causés par les pucerons dans cette zone.



Figure 15 : Situation géographique de la région d'étude (Google maps, 2013).

 : La zone d'étude.

1.2. Facteurs climatiques de la région d'étude

Doucet (1997) définit le climat comme étant un ensemble fluctuant de phénomènes météorologiques qui caractérisent principalement l'atmosphère d'un lieu donné et dont l'action complexe influence le comportement des êtres vivants.

Le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants. Il dépend de nombreux facteurs tels que la température, les précipitations, l'humidité relative de l'air, et le vent (Faurie et *al.*, 2003).

1.2.1. La température

D'après Ramade (2003), la température représente un facteur limitant de toute première importance, car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère.

Les valeurs des températures moyennes mensuelles (°C) enregistrées au niveau de la région de Tizi-Rached sont présentées dans la figure ci-dessous et le tableau 1 (voir annexes).

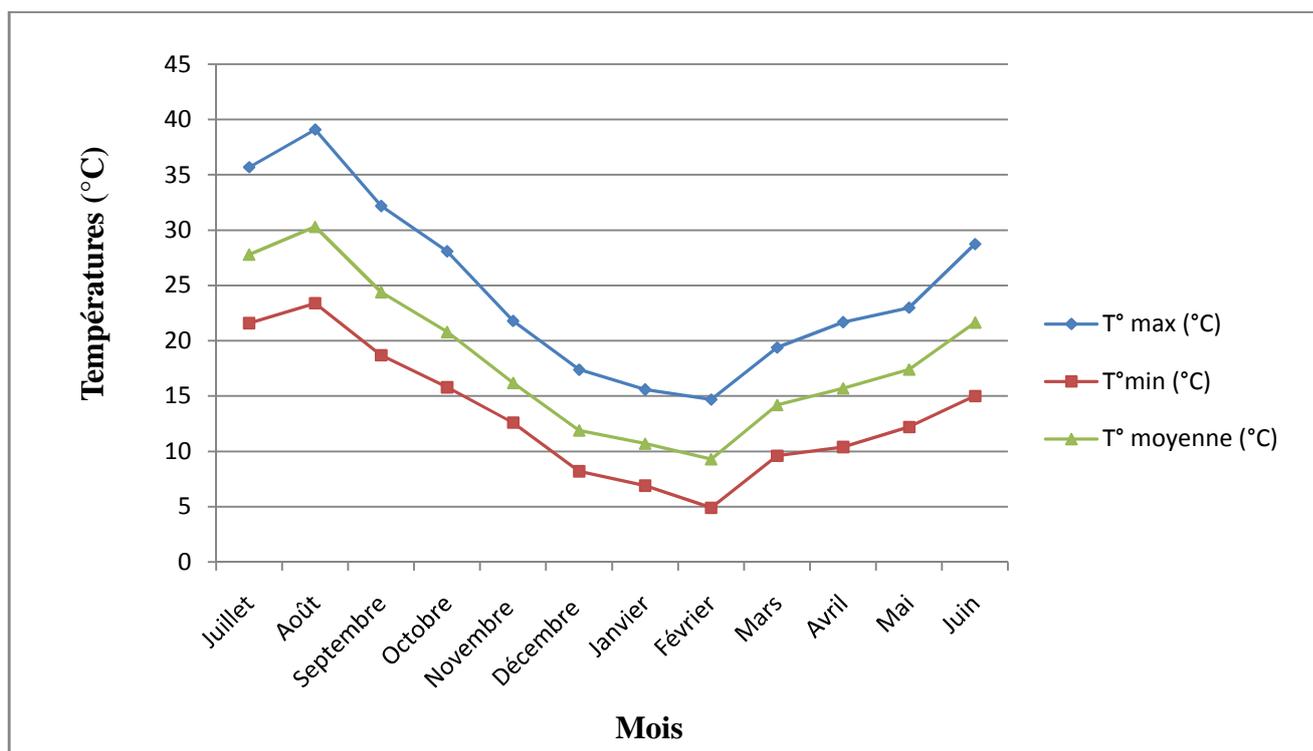


Figure 16 : Variation des températures moyennes mensuelles, maxima et minima de juillet 2012 à juin 2013 (ONM de Tizi Ouzou, 2013).

Ces données montrent que le mois d'août est le mois le plus chaud avec une température moyenne mensuelle de 30,3 °C, alors que, février est le mois le plus froid avec une température moyenne mensuelle de 9,3 °C.

1.2.2. La pluviométrie

La pluviométrie désigne la quantité totale de précipitations (pluie, grêle, neige) reçue par unité de surface et unité de temps (Ramade, 2003).

Avec la température, les précipitations représentent les facteurs les plus importants du climat. La quantité de précipitations est exprimée en millimètres, elle représente l'épaisseur de la couche d'eau qui resterait sur une surface horizontale s'il n'y avait ni écoulement ni évaporation (Faurie et *al.*, 2003).

Les moyennes mensuelles des pluviométries (en mm) enregistrées au niveau de la région d'étude sont présentées dans la figure 17 et le tableau 2 ci-annexé.

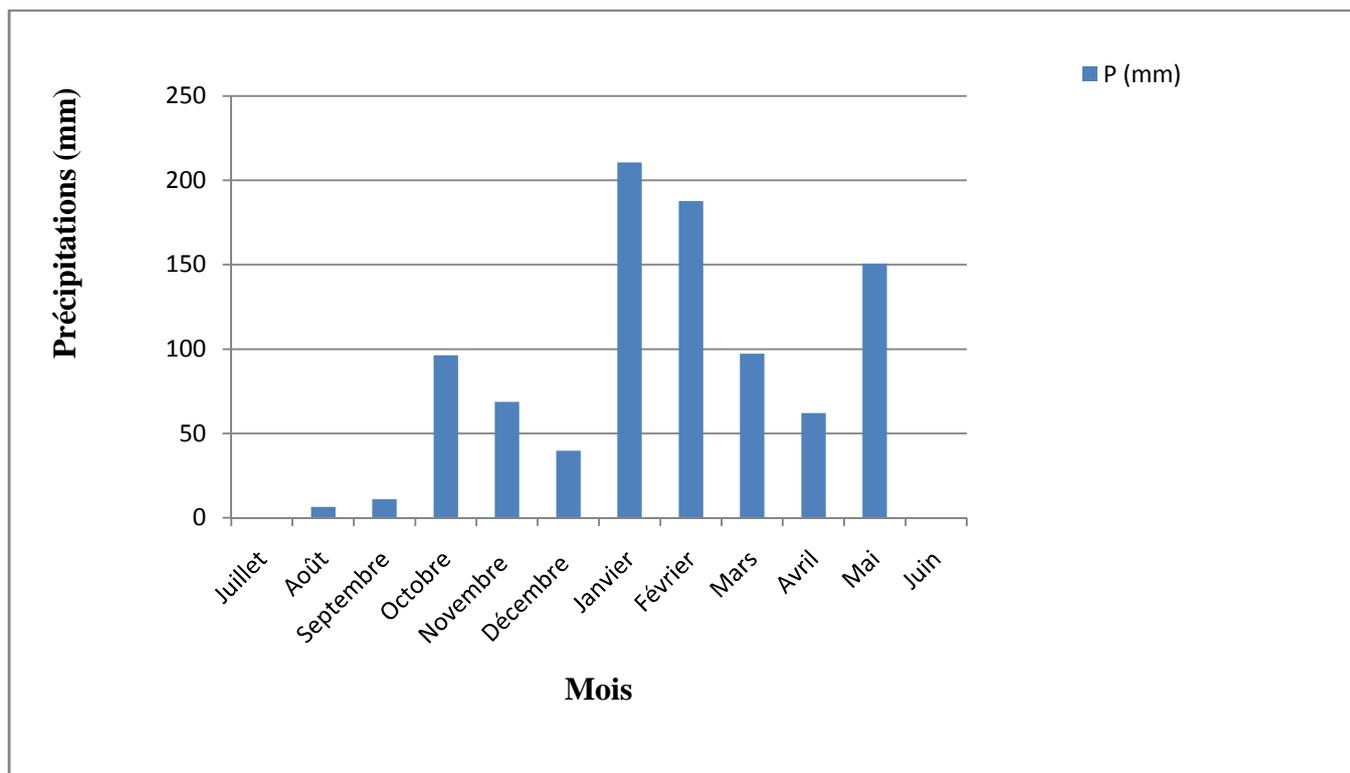


Figure 17 : Variation des moyennes mensuelles des précipitations (en mm) de juillet 2012 à juin 2013 (ONM de Tizi Ouzou, 2013).

Il ressort de ces données que les mois les plus arrosés sont janvier, février et mai avec des moyennes de 210,6 mm et 187,83 mm et 150,6 mm respectivement. Par contre, la pluviométrie est nulle pendant les mois de juillet 2012 et juin 2013. Notre région d'étude a reçu un cumul annuel de précipitations qui est de 930,3 mm.

1.2.3. L'humidité relative de l'air

L'hygrométrie désigne la teneur en vapeur d'eau dans l'atmosphère (Ramade, 2003). Cette humidité, selon Faurie et *al.* (2003) dépend d'autres facteurs climatiques tels que la pluviométrie, la température et le vent.

Les valeurs d'humidité relative moyenne enregistrées au niveau de la région d'étude sont présentées dans la figure 18 et le tableau 3 figurant dans les annexes.

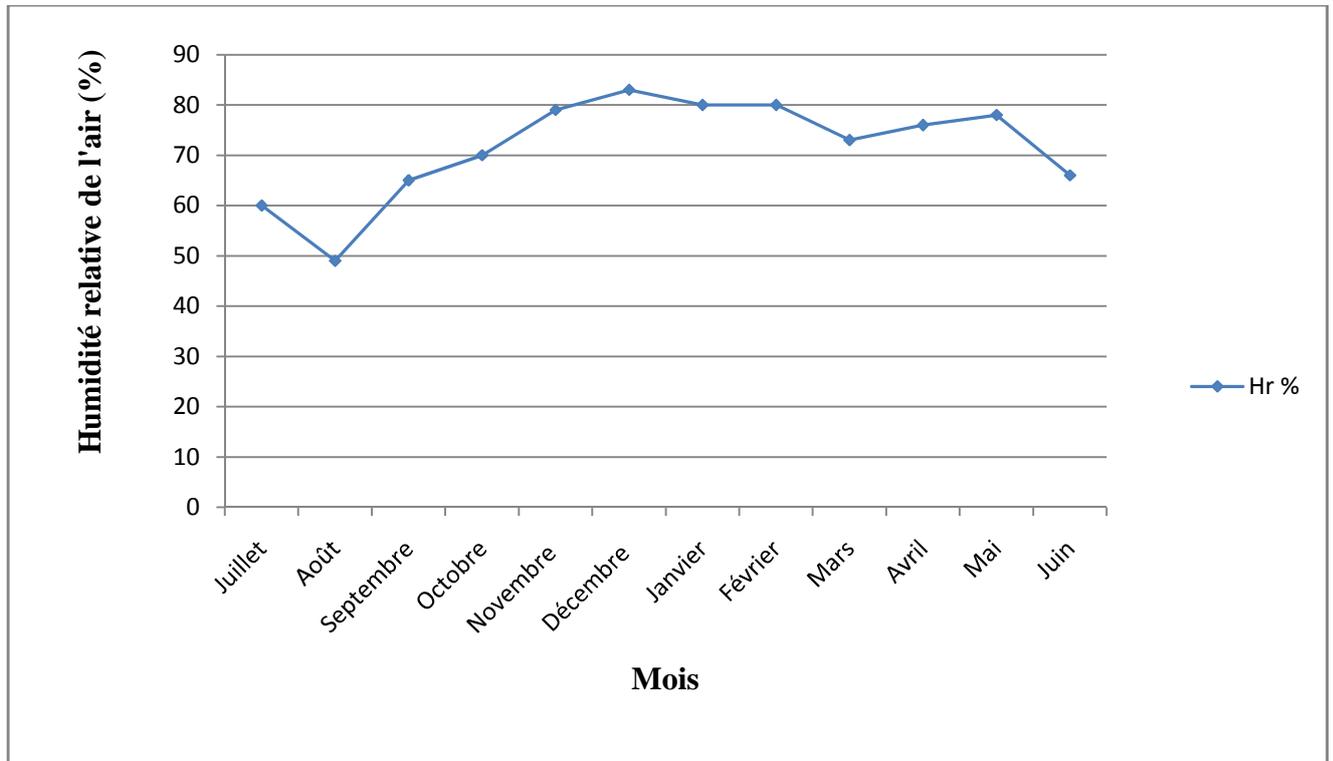


Figure 18 : Variation des moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) de juillet 2012 à juin 2013 (ONM de Tizi Ouzou, 2013).

Le mois le plus humide est le mois de décembre avec un taux moyen mensuel de 83%. Par contre, le mois d'août représente le mois le moins humide avec un taux de 49%.

1.2.4. Le vent

Le vent est un facteur climatique secondaire, il a un pouvoir desséchant en augmentant l'évapotranspiration, il a aussi un pouvoir de refroidissement considérable et il est également un agent de dispersion des animaux et des végétaux (Dajoz, 2006).

Ramade (2003) rapporte que sous l'influence des vents violents, la végétation est limitée dans son développement.

Les moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s) enregistrée au niveau de la région d'étude sont présentées dans la figure 19 et le tableau 4 (voir annexes).

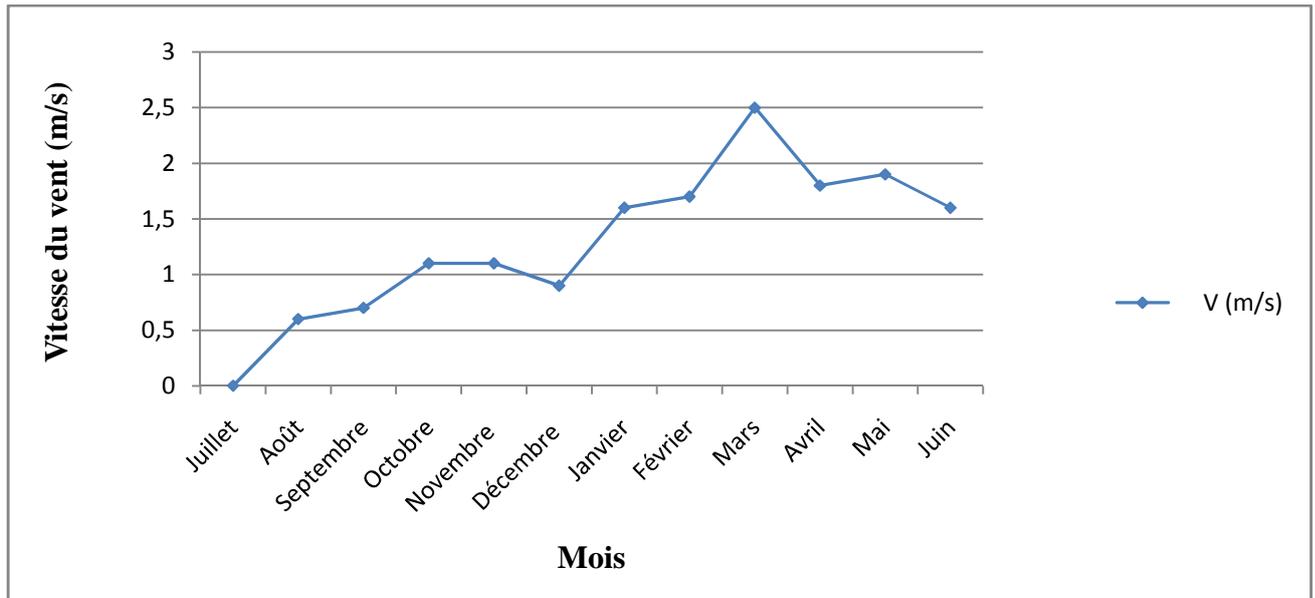


Figure 19 : Variation des moyennes mensuelles de la vitesse du vent (m/s) de juillet 2012 à juin 2013 (ONM de Tizi Ouzou, 2013).

Ainsi, d'après ces données, les vitesses moyennes du vent varient entre 0 et 2,5 m/s. Les mois les plus ventés sont mars et mai avec des vitesses moyennes de 2,5 et 1,9 m/s respectivement.

1.3. Caractérisation physique et chimique des sols de la zone d'étude

Nous avons effectué un échantillonnage en diagonale sur trois points choisis au hasard dans chaque parcelle, le prélèvement des sols est fait selon la méthode du quadrat sur deux profondeurs N_1 de (0 à 10 cm) et N_2 de (10 à 20 cm).

Au laboratoire, les sols échantillonnés sont séchés à l'air libre, broyés puis passés au tamis de 2 mm de diamètre. L'analyse physique (granulométrie) et les différentes analyses chimiques sont réalisées au laboratoire des sciences du sol du département des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

1.3.1. La granulométrie

L'analyse granulométrique a pour but de séparer les différentes fractions minérales et les évaluer en pourcentages pondéraux de l'ensemble de l'échantillon. Cette analyse a été réalisée par la méthode à la pipette de Robinson, qui consiste à détruire la matière organique dans 10 g de terre fine par une attaque à l'eau oxygénée (H_2O_2), puis disperser les particules avec l'hexamétophosphate de sodium.

Après destruction des agrégats, les particules sont séparées par sédimentation, au cours de laquelle elles présentent une vitesse de chute en rapport avec leur diamètre.

Le pourcentage des fractions granulométriques du sol (argiles, limons fins) est obtenu en prélevant au moyen de la pipette de Robinson, à une profondeur déterminée, au bout d'un temps de sédimentation donné. En ce qui concerne la proportion pondérale des limons grossiers, celle-ci est estimée par différence : Limon grossier = 100 - (argile + limon fin + sable fin + sable grossier). Pour connaître les proportions pondérales des autres fractions (sable fin et sable grossier), nous avons opéré par tamisage.

1.3.2. Analyses chimiques

1.3.2.1. Le pH

Le pH représente l'acidité de la solution du sol exprimée par la quantité d'ions H^+ libres qu'elle contient. La mesure du pH est effectuée par un pH mètre sur une prise d'échantillon mise en solution dans l'eau distillée dont le rapport sol/eau est de 1/5.

1.3.2.2. Le calcaire total

Le calcaire total est la quantité de calcaire sous forme de carbonate de calcium dosée par destruction à l'acide chlorhydrique. Nous avons utilisé la méthode volumétrique qui consiste à titrer l'excès de l'acide chlorhydrique par la soude en présence de phénolphtaléine à 2%.

1.3.2.3. Le carbone organique

Nous avons opté pour la méthode ANNE. Le carbone organique est oxydé par le bichromate de potassium en milieu sulfurique. Le bichromate de potassium résiduel est titré par une solution de sel de Mohr en présence de la diphenylamine. Ainsi, le taux de matière organique est obtenu par la formule suivante : $M.O (\%) = C (\%) \times 1,72$

Les résultats de la granulométrie et des différentes analyses chimiques des sols sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 2: Résultats de la granulométrie et des différentes analyses chimiques des sols des parcelles d'étude.

Sols	Granulométrie						Analyses chimiques				Texture
	Niveaux	A%	LF%	LG%	SF%	SG%	pH	CaCO ₃ total	C%	M.O%	
Sol 1	N₁	19	8	50,37	14,1	8,53	7,95	5	4,91	8,44	Limoneuse
	N₂	18,5	8,5	48,51	16,12	8,37	7,92	1,25	3,32	5,7	Limoneuse
Sol 2	N₁	18,5	8	52,52	16,59	4,39	7,43	5	4,91	8,45	Limoneuse
	N₂	18	8,5	53,71	15,45	4,34	7,40	4,37	3,44	5,91	Limoneuse

Sol 1 : sol de la parcelle de fève à variété Séville.

Sol 2 : sol de la parcelle de féverole.

D'après les résultats obtenus et les normes citées par Baize (2000), nous constatons que le sol de la parcelle de fève à variété Séville est de texture limoneuse avec un total de limon de 58,37% pour le niveau 1 et 57,01% pour le niveau 2. Le pH du sol est basique pour les deux niveaux. C'est un sol faiblement calcaire de l'ordre de 5% pour le niveau 1 et de 1,25 pour le niveau 2 et bien pourvu en matière organique M.O =8,44% pour le niveau 1 et 5,7 pour le niveau 2.

Quant au sol de la parcelle de féverole, il est de texture limoneuse avec un total de limon qui est de 60,52% et 62,21% respectivement pour le niveau 1 et 2. C'est un sol à pH neutre de 7,4 et faiblement calcaire. Ce sol est bien pourvu en matière organique aussi bien pour les niveaux 1 et 2.

Chapitre IV :

Matériel et méthodes

1. Objectif

L'objectif de l'étude est d'identifier les espèces de pucerons inféodées à la culture de la fève, variété : Séville et à la culture de féverole c'est-à-dire les espèces qui se nourrissent et se reproduisent sur la plante. Notre travail consiste également à capturer les pucerons ailés qui circulent dans la parcelle à l'aide de pièges jaunes à eau et inventorier les différentes espèces d'auxiliaires rencontrées dans les deux parcelles.

2. Réalisation des parcelles de fève

Nous avons semé deux parcelles de fève : la variété Séville à grosses graines et la féverole à petites graines (figure 20). Les deux parcelles sont homogènes, d'une superficie d'environ 100 m² chacune et distantes entre elles de 6 m (figure 21). Les semis ont été réalisés le 26 novembre 2012 durant la campagne agricole 2012-2013. Le système de plantation est réalisé à la volée en utilisant des graines qui proviennent des récoltes antérieures. Aucun traitement insecticide, ni fertilisant, ni soins culturaux n'ont été apportés aux deux cultures.



La Séville



La féverole

Figure 20 : Les graines utilisées

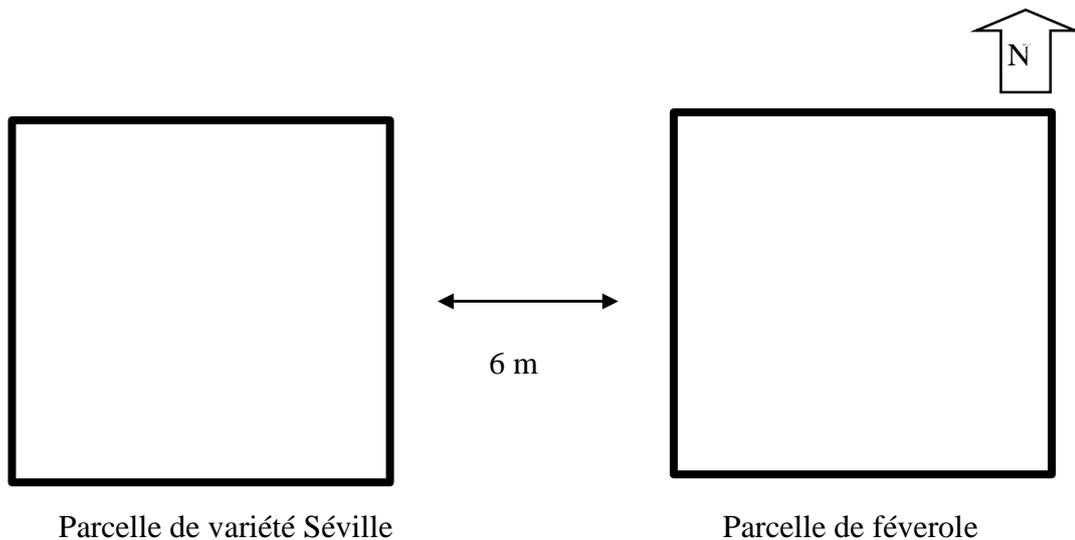


Figure 21 : Schéma du dispositif expérimental.

3. Suivi de la phénologie de la plante

La phénologie de la plante est suivie depuis la floraison jusqu'à la fructification en choisissant 10 pieds de fève par la méthode d'échantillonnage complètement aléatoire. Chaque pied de fève est un tallage constitué de 3 à 4 tiges. Une seule tige par pied de fève échantillonnée est marquée et chaque semaine nous notons la taille des tiges, le nombre d'inflorescences et le nombre d'étages de gousses.

4. Echantillonnage des pucerons

Les pucerons ont été suivis dès la levée des plantes hôtes par des prospections hebdomadaires de ces dernières et les premiers pucerons sont observés le 7 mars 2013. Pour une superficie de 100 m², le protocole expérimental suivi pour le contrôle visuel des aphides et le piégeage des pucerons ailés est celui décrit par Atsebeha et *al.* (2009).

4.1. Contrôle visuel des aphides

Avant de procéder à la récolte des pucerons sur les pieds de fève, deux rangées de fève des quatre côtés de la parcelle ont été éliminées afin d'éviter l'effet de bordure puis nous avons choisi 10 pieds de fève selon la méthode d'échantillonnage complètement aléatoire. Sur les 10 pieds échantillonnés, une seule ramification par pieds est également choisie au hasard.

Tous les pucerons qui se trouvent sur la tige, les feuilles, les boutons floraux et les gousses (figure 22), sont prélevés chaque semaine à l'aide d'un pinceau et conservés dans l'alcool (éthanol à 70 %) puis ramenés au laboratoire en vue de leur dénombrement et identification.



Figure 22 : Colonies de pucerons noirs sur la féve (Originale, 2013).

4.2. Piégeage des pucerons ailés

Remaudière et Autrique (1985) signalent que le piégeage des pucerons est réalisé dans le but de déterminer l'époque d'arrivée de ces insectes ravageurs dans une culture et aussi pour l'étude épidémiologique de la transmission des viroses. Lechapt (1982) rapporte que les pucerons ailés en phase de recherche d'un hôte sont capturés à l'aide des pièges jaunes à eau.

En vue de capturer l'aphidofaune se trouvant dans les parcelles d'étude, nous avons partagé les parcelles en neuf quadrats homogènes (figure 23). Au centre de chaque quadrat, une bassine jaune de forme circulaire ayant 20 cm diamètre et 10 cm de hauteur est déposée sur le sol. La bassine est remplie aux deux tiers d'eau additionnée d'un peu de liquide mouillant (figure 24). Deux petits trous sont effectués afin d'éviter que les bacs jaunes ne débordent lors des fortes pluies.

Les individus pris dans les pièges jaunes sont prélevés à l'aide d'un pinceau et conservés dans des tubes à essai remplis d'éthanol à 70 % comportant une étiquette où est indiquée le numéro du quadrat, le lieu et la date de prélèvement ainsi que la plante hôte (Séville ou féverole). Les prélèvements des pucerons ailés se font chaque semaine.

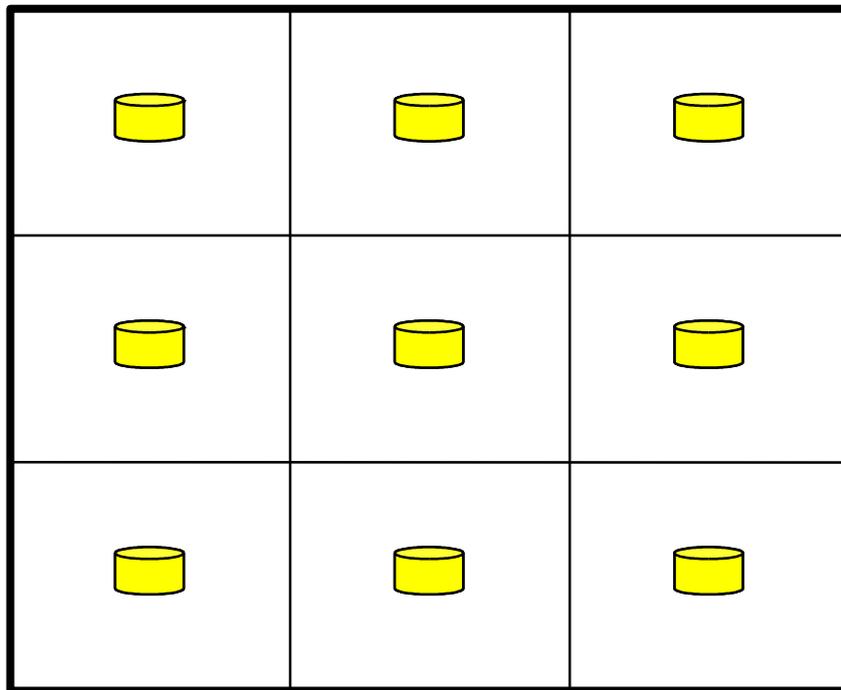


Figure 23: Dispositif expérimental pour le suivi des ailés.



Bassine jaune en plastique remplie au 2/3 de son volume.



Figure 24 : Piège jaune à eau (Originale, 2013).

➤ **Avantages de la méthode**

C'est une technique simple, non couteuse et facile à mettre en œuvre. Les pucerons s'y noient, attirés par la couleur jaune et par l'élément vital qui est l'eau.

➤ **Inconvénients de la méthode**

D'après Remaudière et Autrique (1985), ces pièges ont toutefois l'inconvénient d'être sélectifs, certaines espèces étant fortement attirées tandis que d'autres ne répondent pas à la couleur jaune.

Cette méthode peut amener à la capture d'espèces non-cibles : les amphibiens (grenouilles) et mollusques terrestres tel que les escargots qui en se décomposant rendent difficile la récupération des insectes. A noter aussi, la détérioration des pièges par d'éventuels passages de mammifères ou par l'intervention de l'homme.

5. Echantillonnage des insectes auxiliaires

Le recensement des différents ennemis naturels des pucerons a été effectué une fois par semaine au même temps que celui des pucerons.

Nous avons utilisé la méthode de fauchage en vue d'inventorier les prédateurs des pucerons vivants sur la fève en utilisant le filet fauchoir comme instrument de capture.

C'est un filet très robuste, au cercle pliant de 20 cm de diamètre et une poche faite d'une toile très serrée et solide de 30 cm de profondeur. La méthode de fauchage a pour but de déloger les insectes des végétaux par des mouvements de va et vient. Les manœuvres doivent être très rapides afin que les insectes surpris par le choc tombent dans la poche (Benkhelil, 1991).

Les insectes auxiliaires ont été capturés aussi par approche directe, tel est le cas des coccinelles adultes et par piégeage à l'aide des pièges jaunes à eau.

Les pucerons momifiés ou parasités par des hyménoptères parasites rencontrés lors du contrôle visuel des aphides sont récoltés et mis dans des boites de pétri jusqu'à la sortie des adultes.

L'identification des insectes auxiliaires est réalisée par M. Saharaoui de l'institut national d'agronomie d'El Harrach et par M^{lle} Setbel maître de conférence A à la faculté des sciences biologiques et agronomiques de Tizi-Ouzou.

6. Inventaire floristique

Les mauvaises herbes constituent un site d'hivernage important pour de nombreuses espèces de pucerons anholocycliques (Carter et Harrington, 1991). Lascaux (2010) rapporte qu'il est important d'identifier les plantes adventices afin de prévenir une éventuelle invasion de pucerons sur le végétal cultivé.

Les plantes adventices présentes à l'intérieur et à l'extérieur de chaque parcelle et qui sont susceptibles d'être un foyer pour les pucerons sont inventoriées.

L'échantillonnage des plantes adventices a été réalisé au printemps au moment de leur inflorescence, pour cela nous avons procédé à un balayage exhaustif de la parcelle et nous avons pris toutes les plantes présentes par leurs racines. Après avoir effectué la récolte des espèces végétales, celles-ci sont mises à sécher dans du papier journal.

A noter que les pucerons formant des colonies sur les plantes adventices sont récoltés pour être identifiés.

L'identification des différentes espèces végétales a été réalisée par M. Asla et M. Laribi maîtres assistants chargés de cours au département de biologie de l'université de Tizi-Ouzou.

7. Méthodes utilisées au laboratoire

Au laboratoire, nous avons procédé au tri, au dénombrement, au montage et à l'identification des pucerons.

7.1. Tri et dénombrement des pucerons

Les pucerons récupérés sur les plantes sont triés à la loupe binoculaire (figure 25) à l'aide d'une épingle fine puis un dénombrement est réalisé afin de mettre en évidence l'effectif des différents stades pré imaginaires à savoir les stades larvaires (L_1 - L_2), (L_3 - L_4), les nymphes (N_3 - N_4) ainsi que l'effectif des adultes aptères et des adultes ailés, ces derniers sont conservés dans l'alcool 70% (figure 26) en vue de leur identification.

Les pucerons ailés récupérés dans les bassines jaunes sont également dénombrés et conservés dans l'éthanol en vue de leur identification.



Figure 25 : Dénombrement des pucerons sous la loupe binoculaire (Originales, 2013).



Figure 26 : Conservation des pucerons (Originale, 2013).

7.2. Montage et identification des pucerons

L'identification des pucerons appartenant à des genres difficiles et (ou) riche en espèces, ainsi que celle de certains spécimens de piégeage plus au moins endommagés lors des manipulations exigent le montage du matériel et l'examen microscopique (Remaudière et Autrique, 1985).

7.2.1. Technique de montage

La technique de montage des pucerons est similaire à celle citée par Leclant (1978_a) et elle comprend les phases suivantes :

- L'incision du puceron à l'aide d'une épingle entomologique au niveau de la face ventrale du puceron entre le quatrième et sixième sternite abdominal.

- Le dégraissage du puceron afin d'extraire toutes les réserves lipidiques, le puceron est mis à chauffer dans une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 10% pendant 3 minutes. Ce temps est à moduler en fonction des divers pucerons, car un défaut d'éclaircissage à la potasse donne de mauvaises préparations et un excès donne des pucerons très fragiles et difficiles à monter dont certains détails anatomiques peuvent être altérés.

- Le nettoyage du puceron est réalisé dans le but d'éliminer toute trace de KOH, l'insecte est lavé dans deux bains successifs d'eau distillée.

- L'éclaircissage de l'échantillon : dans certains cas, l'échantillon nécessite un passage dans une solution de chloral phénol pendant 24 heures et ce pour mettre en évidence certains détails auparavant non éclaircis.

- Le montage des pucerons : cette opération est effectuée entre lame et lamelle. Dans une goutte de liquide de Faure, le puceron est placé sur sa face dorsale en prenant soin de bien étaler les antennes, les ailes et les pattes (les pattes antérieures vers le haut, les médianes et les postérieures vers le bas).

- Le séchage de l'échantillon : les pucerons ainsi montés ont été placés dans une étuve à 30°C pendant 15 jours.

7.2.2. Identification des pucerons

Selon Lascaux (2010), l'identification des pucerons se réalise en observant quelques critères de l'anatomie du puceron en particulier : les antennes, les tubercules frontaux, les tarsi, la cauda, la couleur et la forme des cornicules, la pigmentation de l'abdomen et la nervation des ailes.

La majorité des échantillons ont été déterminés par M. Saharaoui de l'INA (El-Harrach), d'autres par M^{me} Benouffela-kitous du département de Biologie de l'université de Tizi-Ouzou, certains échantillons ont été identifiés par moi-même.

La détermination des insectes jusqu'au niveau taxonomique de l'espèce a été réalisée à partir des clés d'identification de Stroyan (1961), Leclant (1978_b), Jacky et Bouchery (1982), Remaudière (1985), Autrique et Ntahimpera (1994) et Leclant (1999).

8. Traitements des données

Dans le présent travail, les résultats obtenus sont traités en premier lieu par la qualité d'échantillonnage, puis exploités par des indices écologiques de composition et de structure ainsi que par des méthodes statistiques.

8.1. Qualité d'échantillonnage

La qualité de l'échantillonnage (Q) est représentée par le rapport a/N . (a) étant le nombre d'espèces vues une seule fois en un exemplaire, et (N) est le nombre de relevés (Blondel, 1979).

Si Q tend vers 0, l'inventaire est qualitativement réalisé avec précision et si Q tend vers 1, la précision de l'échantillonnage est insuffisante.

8.2. Indices écologiques de composition

La richesse totale (S), la fréquence centésimale et la constance sont les indices écologiques de composition utilisés.

8.2.1. Richesse totale S

La richesse totale (S) est le nombre total d'espèces que comporte le peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 1994).

8.2.2. Fréquence centésimale ou Abondance relative

La fréquence centésimale est le pourcentage d'individus d'une espèce par rapport au total des individus (Dajoz, 1985). Elle est exprimée par la formule :

$$F \% = n_i / N \times 100$$

- n_i : Nombre d'individus d'une espèce.

- N : Nombre total des individus.

8.2.3. Constance ou fréquence d'occurrence

D'après Dajoz (1975), la constance C est le rapport entre le nombre de relevés contenant l'espèce étudiée et le nombre total de relevés effectués. Ce paramètre est évalué en pourcentage. La constance est calculée par la formule suivante :

$$C \% = p/P \times 100$$

- p : Nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

- P : Nombre total de relevés effectués.

En fonction de la valeur de (C %) on distingue les catégories suivantes :

- Des espèces constantes présentes dans plus de 50% des relevés.
- Des espèces accessoires présentes dans 25 à 50% des relevés.
- Des espèces accidentelles présentes dans moins de 25% des relevés.

8.3. Indices écologiques de structure

Les indices écologiques de structure employés pour l'exploitation des résultats obtenus sont l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H') et l'indice d'équitabilité (E).

8.3.1. Indice de diversité de Shannon-Weaver

Selon Ricklefs et Miller (2005), cet indice mesure la diversité du peuplement. Il est exprimé en unités binaires (bits) par la formule suivante :

$$H' = - \sum P_i \log_2 P_i$$

$P_i = n_i/N$ dont :

n_i : Nombre d'individus de l'espèce i .

N : Nombre total de tous les individus.

D'après Dajoz (1975), l'indice de Shannon est égal à 0 lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce.

8.3.2. Indice d'équitabilité

L'indice d'équitabilité est le rapport entre la diversité effective (H') de la communauté et sa diversité maximale théorique (Ramade, 1994).

L'équitabilité s'obtient par la formule suivante :

$$E = H'/H_{\max}$$

Avec $H_{\max} = \log_2 S$ où S est la richesse spécifique.

Selon le même auteur, l'équitabilité varie entre 0 et 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs correspond à une seule espèce du peuplement et tend vers 1 lorsque chacune des espèces est représentée par le même nombre d'individus.

8.4. Analyses statistiques

8.4.1. Analyse de la variance (ANOVA)

On utilise l'analyse de la variance pour comparer plusieurs moyennes. Nous avons réalisé une analyse de la variance à deux facteurs (variété et temps) dans le but de savoir si il y'a une différence significative entre le nombre total des individus de toutes espèces confondues en fonction des variétés et du temps puis de voir aussi si il y'a une différence significative entre la richesse spécifique en fonction des variétés et du temps.

L'analyse de la variance a été réalisée après la transformation de variable $Y = \log(x)$ utilisée pour la variable nombre d'individus de toutes espèces confondue et $Y = \sqrt{x}$ pour la variable richesse spécifique et ce afin de stabiliser les variances et normaliser les données.

8.4.2. Analyse factorielle des correspondances (AFC)

L'analyse factorielle des correspondances est une méthode qui sert à représenter graphiquement un tableau croisé. Elle vise à réunir les informations les plus utiles de façon à donner une image claire de l'association de deux variables. Dans l'analyse des correspondances, les lignes représentent les catégories d'une première variable et les colonnes, les catégories d'une deuxième variable (Stafford et Bodson, 2006).

Chapitre V :

Résultats et discussion

1. Suivi de la phénologie de la plante

1.1. Evolution temporelle de la taille moyenne des tiges

La taille moyenne des tiges échantillonnées est présentée dans la figure ci-dessous et le tableau 5 des annexes:

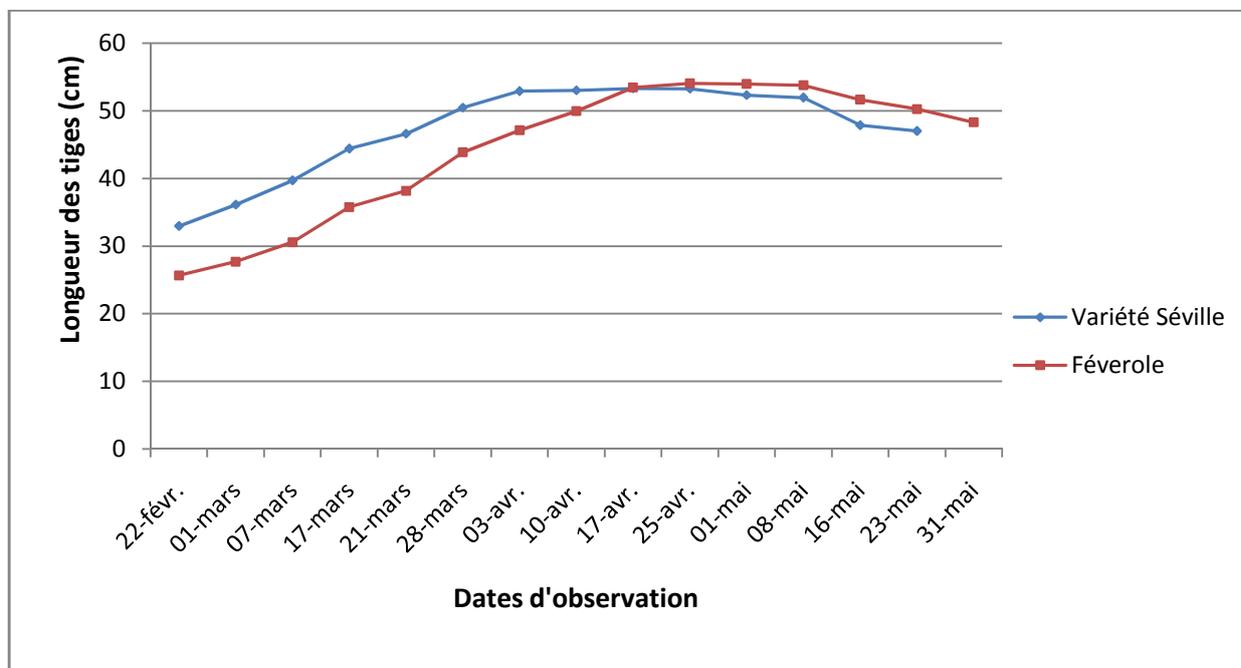


Figure 27: Evolution temporelle de la taille moyenne des tiges en cm pour les deux variétés de fève.

A partir de la floraison, les tiges de la variété Séville et de la féverole ont atteint une taille moyenne de $32,95 \pm 3,96$ cm et $25,65 \pm 2,55$ cm respectivement. D'après la figure ci-dessus, nous constatons que la croissance des tiges est progressive, la taille maximale des tiges de la fève à variété Séville est enregistrée le 17 avril avec une moyenne de $53,3 \pm 12,86$ cm, alors que chez la féverole, la taille maximale des tiges est de $54,05 \pm 16,95$ cm en moyenne enregistrée le 25 avril. La taille des tiges se stabilise pendant 3 semaines pour la variété Séville et pendant 2 semaines pour la féverole, après, la taille des tiges diminue progressivement ce qui correspond à la sénescence.

1.2. La floraison

La figure 28 et le tableau 6 des annexes illustrent le nombre moyen d'inflorescences pour les deux variétés de fève :

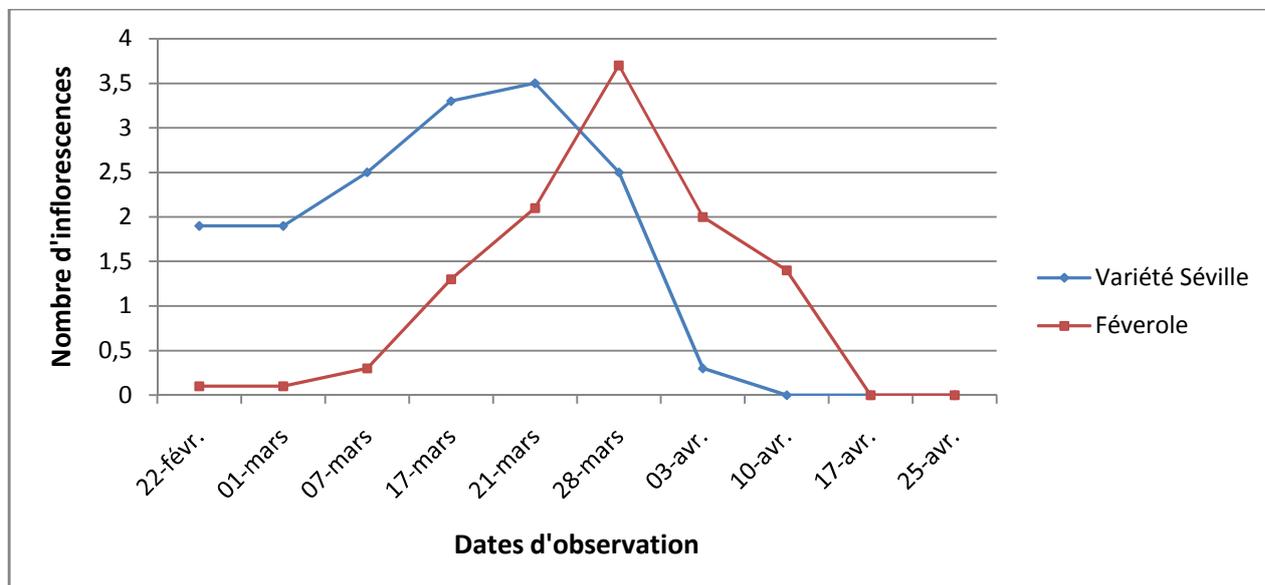


Figure 28: Evolution temporelle du nombre moyen d'inflorescences par tige échantillonnée pour les deux variétés de fève.

Les premières inflorescences sont observées le 22 février pour les deux variétés de fève, le nombre moyen d'étages floraux augmente progressivement pour atteindre son maximum le 21 mars avec un pic de $3,5 \pm 1,4$ inflorescences en moyenne par tige pour la variété Séville, ce nombre décroît progressivement pour s'annuler le 10 avril, quant à la féverole la pleine floraison est atteinte le 28 mars avec $3,7 \pm 1,36$ inflorescences en moyenne par tige, ce nombre régresse pour s'annuler le 17 avril. Nous remarquons que pour la variété Séville, la floraison s'est échelonnée sur une période d'un mois et 11 jours, par contre la floraison pour la féverole a duré un mois et 17 jours.

1.3. La fructification

Le nombre moyen d'étages de gousses par tiges échantillonnées est présenté dans la figure suivante et le tableau 7 des annexes :

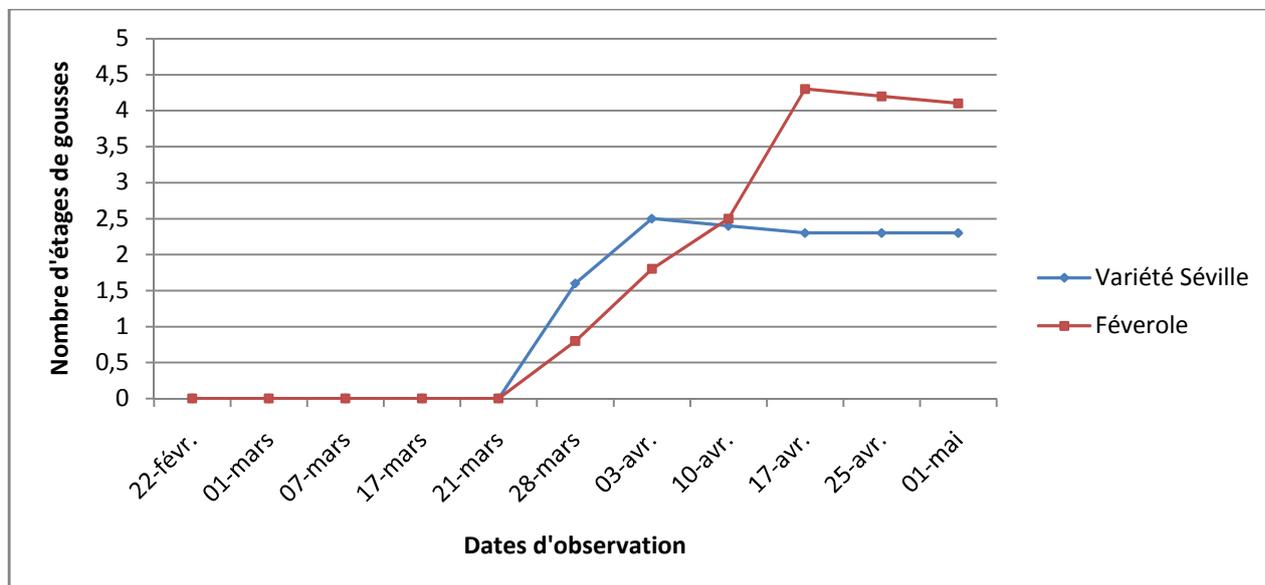


Figure 29: Evolution temporelle du nombre moyen d'étages de gousses par tige échantillonnée au niveau des deux variétés de fève.

Le début de fructification est observé le 28 mars pour la variété Séville et la féverole avec une moyenne respective de $1,6 \pm 0,56$ cm et $0,8 \pm 0,64$ cm étages de gousses par tige.

Pour la variété Séville, le nombre d'étages de gousses augmente progressivement pour atteindre un maximum qui est de : $2,5 \pm 1,1$ étages de gousses par tige le 3 avril et à partir de cette date le nombre moyen d'étages de gousses se stabilise. Quant à la féverole, le pic est atteint le 17 avril avec $4,3 \pm 1,96$ étages de gousses en moyenne et à partir de cette date, le nombre moyen d'étages de gousses se stabilise.

2. Résultats de l'échantillonnage des pucerons

2.1. L'inventaire global des pucerons des deux variétés de fèves (la Séville et la féverole)

Les espèces aphidiennes inventoriées dans les deux parcelles de fève sont classées selon le catalogue des aphididae du monde de Remaudière et Remaudière (2006) et consignées dans le tableau suivant :

Tableau 3: Inventaire global des pucerons récoltés dans les deux parcelles de *V. faba*

Sous-famille	Tribu	Espèces
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854 <i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763 <i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877
		<i>Rhopalosiphum padi</i> Linné, 1758
	Macrosiphini	<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris, 1776
		<i>Aulacorthum solani</i> Kaltentbacher, 1843
		<i>Brachycaudus cardui</i> Linné, 1758
		<i>Brachycaudus helichrysi</i> Kaltentbacher, 1843
		<i>Brevicoryne brassicae</i> Linné, 1758
		<i>Dysaphis plantaginea</i> Passerini, 1860
		<i>Hyperomyzus lactucae</i> Linné, 1758
		<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas, 1878 <i>Macrosiphum rosae</i> Linnaeus, 1758
		<i>Megoura viciae</i> Buckton, 1876
		<i>Myzus persicae</i> Sulzer, 1776
	<i>Sitobion avenae</i> Fabricius, 1775	
Pemphiginae	Pemphigini	<i>Pemphigus</i> sp

Le tableau indique la présence de 17 espèces de pucerons appartenant à deux sous-familles, celle des Aphidinae et des Pemphiginae.

La sous-famille des Aphidinae est représentée par deux tribus : les Aphidini et les Macrosiphini. La tribu des Aphidini est représentée par deux genres : *Aphis* et *Rhopalosiphum*, le genre *Aphis* est le plus abondant avec 3 espèces à savoir : *Aphis craccivora*, *Aphis fabae* et *Aphis gossypii*.

Quant à la tribu des Macrosiphini, elle compte 10 genres : *Acyrtosiphon*, *Aulacorthum*, *Brachycaudus*, *Brevicoryne*, *Dysaphis*, *Hyperomyzus*, *Macrosiphum*, *Megoura*, *Myzus* et *Sitobion*. Dans le genre *Brachycaudus*, nous retrouvons deux espèces : *Brachycaudus cardui* et *Brachycaudus helichrysi*, de même pour le genre *Macrosiphum* avec les espèces *Macrosiphum euphorbiae* et *Macrosiphum rosae*. Quant aux autres genres, ils sont représentés par une seule espèce chacun.

La sous-famille des Pemphiginae compte uniquement une seule tribu, celle des Pemphigini avec un seul genre et une seule espèce.

2.2. L'inventaire des pucerons dans chaque parcelle

2.2.1. Au niveau de la parcelle de fève à variété Séville

Le dispositif d'échantillonnage appliqué nous a permis de dresser une liste systématique des pucerons rencontrés sur la culture de fève à variété Séville. Les résultats sont consignés dans le tableau suivant:

Tableau 4: Espèces de pucerons inventoriées dans la parcelle de fève à variété Séville.

Sous-famille	Tribu	Espèces
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854
		<i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763
		<i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877
		<i>Rhopalosiphum padi</i> Linné, 1758
	Macrosiphini	<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris, 1776
		<i>Aulacorthum solani</i> Kaltenbacher, 1843
		<i>Brachycaudus cardui</i> Linné, 1758
		<i>Brachycaudus helichrysi</i> Kaltenbacher, 1843
		<i>Brevicoryne brassicae</i> Linné, 1758
		<i>Dysaphis plantaginea</i> Passerini, 1860
		<i>Hyperomyzus lactucae</i> Linné, 1758
		<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas, 1878
		<i>Macrosiphum rosae</i> Linnaeus, 1758
		<i>Myzus persicae</i> Sulzer, 1776
		<i>Sitobion avenae</i> Fabricius, 1775
Pemphiginae	Pemphigini	<i>Pemphigus sp</i>

Durant la période d'échantillonnage, 16 espèces de pucerons ont été identifiées, ces espèces se répartissent dans deux sous famille à savoir les Aphidinae et les Pemphiginae, dans trois tribus qui sont les Aphidini, les Macrosiphini et les Pemphigini et dans douze genres.

Le tableau ci-dessus montre la forte prédominance de la sous-famille des Aphidinae avec 15 espèces dont 11 appartiennent à la tribu des Macrosiphini et 4 à la tribu des Aphidini. La sous-famille des Pemphiginae est représentée par une seule espèce appartenant à la tribu des Pemphigini.

2.2.2. Au niveau de la parcelle de fève

Les espèces de pucerons recensées dans la parcelle de fève figurent dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5: Espèces de pucerons inventoriées dans la parcelle de fève.

Sous-famille	Tribu	Espèces
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis craccivora</i> Koch, 1854 <i>Aphis fabae</i> Scopoli, 1763 <i>Aphis gossypii</i> Glover, 1877
		<i>Rhopalosiphum padi</i> Linné, 1758
	Macrosiphini	<i>Acyrtosiphon pisum</i> Harris, 1776
		<i>Aulacorthum solani</i> Kaltentbacher, 1843
		<i>Brachycaudus helichrysi</i> Kaltentbacher, 1843
		<i>Brevicoryne brassicae</i> Linné, 1758
		<i>Hyperomyzus lactucae</i> Linné, 1758
		<i>Macrosiphum euphorbiae</i> Thomas, 1878 <i>Macrosiphum rosae</i> Linnaeus, 1758
		<i>Megoura viciae</i> Buckton, 1876
	<i>Myzus persicae</i> Sulzer, 1776	
	Pemphiginae	Pemphigini

Dans la parcelle de fève, nous avons recensé 14 espèces de pucerons, appartenant à 2 sous-familles à savoir les Aphidinae et les Pemphiginae, à 3 tribus qui sont les Aphidini, les Macrosiphini et les Pemphigini et à 11 genres.

La tribu des Macrosiphini est quantitativement la plus dominante avec 9 espèces, suivie par la tribu des Aphidini qui regroupent 4 espèces et enfin la tribu des Pemphigini avec une seule espèce.

2.3. Résultats de l'étude comparative des espèces de pucerons dans les deux parcelles d'étude

Les résultats consignés dans le tableau 6 permettent de comparer les deux parcelles d'étude quant à la richesse spécifique des aphides recensés.

Tableau 6 : Espèces de pucerons inventoriées dans les deux parcelles de fève dans la région de Tizi-Rached.

Variétés de fève Espèces	Séville	Fèverole
<i>Aphis craccivora</i>	+	+
<i>Aphis fabae</i>	+	+
<i>Aphis gossypii</i>	+	+
<i>Rhopalosiphum padi</i>	+	+
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	+	+
<i>Aulacorthum solani</i>	+	+
<i>Brachycaudus cardui</i>	+	-
<i>Brachycaudus helichrysi</i>	+	+
<i>Brevicoryne brassicae</i>	+	+
<i>Dysaphis plantaginea</i>	+	-
<i>Hyperomyzus lactucae</i>	+	+
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	+	+
<i>Macrosiphum rosae</i>	+	+
<i>Megoura viciae</i>	-	+
<i>Myzus persicae</i>	+	+
<i>Sitobion avenae</i>	+	-
<i>Pemphigus sp</i>	+	+
Total: 17	16	14

(+) Présence de l'espèce

(-) Absence de l'espèce

D'après le tableau ci-dessus, la parcelle de fève à variété Séville contient 16 espèces de pucerons contre 14 espèces pour la parcelle de fèverole. Les espèces communes aux deux parcelles sont : *A. craccivora* ; *A. fabae* ; *A.gossypii* ; *R. padi* ; *A. pisum* ; *A. solani* ; *B. helichrysi* ; *B. brassicae* ; *H. lactucae* ; *M. euphorbiae* ; *M. rosae* ; *M. persicae* ; *P. sp*.

Dans la parcelle de fève à variété Séville, nous avons noté l'absence de l'espèce *M. viciae*, alors que dans la parcelle de fèverole, nous avons noté l'absence de 3 espèces de pucerons, il s'agit de : *B. cardui* ; *D. plantaginea* ; *S. avenae*.

2.4. Inventaire floristique

Nous avons dressé une liste systématique des espèces végétales recensées aux alentours et à l'intérieur des deux parcelles de fève. Les résultats sont consignés dans les tableaux 7 et 8.

Tableau 7 : Liste systématique des espèces végétales inventoriées aux alentours des deux parcelles de fève.

Famille	Nom scientifique	Parcelle de Séville	Parcelle de féverole
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	+	+
Araceae	<i>Arum italicum</i>	+	-
Asteraceae	<i>Chrysanthemum myconis</i>	+	+
	<i>Sonchus sp</i>	+	+
	<i>Galactites tomentosa</i>	+	+
	<i>Scalymus hispanicus</i>	+	-
Boraginaceae	<i>Borago officinalis</i>	+	+
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i>	-	+
Caryophyllaceae	<i>Silene fuscata</i>	+	-
	<i>Cerastium sp</i>	-	+
Fabaceae	<i>Melilotus officinalis</i>	+	+
	<i>Vicia sicula</i>	+	+
	<i>Lathyrus ochrus</i>	+	+
Geraniaceae	<i>Geranium sp</i>	+	+
	<i>Geranium striatum</i>	-	+
Lamiaceae	<i>Stachys ocymastrum</i>	-	+
Liliaceae	<i>Narcissus tazetta</i>	+	+
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i>	+	-
Orchidaceae	<i>Ophrys sp</i>	+	-
Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprae</i>	+	-
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	+	-
	<i>Avena sterilis</i>	+	+
	<i>Poa sp</i>	+	+
Polygonaceae	<i>Rumex sp</i>	+	+
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	+	-
Ranunculaceae	<i>Ranunculus palmata</i>	+	+

(+) Présence de l'espèce

(-) Absence de l'espèce

Tableau 8: Liste systématique des espèces végétales inventoriées à l'intérieur des deux parcelles de fève.

Famille	Nom scientifique	Parcelle de Séville	Parcelle de féverole
Apiaceae	<i>Daucus carota</i>	+	+
Araceae	<i>Arisarum vulgare</i>	+	+
Asteraceae	<i>Chrysanthemum myconis</i>	-	+
	<i>Sonchus sp</i>	+	+
	<i>Galactites tomentosa</i>	+	-
	<i>Scalymus hispanicus</i>	+	-
Brassicaceae	<i>Sinapis arvensis</i>	+	+
Caryophyllaceae	<i>Cerastium sp</i>	-	+
	<i>Silene fuscata</i>	+	-
Fabaceae	<i>Medicago sp</i>	+	-
	<i>Vicia sicula</i>	-	+
	<i>Lathyrus ochrus</i>	+	+
Geraniaceae	<i>Geranium sp</i>	+	+
	<i>Geranium robertianum</i>	-	+
	<i>Geranium atlanticum</i>	-	+
Liliaceae	<i>Narcissus tazetta</i>	+	+
Malvaceae	<i>Malva sylvestris</i>	+	-
	<i>Abutilon sp</i>	+	-
Oxalidaceae	<i>Oxalis pes-caprae</i>	+	-
Poaceae	<i>Avena sterilis</i>	+	+
	<i>Poa sp</i>	+	+
Polygonaceae	<i>Rumex sp</i>	-	+
Primulaceae	<i>Anagallis arvensis</i>	+	+
Ranunculaceae	<i>Ranunculus palmata</i>	+	-
Valerianaceae	<i>Fedia cornucopiae</i>	+	-

(+) Présence de l'espèce

(-) Absence de l'espèce

L'inventaire réalisé aux alentours des parcelles d'étude englobe une riche variété d'espèces floristiques avec un total de 26 espèces appartenant à 17 familles. Quant à l'intérieur des parcelles, nous avons enregistré un total de 25 espèces végétales appartenant à 15 familles botaniques.

2.4.1. L'alentour des parcelles

Nous avons recensé 22 espèces végétales appartenant à 15 familles botaniques aux alentours de la parcelle de fève à variété Séville et 18 espèces appartenant à 12 familles botaniques aux alentours de la parcelle de féverole.

Pour la parcelle de fève à variété Séville, nous avons noté la dominance de la famille des Astéracées, des Fabacées et des Poacées avec 4, 4 et 3 espèces respectivement. Les autres familles ne sont représentées que par une seule espèce chacune.

Nous avons noté également l'absence de la famille des Brassicacées et des Lamiacées aux alentours de la parcelle de Séville.

Pour la parcelle de féverole, la famille des Astéracées et des Fabacées contiennent 3 espèces chacune, suivi par la famille des Géraniacées et des Poacées avec 2 espèces chacune. Les autres familles, par contre ne sont représentées que par une seule espèce seulement.

Cinq familles botaniques sont absentes aux alentours de la parcelle de féverole, il s'agit des Aracées, Malvacées, Orchidacées, Oxalidacées et Primulacées.

2.4.2. L'intérieur des parcelles

Nous avons recensé 19 espèces végétales appartenant à 14 familles botaniques à l'intérieur de la parcelle de fève à variété Séville et 16 espèces appartenant à 11 familles botaniques à l'intérieur de la parcelle de féverole.

Pour la parcelle de fève à variété Séville, la famille des Astéracées est représentée par 3 espèces, la famille des Fabacées, des Malvacées et des Poacées sont représentées par deux espèces chacune, alors que les autres familles sont représentées par une seule espèce. Nous avons remarqué l'absence de la famille des polygonacées.

Dans le cas de la parcelle de féverole, la famille des Geraniacées est représentée par 3 espèces à savoir *Geranium sp* ; *Geranium robertianum* et *Geranium atlanticum*.

La famille des Astéracées, des Fabacées et des Poacées sont représentées par deux espèces chacune, alors que les autres familles sont représentées par une seule espèce chacune.

Nous avons noté l'absence de quatre familles botaniques il s'agit des : Malvacées, des Oxalidacées, Rununculacées et des Valerianacées.

Au cours de nos observations, nous avons remarqué des colonies de pucerons sur certaines plantes adventices il s'agit de *Rumex sp*, *Vicia sicula* ; *Sonchus sp* ; *Melilotus officinalis* et *Poa sp* (figure 30), les pucerons ont été prélevés et identifiés, il s'agit des populations d'*A. fabae* sur *Rumex sp*, *Vicia sicula* ; *Sonchus sp* ; *Melilotus officinalis* et des populations d'*A. pisum* sur *Poa sp*.



Rumex sp



Melilotus officinalis



Sonchus sp



Vicia sicula

Figure 30 : Les espèces de plantes adventices avec les colonies de pucerons (Originales, 2013).

2.5. Résultats du dénombrement visuel

2.5.1. Importance des espèces aphidiennes recensées sur les plantes

2.5.1.1. Au niveau de la parcelle de fève à variété Séville

Les résultats du dénombrement des espèces aphidiennes recensées sur les plants de fève à variété Séville sont consignés dans la figure ci-dessous :

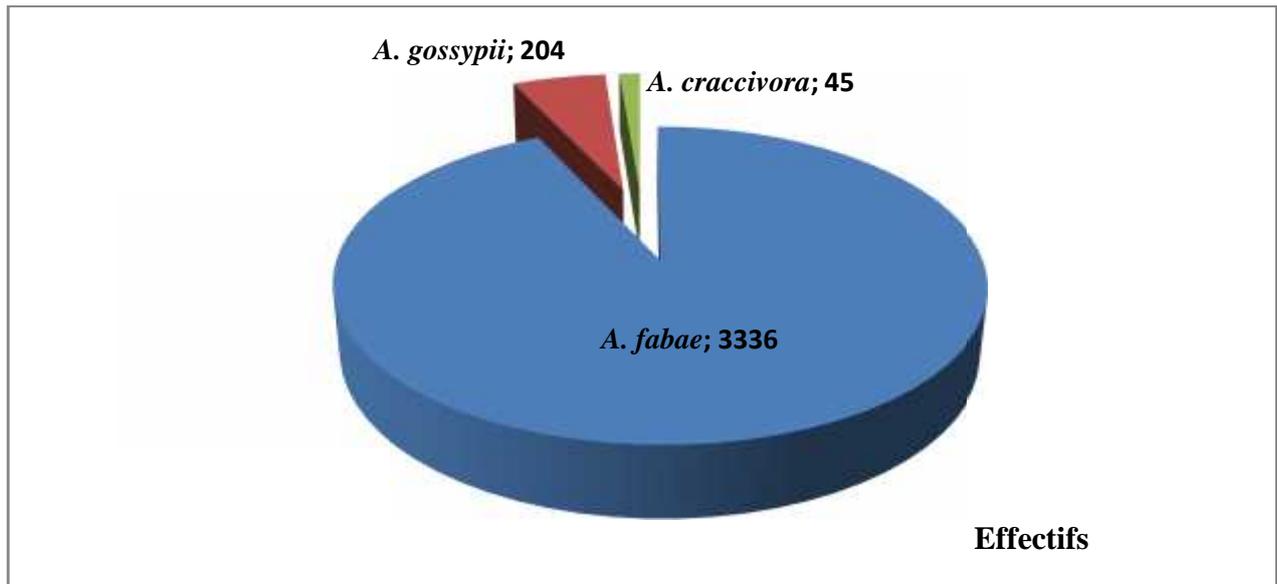


Figure 31 : Effectifs des espèces de pucerons aptères recensés sur la parcelle de fève à variété Séville.

La fève à variété Séville abrite 3 espèces aphidiennes qui sont par ordre de prédominance *A. fabae* avec un total de 3336 individus, suivi par *A. gossypii* avec 204 individus et enfin *A. craccivora* avec 45 individus au total.

2.5.1.2. Au niveau de la parcelle de féverole

Les résultats du dénombrement des espèces aphidiennes recensées sur les plants de la féverole sont consignés dans la figure 32.

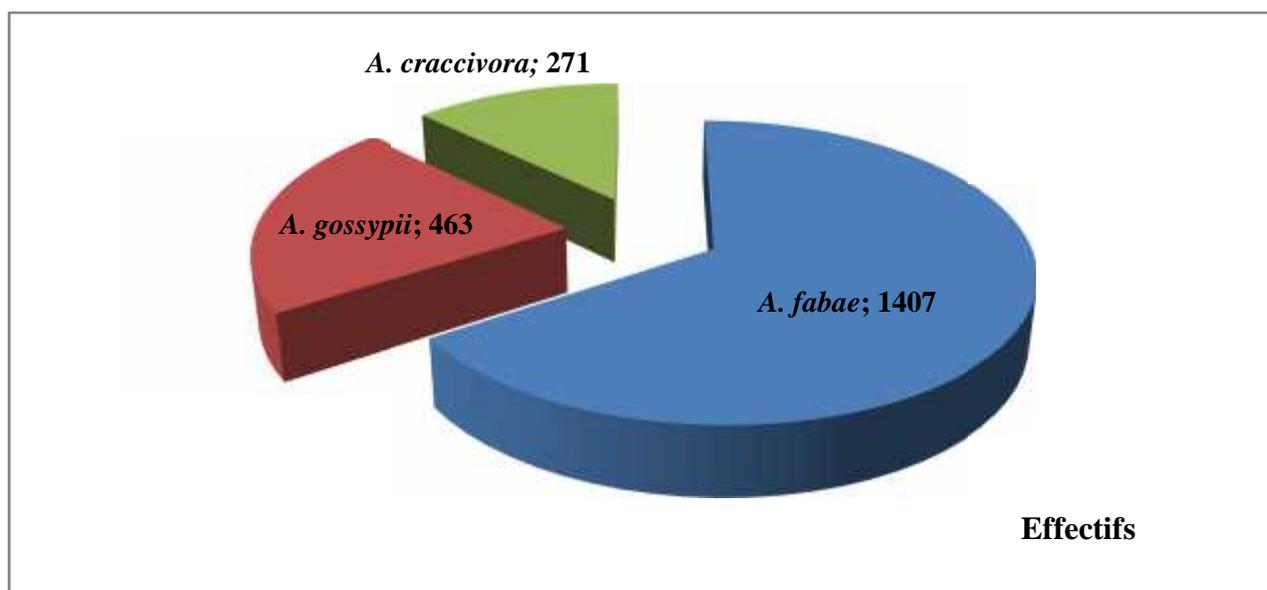


Figure 32 : Effectifs des espèces de pucerons aptères recensés sur la parcelle de fève.

Nous avons rencontré 3 espèces aphidiennes sur la culture de fève qui sont par ordre d'importance : *A. fabae* avec un effectif de 1407 individus, suivi par *A. gossypii* avec 463 individus et par *A. craccivora* avec 271 individus.

2.5.2. Résultats de l'étude comparative des pucerons aptères installés sur les plants de fèves des deux parcelles d'étude

Les résultats de l'étude comparative des pucerons aptères installés sur les deux cultures de fève sont consignés dans le tableau 9

Tableau 9 : La faune aphidienne recensée au niveau des deux cultures

Espèces Variétés	<i>A. fabae</i>		<i>A. gossypii</i>		<i>A. craccivora</i>		Total
	ni	F (%)	ni	F (%)	ni	F (%)	
Séville	3336	93,05	204	5,69	45	1,25	3585
Fève	1407	65,71	463	21,62	271	12,65	2141

Le contrôle visuel des populations de pucerons, nous a permis de recensé 3 espèces aphidiennes, ces espèces sont communes aux deux cultures, il s'agit d'*A. fabae* ; *A. gossypii* et *A. craccivora*.

Les populations d'*A. fabae* sont les plus importantes au niveau des deux variétés, par contre l'effectif de cette espèce est plus important dans la parcelle de fève à variété Séville que dans la parcelle de fêverole avec un total de 3336 individus aptères.

A. gossypii et *A. craccivora* sont représentés par un faible effectif par rapport à l'espèce *A. fabae*. Nous avons constaté également que l'effectif de ces deux espèces est plus important dans la parcelle de fêverole.

2.5.3. Résultats portant sur l'évolution des différentes espèces de pucerons installées sur les plants de fève

2.5.3.1. Au niveau de la parcelle de Séville

Les résultats obtenus de l'étude des fluctuations des populations des différentes espèces aphidiennes recensées sur les plants de fève à variété Séville sont représentés dans la figure ci-dessous :

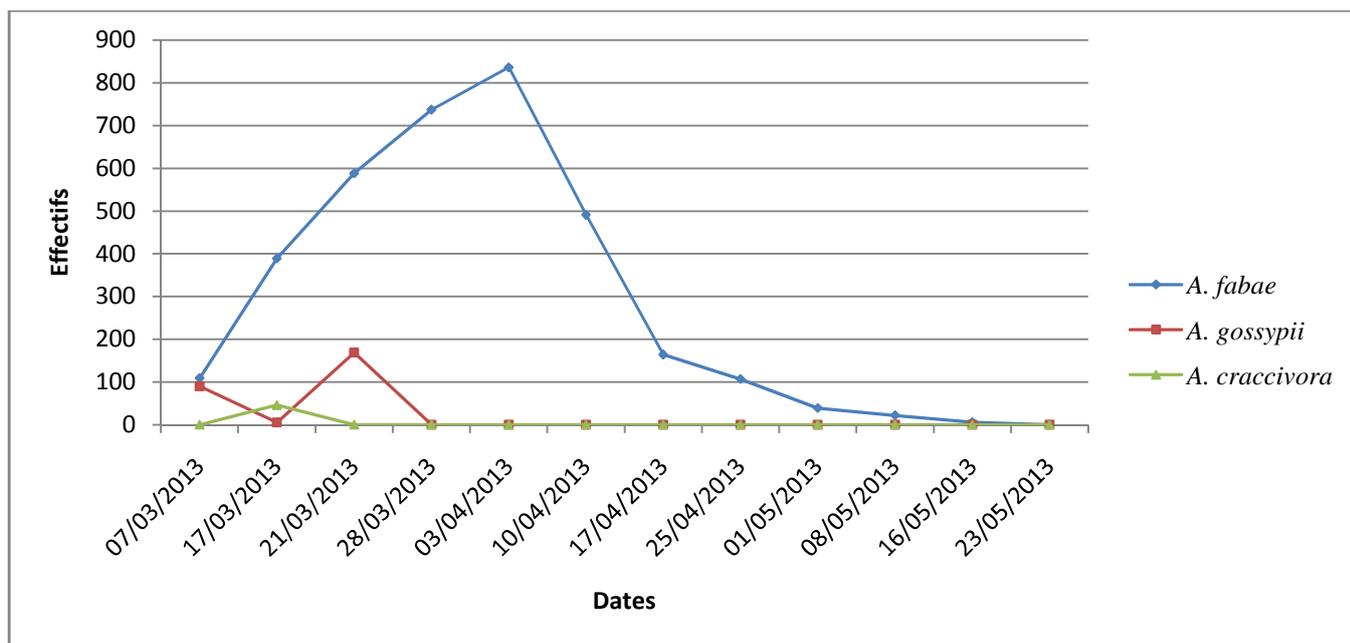


Figure 33 : Evolution des fluctuations des différentes espèces de pucerons installées sur les plants de fève à variété Séville.

D'après la figure 33, les premières espèces à s'installer sur la Séville sont *A. fabae* et *A. gossypii*, avec respectivement 109 et 90 individus. *A. craccivora* n'apparaît que le 17 mars, une semaine après l'installation des premières colonies avec des effectifs de 46 individus. Nous remarquons aussi qu'*A. gossypii* apparaît seulement au mois de mars alors qu'*A. fabae* est recensé durant toute la période d'étude.

Nous constatons une augmentation rapide du nombre d'individus d'*A. fabae* jusqu'à atteindre un pic de 836 individus le 3 avril puis les effectifs diminuent progressivement jusqu'à ne plus rencontré d'individus sur la Séville.

2.5.3.2. Au niveau de la parcelle de fève

Les résultats obtenus de l'étude des fluctuations des populations des différentes espèces aphidiennes recensées sur les plants de la fève sont représentés dans la figure ci-dessous :

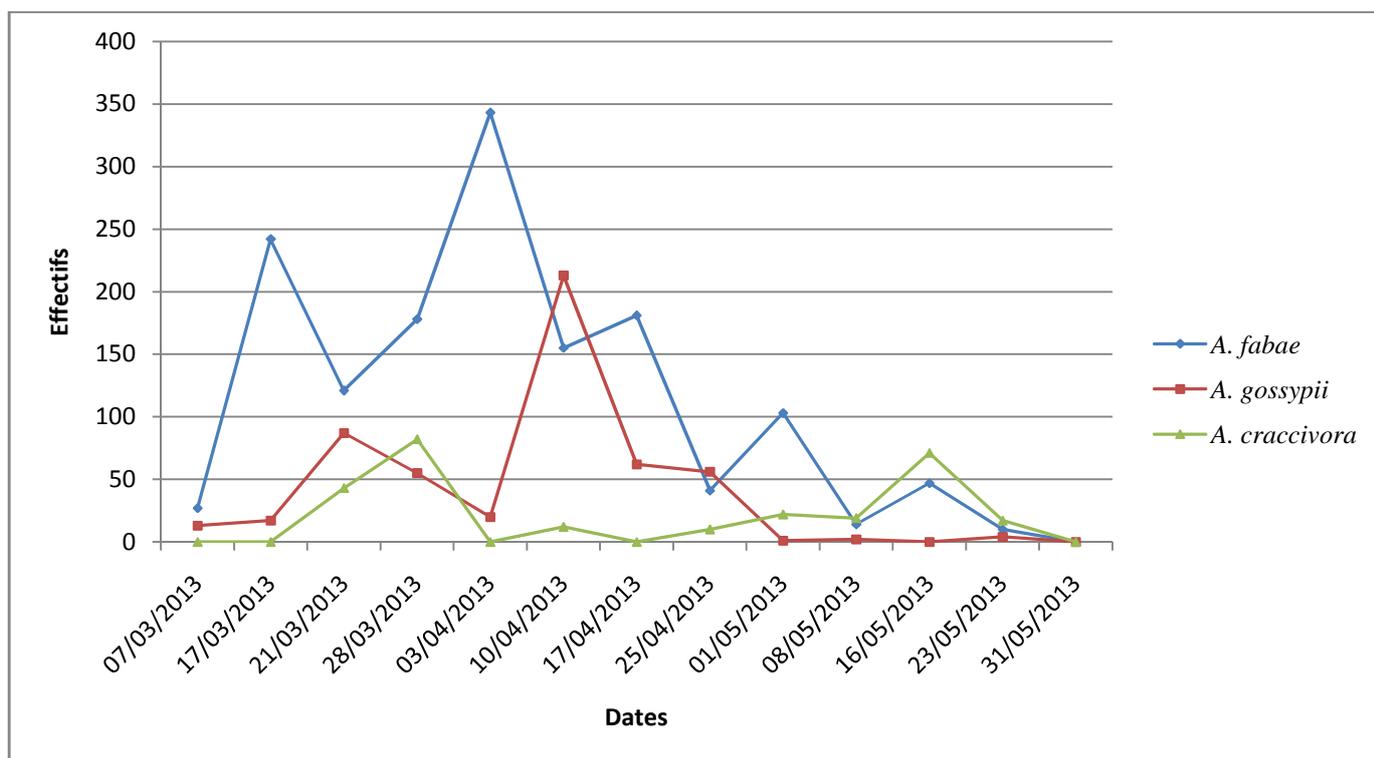


Figure 34 : Evolution des fluctuations des différentes espèces de pucerons installées sur les plants de la fève.

D'après la figure ci-dessus, les premières espèces à s'installer sur la fève sont *A. fabae* et *A. gossypii*, avec respectivement 27 et 13 individus. *A. craccivora* apparaît le 21 mars, deux semaines après l'installation des premières colonies avec des effectifs de 43 individus. Les effectifs des différentes espèces fluctuent dans le temps, nous remarquons que pendant le 10 et le 25 avril, *A. gossypii* domine au niveau de la culture de fève, pendant le 8, le 16 et le 23 mai, c'est *A. craccivora* qui domine, quant aux autres semaines, c'est *A. fabae* qui se trouve en nombre important. A la fin de la culture, aucun individu n'a été retrouvé sur les plants de la fève.

2.5.4. Importance des différents stades de développement des pucerons

Les résultats obtenus dans le dénombrement des différents stades larvaires et nymphaux ainsi que les adultes aptères et ailés sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 10: dénombrement des différents stades de développement des pucerons de toutes espèces confondues au niveau des deux parcelles de fève.

Stades de développement	La Séville		La fève	
	ni	F (%)	ni	F (%)
L ₁ -L ₂	15622	52,58	14869	64,71
L ₃ -L ₄	7216	24,29	3902	16,98
N ₃ -N ₄	3074	10,35	1939	8,44
Adultes aptères	3585	12,07	2141	9,32
Adultes ailés	213	0,71	127	0,55
Total	29710	100	22978	100

Le tableau montre que les stades L₁-L₂ présentent la densité la plus élevée (52,58%) avec un effectif de 15622 individus pour la Séville et 14869 individus pour la fève, suivis par les stades L₃-L₄ avec un effectif de 7216 et 3902 individus respectivement pour la Séville et la fève.

Les stades nymphaux N₃-N₄ et les adultes aptères sont représentés respectivement par 3074 et 3585 individus pour la Séville et par 1939 et 2141 individus pour la fève. Les adultes ailés représentent la densité la plus faible (0,71%) avec un effectif de 213 individus pour la Séville et un effectif de 127 individus soit (0,55%) pour la fève.

2.6. Résultats des captures par les pièges jaunes à eau

2.6.1. Importance des espèces de pucerons capturées au niveau des bassines jaunes

2.6.1.1. Au niveau de la parcelle de fève à variété Séville

Les résultats de l'importance des espèces de pucerons capturées au niveau des bassines jaunes sont illustrés par la figure suivante et le tableau 8 des annexes.

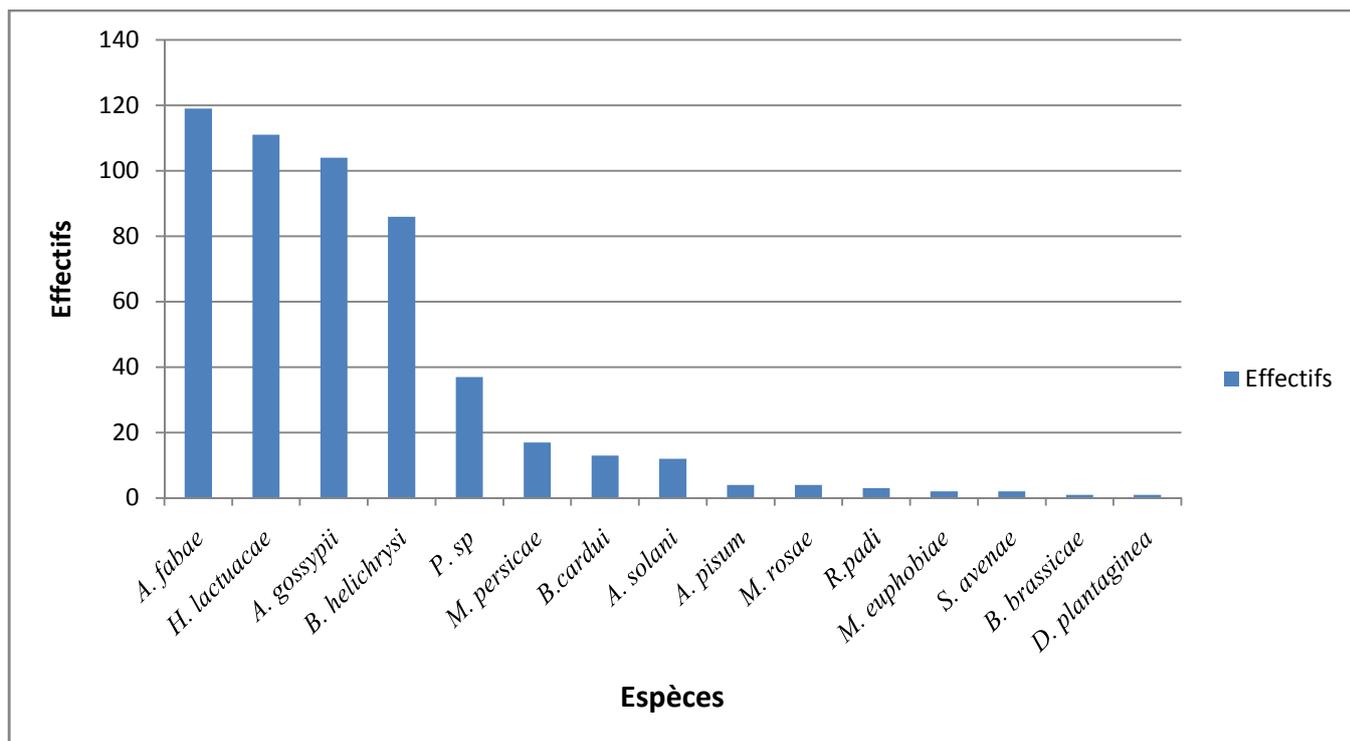


Figure 35 : Importance des espèces de pucerons ailés capturées au niveau des bassines jaunes dans la parcelle de fève à variété Séville.

D'après la figure ci-dessus, nous avons capturé 516 individus ailés représentant 15 espèces de pucerons. *A. fabae* compte 119 individus ce qui représente 23,06 % du total des pucerons capturés. *A. gossypii*, *B. helichrysi* et *H. lactuacae* comptent respectivement 104, 86 et 111 individus soit 20,15%, 16,16% et 21,51% de la totalité des pucerons ailés capturés. Les espèces comme *D. plantaginea* et *B. brassicae* comptent uniquement un seul individu.

2.6.1.2. Au niveau de la parcelle de fêverole

Les résultats des captures des pucerons ailés sont illustrés par la figure ci-dessous et le tableau 9 des annexes.

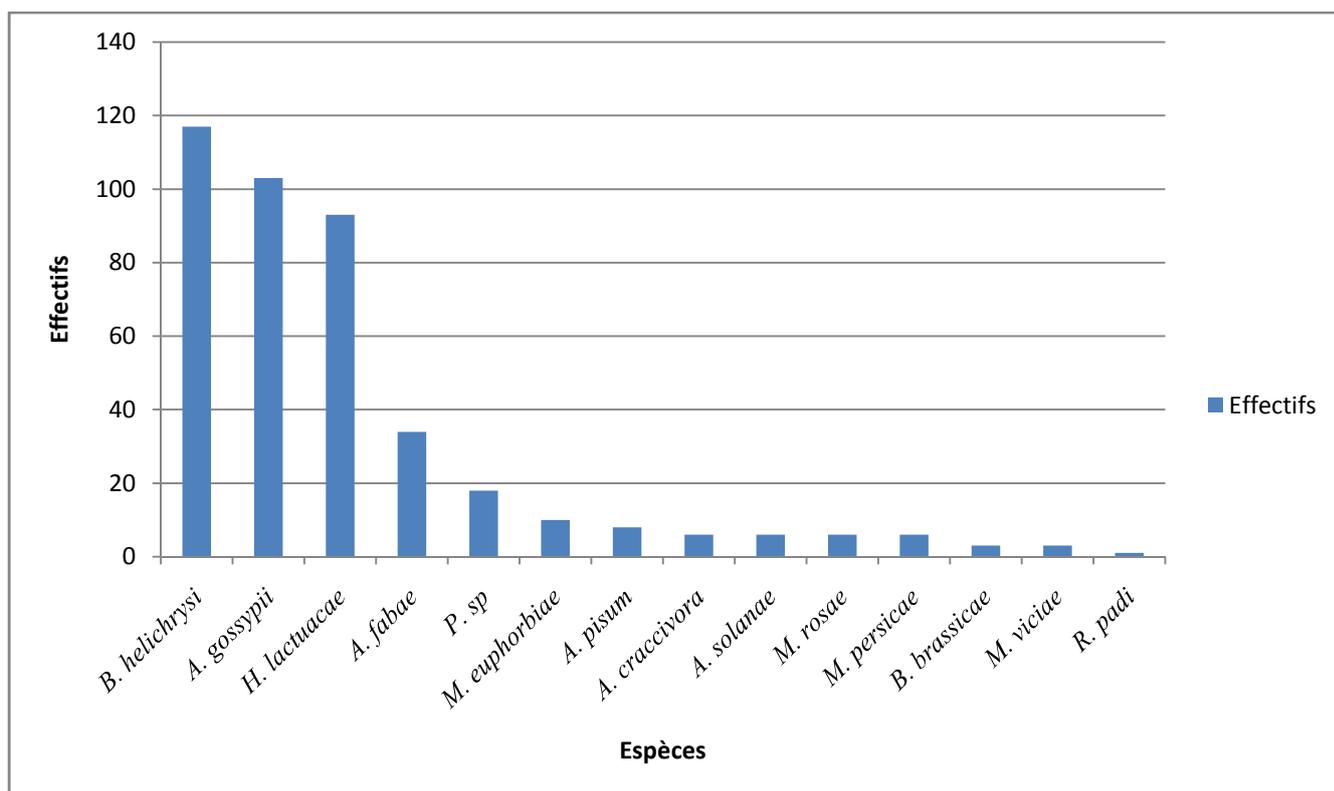


Figure 36 : Effectifs des espèces de pucerons ailés capturées au niveau des bassines jaunes dans la parcelle de fèverole.

La figure 36 montre la prédominance de *B. helichrysi* avec 117 individus. Les espèces : *A. gossypii* et *H. lactuacae* sont également représentées par des effectifs non négligeables, avec respectivement 103 et 93 individus, vient ensuite *A. fabae* avec 34 individus.

Les autres espèces sont très faiblement représentées particulièrement l'espèce *R. padi* qui compte qu'un seul individu.

2.6.2. Description des principales espèces de pucerons recensées

2.6.2.1. *A. fabae* (le puceron noir de la fève) figure 37 A

L'adulte aptère de forme trapue mesure environ 2 mm, sa couleur est noire mat à verdâtre, avec trois paires de taches blanches cireuses sur l'abdomen. Les antennes sont courtes, environ les deux tiers de la longueur du corps, les cornicules sont courtes et noires et la cauda est de forme trapue, courte et noire.

Les ailés, de couleur sombre, ont un corps plus allongé que celui des aptères. Leur abdomen présente des taches blanches et des sclérites marginaux noirs (Hullé et al., 1999).

A. fabae est une espèce holocyclique diécique (Hardie et Vaz Nunes, 2001 ; Tosh et *al.*, 2002). Cette espèce alterne entre ses hôtes primaires principalement le fusain (*Euonymus europaeus* L.), la boule de neige (*Viburnum opulus* L.), et le seringat (*Philadelphus coronarius* L.) et ses hôtes secondaires qui sont diverses plantes herbacées (exemple : *V. faba*) (Sandrock et *al.*, 2011).

Cette espèce est très polyphage, elle colonise plus de 200 plantes cultivées et sauvages. On la trouve dans l'Europe de l'ouest, l'Asie, l'Afrique et dans le nord et le sud de l'Amérique (Zamani et *al.*, 2013).

2.6.2.2. *A. craccivora* (le puceron noir de la luzerne) figure 37 B

L'adulte aptère mesure environ 1,4 à 2,0 mm, de couleur noir brillant. Les antennes sont de la longueur du corps, les cornicules sont courtes, épaisses et noires, la cauda est de couleur noire.

Les ailés sont de couleur noire présentant au niveau de l'abdomen des stries noires pouvant se rejoindre (Hullé et *al.*, 1999).

A. craccivora est essentiellement anholocyclique, les individus ailés assurent la dissémination d'une plante hôte à l'autre. Cette espèce est très polyphage avec une préférence pour les Fabacées (luzerne, fève, fèverole, etc.), colonise aussi les Astéracées, les Cucurbitacées et les Solanacées (Turpeau-Ait Ighil et *al.*, 2011).

2.6.2.3. *A. gossypii* (le puceron du melon et du cotonnier) figure 37 C

L'aptère mesure 1,2 à 2,2 mm, de couleur jaunâtre à vert sombre. Les antennes sont de couleur jaune pâle. Leur prothorax présente des tubercules latéraux très développés. Les cornicules sont très foncées et la cauda plus pâle.

Les ailés ont un corps généralement vert à vert foncé avec des antennes courtes. L'abdomen est muni de sclérites marginaux. Les cornicules sont noires et plus courtes que chez les aptères. La cauda est pigmentée, plus claire que les cornicules (Turpeau-Ait Ighil et *al.*, 2011).

C'est une espèce cosmopolite et très polyphage, elle a une préférence pour les Cucurbitacées, les Malvacées et les Rutacées (Hullé et *al.*, 1999).

2.6.2.4. *B. helichrysi* (le puceron vert du prunier) figure 37 D

L'aptère mesure 1,4 à 2 mm, de couleur vert pâle avec parfois une tache noire à l'extrémité du tibia qui porte des tarsi noirs. Les cornicules sont courtes et coniques.

Les ailés, de couleur vert jaunâtre, mesure environ 1,1 à 2,2 mm avec des antennes courtes et sombres portant de nombreuses rhinaries sur les articles III et IV. L'abdomen porte une large tache dorsale brune à bords irréguliers rejoignant presque les sclérites marginaux. Les cornicules sont courtes, coniques et pigmentées. La cauda est également courte ayant une extrémité arrondie (Turpeau-Ait Ighil et *al.*, 2011).

Selon le même auteur, cette espèce est holocyclique diœcique, ses hôtes primaires sont divers *Prunus* dont le prunier, le pêcher et l'abricotier, ses hôtes secondaires sont de nombreuses Astéracées et Borraginées.

2.6.2.5. *H. lactucae* (le puceron des feuilles de groseillier et de la laitue) figure 37 E

L'aptère mesure 2 à 2,7 mm, de couleur vert jaunâtre et brillant et possède des cornicules vertes, assez fortement renflées au milieu.

Les ailés mesurent environ 2 à 2,7 mm, de couleur verte et se caractérise par une plaque foncée au niveau de l'abdomen. Les antennes sont longues et foncées. Les cornicules sont renflées et légèrement pigmentées et la cauda est pâle (Hullé et *al.*, 1999).

D'après le même auteur, *H. lactucae* est holocyclique diœcique, cette espèce alterne entre ses hôtes primaires principalement le cassis et le groseillier et ses hôtes secondaires particulièrement des Astéracées.



A: *A. fabae* (forme aptère) (G : 4×10)



B: *A. craccivora* (forme aptère) (G : 4×10)



C: *A. gossypii* (forme aptère) (G : 4×10)



D: *B. helichrysi* (forme ailée) (G : 4×10)



E: *H. lactucae* (forme ailée) (G : 4×10)

Figure 37 : Les principales espèces de pucerons recensées au niveau des deux cultures de fève (Originales, 2013).

2.6.3. Résultats de l'évolution de la population globale des pucerons ailés capturés

2.6.3.1. Au niveau de la parcelle de fève à variété Séville

Le dénombrement des pucerons ailés capturés par les pièges jaunes à eau dans la parcelle de fève à variété Séville sont consignés dans la figure suivante.

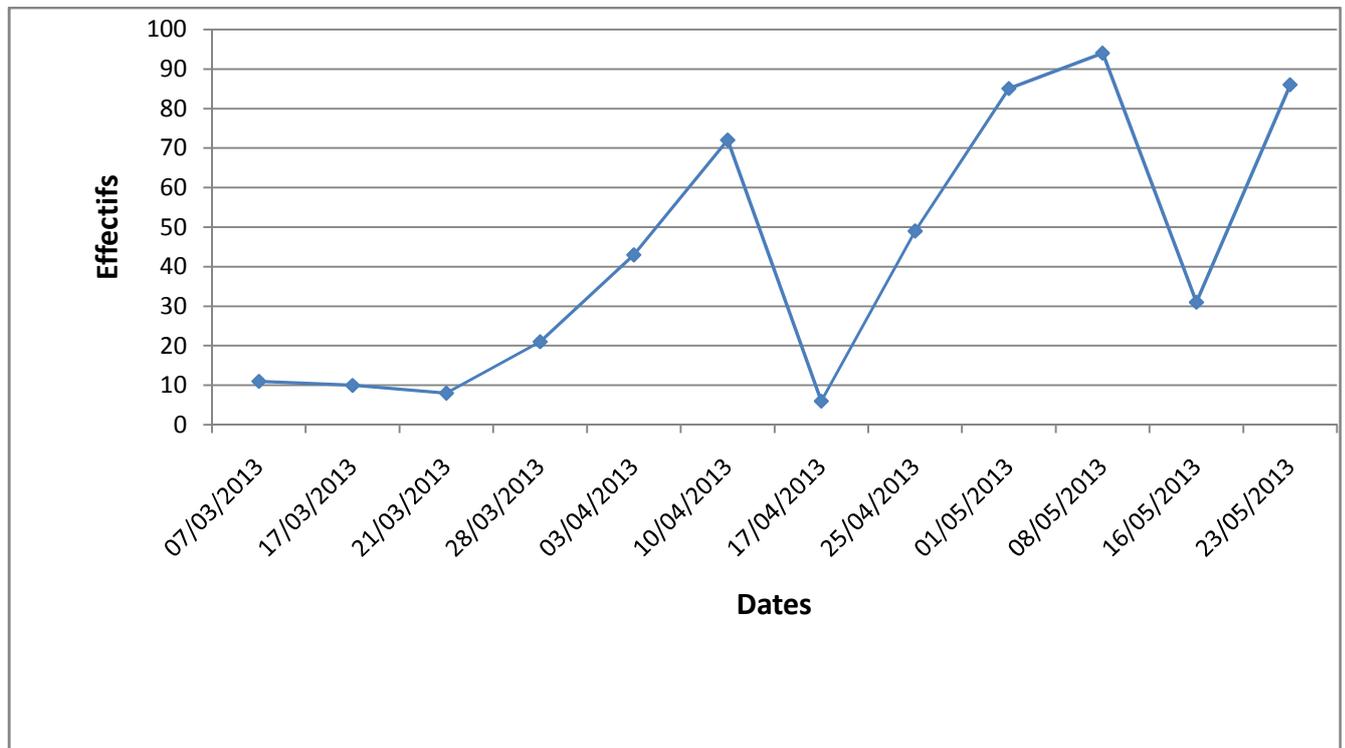


Figure 38: Courbe de vol des pucerons ailés capturés dans les bassines jaunes dans la parcelle de fève à variété Séville.

L'analyse de la figure 38 montre une présence permanente des pucerons dans la parcelle d'étude avec 3 périodes d'activité bien distinctes. La première activité de vol s'étale du 7 mars jusqu'au 10 avril avec un pic de 72 individus. A partir du 17 avril, nous avons enregistré une chute brutale des populations des ailés pour atteindre un minimum de 6 individus.

La deuxième période va du 17 avril au 8 mai, avec un pic de 94 individus enregistré le 8 mai. Les populations de pucerons chutent le 16 mai pour atteindre 31 individus puis une reprise d'activité est enregistrée atteignant 86 individus le 23 mai, ce qui correspond à la troisième et dernière période de vol.

2.6.3.2. Au niveau de la parcelle de fèvevole

Le dénombrement des pucerons ailés capturés par les pièges jaunes à eau dans la parcelle de fèvevole sont consignés dans la figure suivante.

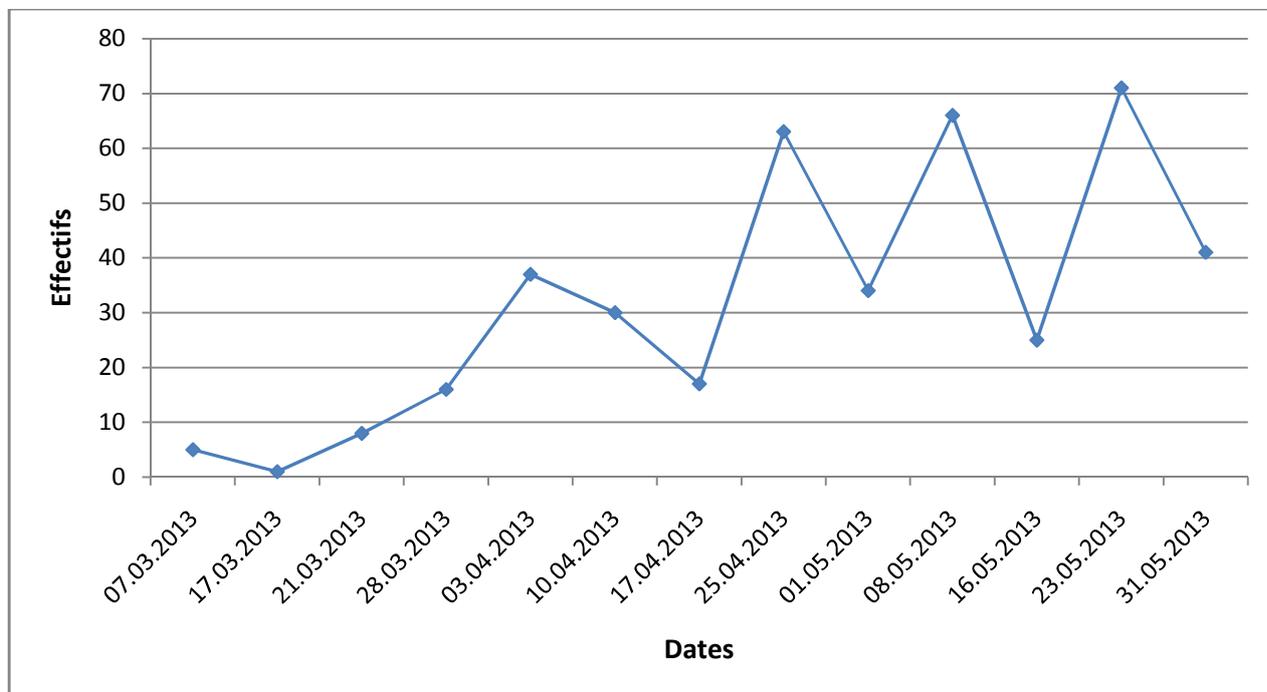


Figure 39: Courbe de vol des pucerons ailés capturés dans les bassines jaunes dans la parcelle de fèvevole.

L'activité de vol des pucerons ailés capturés dans les bassines jaunes dans la parcelle de fèvevole montre 4 périodes de vol très distinctes, la première est située entre le 7 mars et le 3 avril avec une faible activité et un pic de 37 individus, l'activité des ailés chute jusqu'à atteindre un minimum de 17 individus capturés le 17 avril.

La deuxième période s'étale du 17 avril jusqu'au 25 avril avec un pic de 63 individus puis une chute brutale des effectifs est enregistrée le 1^{er} mai avec un effectif de 34 individus.

La troisième période va du 1^{er} au 8 mai avec un pic de 66 individus, nous avons également enregistré une chute brutale des effectifs jusqu'à atteindre 25 individus le 16 mai. La quatrième période de vol s'étale du 16 au 23 mai avec un pic de 71 individus enregistré le 23 mai. Nous avons enregistré une chute brutale des effectifs atteignant 41 individus à la fin de la culture.

2.6.4. Activité de vol des principales espèces de pucerons recensées dans les bassines jaunes

2.6.4.1. Au niveau de la parcelle de fève à variété Séville

2.6.4.1.1. Activité de vol d'*A. fabae*

Les résultats de capture de l'espèce *A. fabae* sont consignés dans la figure suivante :

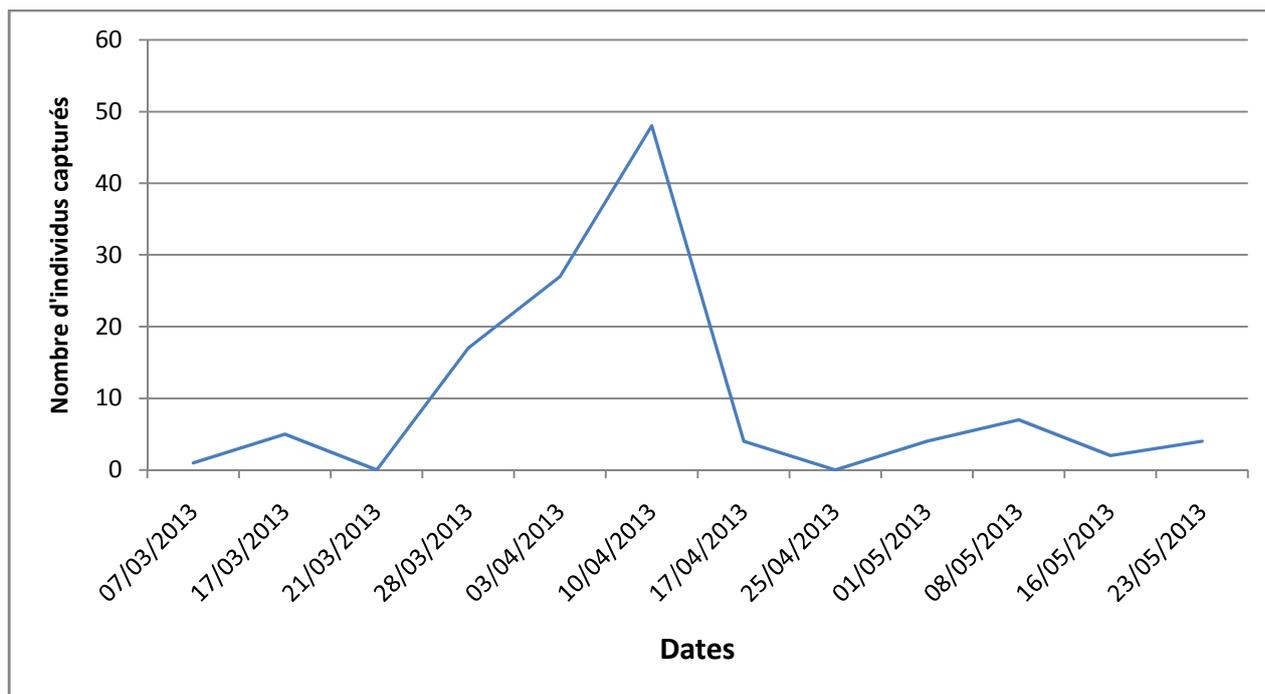


Figure 40 : Courbe de vol d'*A. fabae*

La courbe de vol d'*A. fabae* se caractérise par 4 phases principales : une phase de faible activité qui s'étale du 7 jusqu'au 17 mars, durant laquelle le nombre d'individus d'*A. fabae* est très réduit puis une chute brutale est enregistrée le 21^{ème} jour du même mois.

Du 21 mars au 10 avril, s'étale une phase explosive, durant laquelle le nombre de pucerons capturés est élevé. C'est au courant de cette phase que nous avons enregistré le maximum de capture (48 individus) puis une chute brutale des populations est enregistrée le 25 avril.

La troisième phase s'étale du 25 avril au 8 mai où nous avons noté une légère reprise de l'activité de vol d'*A. fabae*, cette activité régresse encore le 16 mai pour reprendre légèrement le 23 mai, ce qui correspond à la quatrième période de vol.

2.6.4.2. Au niveau de la parcelle de fève

2.6.4.2.1. Activité de vol de *B. helichrysi*

Les résultats de capture de l'espèce *B. helichrysi* sont consignés dans la figure suivante :

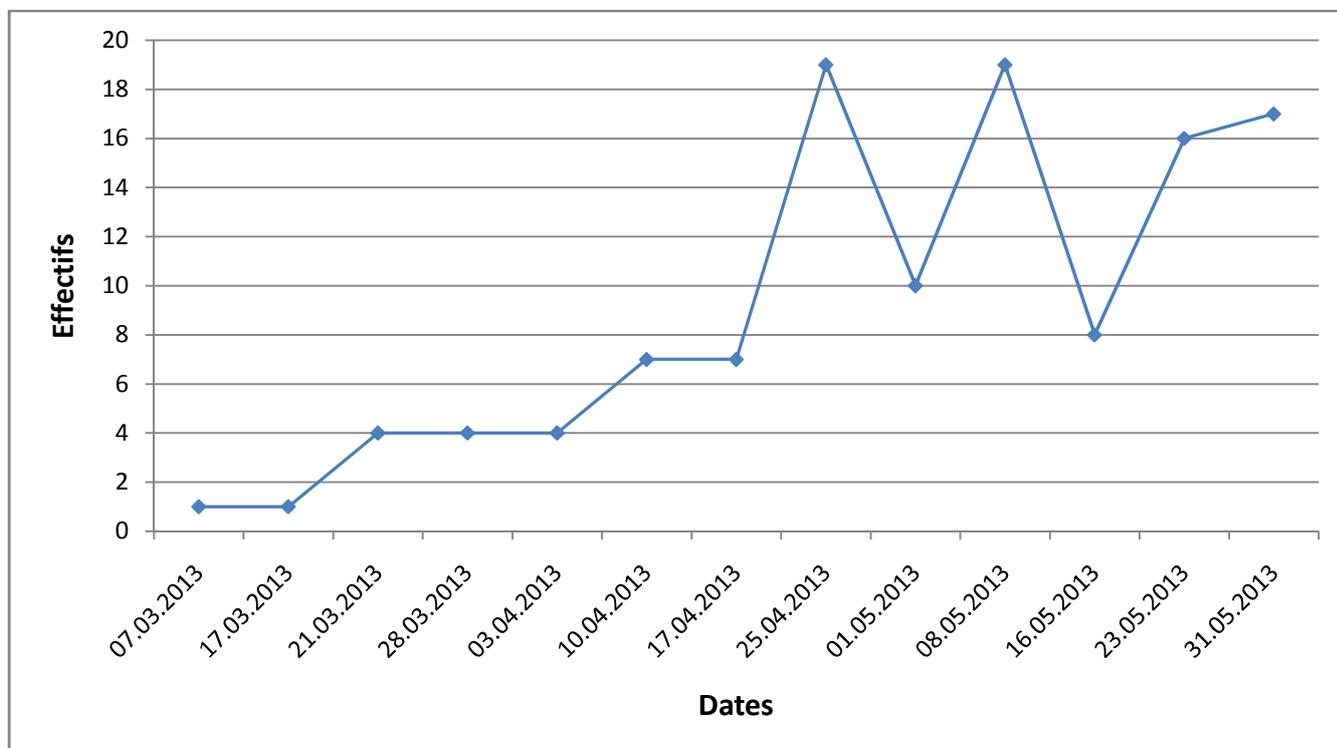


Figure 41 : Courbe de vol de *B. helichrysi*

Cette espèce présente 3 activités de vol, la première s'étale du 7 mars jusqu'au 25 avril avec un pic de 19 individus enregistré le 25 avril. La deuxième activité s'étend du 1^{er} jusqu'au 8 mai avec un pic de 19 individus enregistré le 8 mai et la dernière activité s'étale du 16 mai jusqu'à la fin de la culture. Nous avons enregistré deux chutes brutales des populations d'ailés, la première enregistrée le 1^{er} mai avec un effectif de 10 individus et la deuxième le 16 mai avec un effectif de 8 individus.

2.7. Etude des ennemis naturels

Parallèlement au suivi des populations des pucerons sur la culture de deux variétés de fève, nous nous sommes intéressés à leurs ennemis naturels. Dans le tableau suivant nous avons reporté les différentes espèces de prédateurs échantillonnées dans les parcelles d'étude.

2.7.1. Inventaire des prédateurs

Les prédateurs de pucerons inventoriés dans les deux parcelles d'étude sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Espèces prédatrices de pucerons recensées au niveau des deux parcelles d'étude dans la région de Tizi-Rached.

Ordre	Famille	Espèces
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Coccinella algerica</i> Kovar, 1977
		<i>Hippodamia (adonia) variegata</i> Goeze, 1777
Diptera	Syrphidae	<i>Syrphidae sp</i>

L'inventaire des prédateurs montre l'existence de 3 espèces prédatrices appartenant à 2 ordres et à 2 familles. La famille des Coccinellidae est représentée par deux espèces qui sont *C. algerica* et *H. variegata*, quant à la famille des Syrphidae, elle est représentée par une seule espèce non identifiée.

2.7.2. Description des espèces prédatrices recensées

2.7.2.1. *C. algerica* (figure 42)

C. algerica est une espèce au corps ovale, convexe et glabre, mesurant entre 6 et 8 mm de long et 4 à 5 mm de largeur. Les élytres sont de couleur rouge orangé, portant 7 taches noires isolées dont une scutellaire.



Figure 42 : Adultes de *C. algerica* (G : 2×10) (Originales, 2013).

2.7.2.2. *H. variegata* (figure 43)

C'est une espèce au corps ovale, plus au moins allongé, convexe et glabre, mesurant entre 3,5 et 6 mm de long et 2,3 et 3 mm de largeur. Les élytres sont rouges jaunâtres, avec 0 à 13 taches noires, celles inférieures sont souvent plus grandes (Zoubiri, 1998).



Figure 43: Adulte de *H. variegata* (G : 2x10) (Originale, 2013).

2.7.3. Evaluation de la population globale des prédateurs aphidiphages capturés sur la culture de fève à variété Séville et sur la féverole

Les fréquences des prédateurs aphidiphages répertoriés dans la parcelle de fève à variété Séville et dans la parcelle de féverole sont consignées dans le tableau suivant :

Tableau 12: Dénombrement des prédateurs et leur pourcentage.

Prédateurs	Culture	La de Séville		Féverole	
		ni	F (%)	ni	F(%)
<i>C. algerica</i>		6	13,04	1	4,0
<i>H. variegata</i>		30	65,22	18	72,0
<i>Syrphidae sp</i>		10	21,74	6	24,0
Total		46	100	25	100

ni : effectifs, F(%) : fréquence relative

Les résultats reportés dans le tableau 12 indiquent que les coccinelles dominent dans les deux cultures par rapport aux syrphes. L'espèce *H. variegata* vient en premier lieu avec des fréquences de 65,22 % pour la Séville et 72 % pour la féverole. La coccinelle *C. algerica* est recensée au niveau des deux cultures mais à de faibles effectifs.

2.7.4. Fluctuation des différents prédateurs recensés

2.7.4.1. Au niveau de la parcelle de fève à variété Séville

Les résultats des fluctuations des différents prédateurs recensés sont illustrés par la figure ci-dessous :

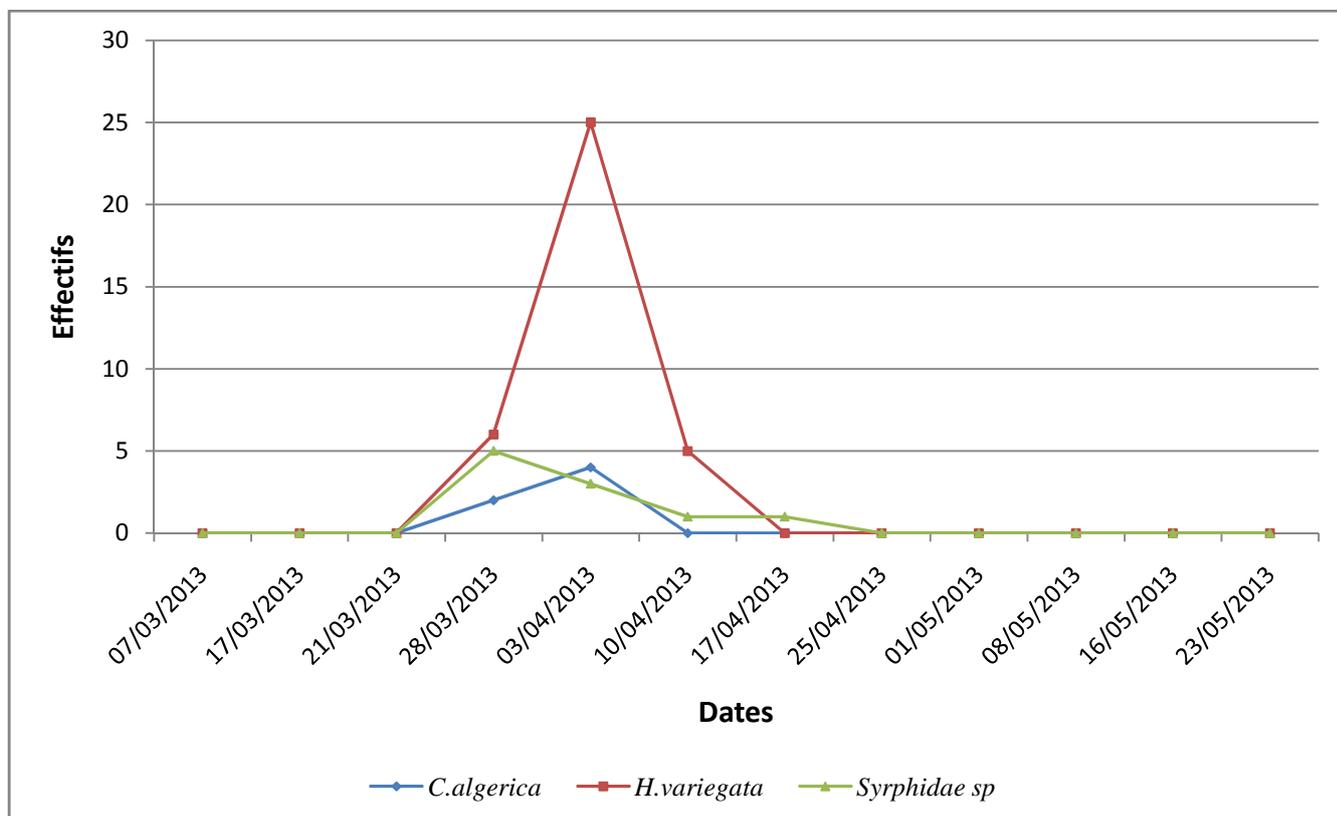


Figure 44: Fluctuations des différentes espèces prédatrices dans la parcelle de fève à variété Séville.

D'après la figure ci-dessus, l'activité des ennemis naturels a débuté la fin du mois de mars, où nous avons capturé 2 adultes de *C. algerica*, 6 adultes de *H. variegata* et 5 individus de *Syrphidae sp*. L'activité maximale des coccinelles est enregistrée le 3 avril avec la capture de 25 individus de *H. variegata* et de 4 adultes de *C. algerica*.

2.7.4.2. Au niveau de la parcelle de féverole

Les résultats des fluctuations des différents prédateurs recensés sont illustrés par la figure ci-dessous :

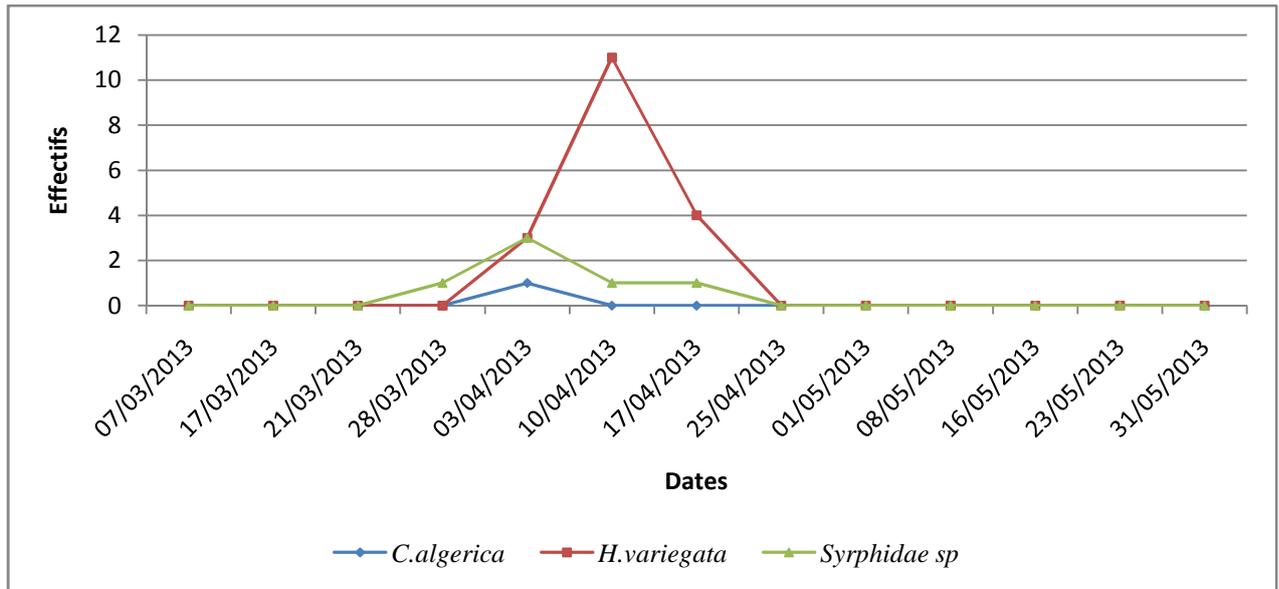


Figure 45: Fluctuations des différentes espèces prédatrices dans la parcelle de fèvevole.

L'activité des prédateurs débute la fin du mois de mars avec la capture d'un adulte de *S. sp*. Les espèces *C. algerica* et *H. variegata* interviennent le 3 avril avec respectivement 1 et 3 individus capturés durant cette date. L'activité des prédateurs cessent à la fin du mois d'avril.

2.7.5. Inventaire des parasitoïdes

L'inventaire des parasitoïdes dans les deux parcelles d'étude a révélé l'existence d'une seule espèce de parasite appartenant à l'ordre des Hymenoptera, à la famille des Braconidae et à la sous-famille des Aphidiinae, il s'agit du *Lysiphlebus ambiguus* Hal. (figure 46).



Figure 46 : Adulte de *L. ambiguus* (G : 2×10) (Originales, 2013).

2.7.5.1. Evolution du taux de parasitisme

Les résultats du taux de parasitisme calculé au niveau des deux parcelles d'étude sont consignés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Dénombrement des pucerons parasités dans la parcelle de fève à variété Séville et dans la parcelle de fêverole.

Dates de sortie	Parcelle de Séville			Parcelle de fêverole		
	Pucerons sains	Pucerons parasités	Taux de parasitisme (%)	Pucerons sains	Pucerons parasités	Taux de parasitisme (%)
07/03/2013	199	0	0	40	0	0
17/03/2013	440	0	0	259	0	0
21/03/2013	757	0	0	251	0	0
28/03/2013	737	0	0	315	0	0
03/04/2013	836	1	0,11	363	0	0
10/04/2013	491	3	0,61	380	1	0,26
17/04/2013	164	5	3,04	243	1	0,41
25/04/2013	107	10	9,34	107	3	2,8
01/05/2013	39	30	76,92	126	23	18,25
08/05/2013	22	9	40,90	35	27	77,14
16/05/2013	6	2	33,33	118	41	34,74
23/05/2013	0	0	0	31	0	0
31/05/2013	/	/	/	0	0	0
Total	3798	60	1,57	2268	96	4,23

D'après le tableau 13, nous remarquons que dans la parcelle de Séville, les premiers pucerons parasités sont observés le 3 avril avec un taux de parasitisme très faible qui est de 0,11%. Le nombre de pucerons parasités augmente progressivement pour atteindre un pic de 30 individus parasités enregistré le 1^{er} mai, l'activité des parasitoïdes diminue pour s'annuler le 23 mai.

Au niveau de la parcelle de fêverole, les premiers pucerons parasités sont observés le 10 avril avec un taux de parasitisme qui est aussi très faible (0,22%), à partir de cette date, le nombre de pucerons parasités augmente et enregistre son maximum le 16 mai avec 41 individus parasités. Durant le 23 et le 31 mai, l'activité des parasitoïdes s'annule. Le taux de parasitisme est plus élevé dans la parcelle de fêverole que dans la parcelle de Séville avec un taux de 4,23%.

2.7.6. Incidence des ennemis naturels

2.7.6.1. Au niveau de la parcelle de Séville

Les résultats de l'incidence des ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes) sur les populations de pucerons sont consignés dans la figure ci-dessous :

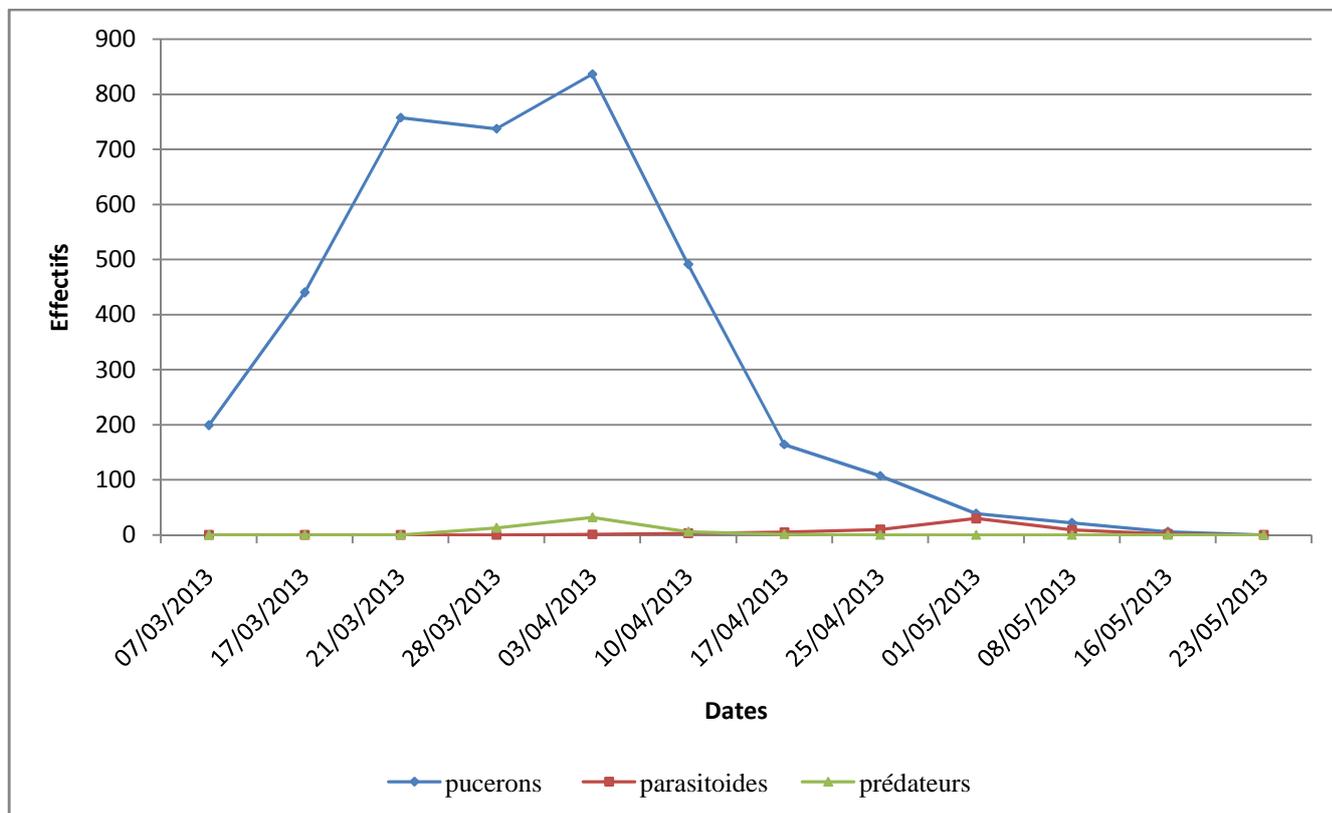


Figure 47 : Evolution des populations de pucerons et des ennemis naturels.

La figure montre que les ennemis naturels arrivent tardivement dans la parcelle de Séville, l'activité intense des prédateurs coïncide avec les fortes pullulations de pucerons, celle des parasitoïdes apparaît à partir du 1^{er} mai.

2.7.6.2. Au niveau de la parcelle de fêverole

Les résultats de l'incidence des ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes) sur les populations de pucerons sont consignés dans la figure ci-dessous :

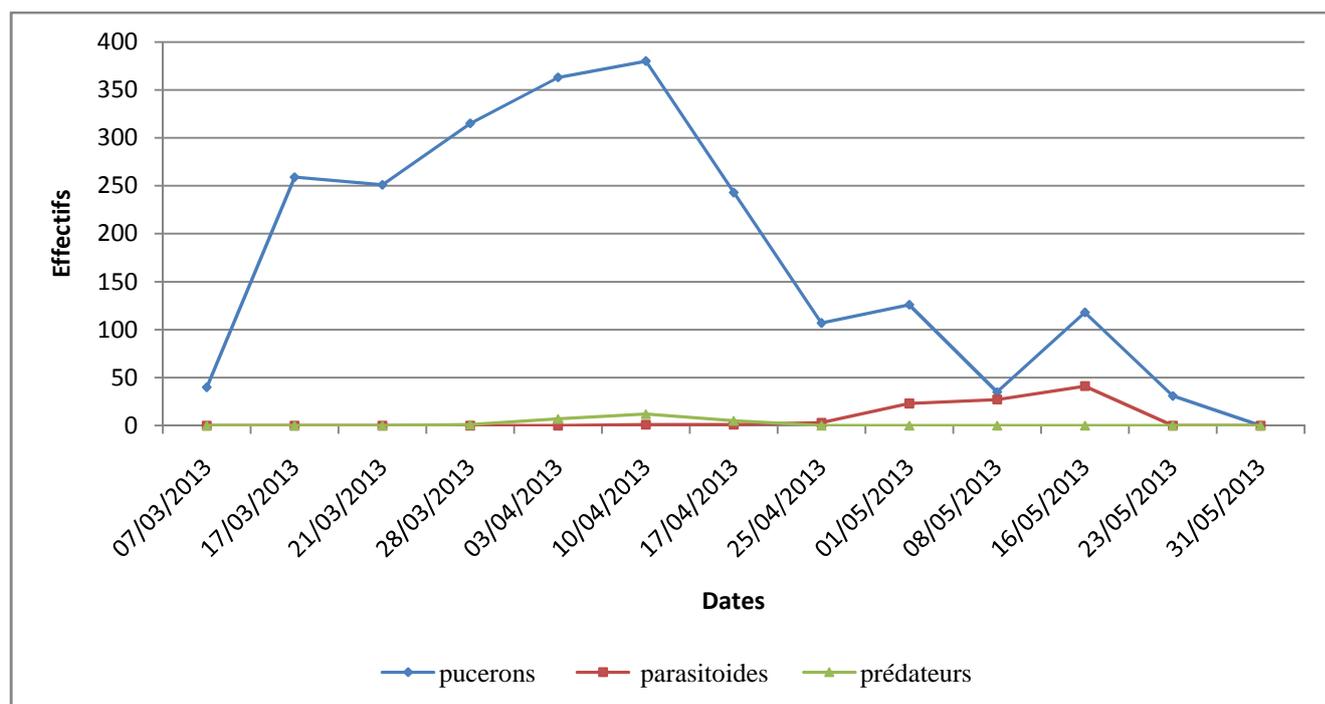


Figure 48 : Evolution des populations de pucerons et des ennemis naturels.

Les prédateurs arrivent tardivement dans la parcelle, leur activité est faible et limitée dans le temps, l'activité intense des prédateurs coïncide avec l'explosion démographique des aphides. L'activité des parasitoïdes commence à apparaître après les fortes pullulations de pucerons.

2.8. Analyse des résultats

2.8.1. Qualité d'échantillonnage des pucerons ailés capturés par les pièges jaunes

Les valeurs de la qualité de l'échantillonnage calculée pour les espèces de pucerons capturées dans les pièges jaunes à eau des deux parcelles d'étude sont rassemblées dans le tableau suivant :

Tableau 14: Valeurs de la qualité de l'échantillonnage pour chaque parcelle

Parcelle	Nombre de relevé (N)	Nombre d'espèces observées une seule fois en un seul exemplaire (a)	a/N
Séville	12	2	0,16
Fèverole	13	1	0,07

La valeur de la qualité de l'échantillonnage (a/N) étant inférieure à 1 au niveau des 2 parcelles, de ce fait l'échantillonnage est réalisé avec une bonne précision.

Au niveau de la parcelle de fêverole, le rapport a/N est très faible et il est égal à 0,07. Nous avons uniquement une seule espèce observée une seule fois, il s'agit de *R. padi*.

Quant à la parcelle de fève à variété Séville, les espèces observées une seule fois sont seulement deux, il s'agit de *B. brassicae* et *D. plantaginea*.

2.8.2. Exploitation des résultats par les indices écologiques

Afin d'exploiter nos résultats relatifs aux espèces inventoriées, nous avons utilisé des indices écologiques de compositions et de structure.

2.8.2.1. Indices écologiques de composition

2.8.2.1.1. Richesse totale

Le tableau 15 représente la richesse spécifique des pucerons capturés par les bassines jaunes au niveau des deux parcelles d'étude.

Tableau 15 : Valeurs de la richesse totale des pucerons capturés par les bassines jaunes au niveau des deux parcelles d'étude.

Dates de relevés	07/03	17/03	21/03	28/03	03/04	10/04	17/04	25/04	01/05	08/05	16/05	23/05	31/05
Séville	5	5	5	5	7	8	3	8	7	8	9	11	/
Féverole	3	1	3	3	5	7	5	9	9	6	7	11	4

Les valeurs de la richesse totale des espèces capturées par les pièges jaunes varient selon les semaines, elle est faible pendant les semaines du mois de mars puis augmente et fluctue. La richesse maximale est enregistrée le 23 mai avec 11 espèces au niveau des deux parcelles de fève.

2.8.2.1.2. Fréquence centésimale ou abondance relative (%)

Les fréquences centésimales des espèces de pucerons capturées par les assiettes jaunes au niveau des deux parcelles d'étude sont consignées dans le tableau 16.

Tableau 16 : Fréquences centésimales des pucerons capturés par les pièges jaunes au niveau des parcelles d'étude.

Parcelles	Séville		Féverole	
	ni	F (%)	ni	F (%)
<i>Aphis fabae</i>	119	23,06	34	8,21
<i>Hyperomyzus lactuacae</i>	111	21,51	93	22,46
<i>Aphis gossypii</i>	104	20,16	103	24,88
<i>Brachycaudus helichrysi</i>	86	16,67	117	28,26
<i>Pemphigus sp</i>	37	7,17	18	4,35
<i>Myzus persicae</i>	17	3,29	6	1,45
<i>Brachycaudus cardui</i>	13	2,52	0	0
<i>Aulacorthum solani</i>	12	2,33	6	1,45
<i>Aphis pisum</i>	4	0,78	8	1,93
<i>Macrosiphum rosae</i>	4	0,78	6	1,45
<i>Rhopalosiphum padi</i>	3	0,58	1	0,24
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	2	0,39	10	2,42
<i>Sitobion avenae</i>	2	0,38	0	0
<i>Brevicoryne brassicae</i>	1	0,19	3	0,73
<i>Dysaphis plantaginea</i>	1	0,19	0	0
<i>Aphis craccivora</i>	0	0	6	1,45
<i>Megoura viciae</i>	0	0	3	0,72
Total	516	100	414	100

ni : Nombre d'individus de pucerons.

F : Fréquence centésimale.

Le piégeage des pucerons ailés dans les deux parcelles de fève, nous a permis de capturer 516 individus de pucerons au niveau de la parcelle de Séville et 414 individus au niveau de la parcelle de fèverole.

Les résultats des captures des pucerons ailés au niveau de la parcelle de fève à variété Séville montre qu'*A. fabae* est l'espèce la plus représentée avec une fréquence de 23,06% alors que cette espèce ne représente que 8,21% du total des pucerons capturés au niveau de la parcelle de fèverole.

L'espèce *B. helichrysi* est en tête des pucerons capturés au niveau de la parcelle de fèverole avec 28,26% du total des pucerons capturés par les pièges jaunes à eau.

2.8.2.1.3. Fréquence d'occurrence ou constance (%)

Les valeurs de la fréquence d'occurrence des espèces de pucerons capturées par les bassines jaunes sont consignées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 17 : La constance de pucerons capturés par les bassines jaunes au niveau des deux parcelles d'étude.

Parcelles	Séville		Féverole	
	Fréquence d'occurrence	Catégorie	Fréquence d'occurrence	Catégorie
<i>A. fabae</i>	83,33	Constante	46,15	Accessoire
<i>H. lactuacae</i>	91,66	Constante	92,3	Constante
<i>A. gossypii</i>	83,33	Constante	69,23	Constante
<i>B. helichrysi</i>	91,66	Constante	100	Constante
<i>P. sp</i>	33,33	Accessoire	46,15	Accessoire
<i>M. persicae</i>	66,66	Constante	30,76	Accessoire
<i>B. cardui</i>	41,66	Accessoire	/	/
<i>A. solani</i>	75	Constante	23,07	Accidentelle
<i>A. pisum</i>	8,33	Accidentelle	38,46	Accessoire
<i>M. rosae</i>	33,33	Accessoire	23,07	Accidentelle
<i>R. padi</i>	16,66	Accidentelle	7,69	Accidentelle
<i>M. euphorbiae</i>	16,66	Accidentelle	30,76	Accessoire
<i>S. avenae</i>	16,66	Accidentelle	/	/
<i>B. brassicae</i>	8,33	Accidentelle	15,38	Accidentelle
<i>D. plantaginea</i>	8,33	Accidentelle	/	/
<i>A. craccivora</i>	/	/	23,07	Accidentelle
<i>M. viciae</i>	/	/	15,38	Accidentelle

Les résultats du tableau montrent la présence de 6 espèces constantes, 3 espèces accessoires et 6 espèces accidentelles au niveau de la parcelle de fève à variété Séville. Quant à la parcelle de féverole, nous avons enregistré l'existence de 3 espèces constantes, 5 espèces accessoires et 6 espèces accidentelles.

2.8.2.2. Les indices écologiques de structure

2.8.2.2.1. Indices de diversité Shannon-Weaver et d'équitabilité

Les valeurs de la diversité et de l'équitabilité calculées pour les espèces capturées sont rassemblées dans le tableau suivant :

Tableau 18: Diversité et équitabilité des espèces de pucerons sur la parcelle de fève à variété Séville et sur la fèverole.

Variétés	La Séville	La fèverole
H' (Bits) : diversité de Shannon-Weaver	0,75	0,69
H' (max) : diversité maximale	1,17	1,14
E : équitabilité	0,64	0,60

L'indice de diversité de Shannon-Weaver calculé au niveau de la parcelle de fève à variété Séville est supérieur à celui calculé au niveau de la parcelle de fèverole avec une valeur de 0,75 bits.

Pour l'équitabilité, les valeurs tendent vers 1, ce qui traduit un équilibre entre les effectifs des différentes espèces capturées.

2.8.3. Exploitation des résultats par les méthodes statistiques

2.8.3.1. Résultats de l'ANOVA du contrôle visuel

L'analyse de la variance pour la variable nombre d'individus de toutes espèces confondues selon le facteur variété et le facteur temps a donné les résultats présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 19 : Résultats de l'analyse de la variance pour la variable nombre d'individus de toutes espèces confondues.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4,173	19	0,22				
VAR.FACTEUR 1	0,095	1	0,095	1,445	0,25945		
VAR.FACTEUR 2	3,485	9	0,387	5,876	0,00775		
VAR.RESIDUELLE 1	0,593	9	0,066			0,257	20,15%

Facteur 1 : variété, Facteur 2 : temps

P₁ : probabilité du facteur 1 et P₂ : probabilité du facteur 2

Les résultats issus de l'analyse de la variance montrent qu'il n'y a pas de différence significative concernant le nombre d'individus au niveau des deux variétés de fève ($P_1 > 0,05$). Cela montre qu'il n'y a pas de différence d'infestation des deux parcelles par les pucerons.

Selon le tableau 19, $P_2 = 0,00775$ est inférieure à 0,05, ce qui signifie qu'il y a une différence significative entre le nombre d'individus de toutes espèces confondues au niveau des deux variétés en fonction du temps.

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% révèle l'existence de 3 groupes homogènes qui sont les groupes A, AB et B (tableau 20).

Tableau 20 : Test de Newman et Keuls pour le facteur temps

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
5.0	S5	1,735±0,185	A	
4.0	S4	1,675±0,185	A	
6.0	S6	1,63±0,06	A	
3.0	S3	1,63±0,24	A	
2.0	S2	1,525±0,115	A	
7.0	S7	1,295±0,085	A	B
8.0	S8	1,02±0	A	B
1.0	S1	0,945±0,345	A	B
9.0	S9	0,845±0,255	A	B
10.0	S10	0,44±0,1		B

Dans le groupe A, nous avons les semaines où l'infestation des parcelles de fève par les pucerons est importante, dans le groupe AB, l'infestation des parcelles de fève est modérée quant au groupe B, il représente la semaine la moins infestée par les pucerons où nous avons enregistré 22 individus dans la parcelle de Séville et 35 individus dans la parcelle de fèveole (voir annexes tableau 10).

L'analyse de la variance pour la variable richesse spécifique selon le facteur variété et le facteur temps a donné les résultats présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 21 : Résultats de l'analyse de la variance pour la variable richesse spécifique.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1,874	19	0,099				
VAR.FACTEUR 1	0,999	1	0,999	14,894	0,0039		
VAR.FACTEUR 2	0,271	9	0,03	0,449	0,876		
VAR.RESIDUELLE 1	0,604	9	0,067			0,259	18,79%

L'analyse de la variance montre que la variabilité richesse spécifique entre les deux variétés est hautement significative ($P_1=0,0039$).

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% révèle l'existence de 2 groupes homogènes qui sont les groupes A et B (tableau 22).

Tableau 22 : Test de Newman et Keuls pour le facteur variété.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	V2	1,602±0,1536	A	
1.0	V1	1,155±0,217		B

V1 : la Séville, V2 : la fèvevole

Le tableau ci-dessus montre que la richesse spécifique moyenne est plus élevée dans la parcelle de fèvevole que dans la parcelle de Séville, cela signifie que les différentes espèces de pucerons sont plus présentes au niveau de la parcelle de fèvevole.

D'après le tableau d'analyse de la variance, $P_2 > 0,05$, ce qui signifie qu'il n'y a pas de différence significative entre la richesse spécifique au niveau des deux variétés en fonction du temps.

2.8.3.2. Résultats de l'ANOVA au niveau des pièges jaunes

L'analyse de la variance pour la variable nombre d'individus de toutes espèces confondues selon le facteur variété et le facteur temps a donné les résultats présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 23: Résultats de l'analyse de la variance pour la variable nombre d'individus de toutes espèces confondues.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	16,636	23	0,723				
VAR.FACTEUR 1	0,568	1	0,568	4,701	0,05101		
VAR.FACTEUR 2	14,74	11	1,34	11,092	0,00026		
VAR.RESIDUELLE 1	1,329	11	0,121			0,348	18,79%

Facteur 1 : variété, Facteur 2 : temps

Le tableau d'analyse de la variance montre qu'il n'y a pas de différence significative du nombre d'individus au niveau des deux variétés de fève ($P_1 > 0,05$). Ce qui traduit qu'il n'y a pas de différences significative du nombre d'individus ailés capturés au niveau des deux parcelles de fève.

Selon le tableau 23, $P_2 = 0,00026$ est inférieure à 0,05, ce qui signifie qu'il y'a une différence significative entre le nombre d'individus de toutes espèces confondues au niveau des deux variétés en fonction du temps.

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% révèle l'existence de 7 groupes homogènes qui sont les groupes A, AB, ABC, ABCD, BCD, CD et D (tableau 24).

Tableau 24: Test de Newman et Keuls pour le facteur temps.

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
10.0	S10	2,97±0,26	A			
12.0	S12	2,95±0,14	A			
9.0	S9	2,508±0,56	A	B		
8.0	S8	2,489±0,15	A	B		
6.0	S6	2,327±0,50	A	B		
5.0	S5	2,107±0,07	A	B	C	
11.0	S11	1,761±0,09	A	B	C	D
4.0	S4	1,43±0,09		B	C	D
7.0	S7	1,095±0,27			C	D
3.0	S3	0,942±0			C	D
1.0	S1	0,925±0,18			C	D
2.0	S2	0,694±0,36				D

Le nombre de pucerons ailés est plus important pendant la dixième et la douzième semaine d'échantillonnage avec respectivement 94 et 66 individus capturés sur la Séville et la fèverole pendant la dixième semaine et des effectifs de 86 et 71 individus capturés respectivement sur la Séville et la fèverole pendant la douzième semaine. Ces semaines se trouvent classées dans le groupe A.

Le groupe D représente la semaine où le nombre de pucerons ailés est faible, durant cette semaine, nous avons capturé 10 individus ailés sur la parcelle de Séville et un seul individu ailé sur la fèverole.

L'analyse de la variance pour la variable richesse spécifique selon le facteur variété et le facteur temps a donné les résultats présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 25 : Résultats de l'analyse de la variance pour la variable richesse spécifique.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	158,5	23	6,891				
VAR.FACTEUR 1	6	1	6	3,474	0,08651		
VAR.FACTEUR 2	133,5	11	12,136	7,026	0,00175		
VAR.RESIDUELLE 1	19	11	1,727			1,314	21,03%

Facteur 1 : variété, Facteur 2 : temps

D'après le tableau 25, P_1 est supérieure à 0,05, ce qui signifie que la richesse spécifique ne diffère pas d'une variété à une autre.

Par contre P_2 est inférieure à 0,05, ce qui signifie qu'il y'a une différence significative entre la richesse spécifique au niveau des deux variétés en fonction du temps.

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% révèle l'existence de 5 groupes homogènes qui sont les groupes A, AB, ABC, BC et C (tableau 26).

Tableau 26: Test de Newman et Keuls pour le facteur temps

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
12.0	S12	11±0	A		
8.0	S8	8,5±0,5	A	B	
9.0	S9	8±1	A	B	C
11.0	S11	8±1	A	B	C
6.0	S6	7,5±0,5	A	B	C
10.0	S10	7±1	A	B	C
5.0	S5	6±1		B	C
1.0	S1	4±1		B	C
7.0	S7	4±1		B	C
4.0	S4	4±1		B	C
3.0	S3	4±1		B	C
2.0	S2	3±2			C

Le groupe A regroupe la semaine où la richesse spécifique moyenne est plus élevée au niveau des deux variétés. La semaine 2 représente la semaine la moins riche en espèces, elle est classée dans le groupe C.

2.8.3.3. Résultats de l’AFC des espèces capturées par piégeage

La distribution spatiale des espèces est appréciée grâce à une analyse factorielle des correspondances, soit une matrice à 25 niveaux et 17 espèces. La figure 49 présente les résultats de l’AFC des espèces capturées par les assiettes jaunes au niveau des deux parcelles de fève selon les semaines.

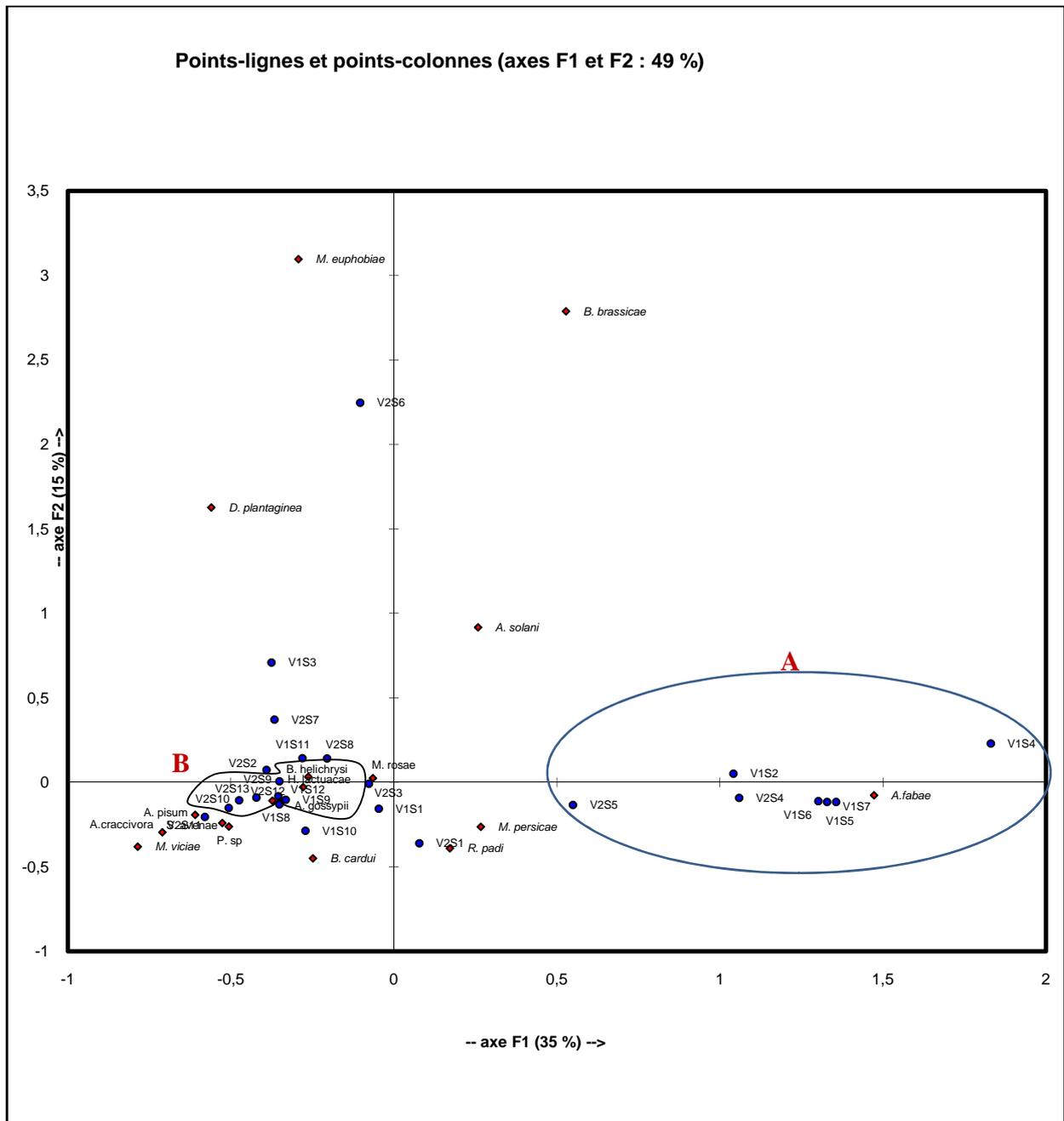


Figure 49 : Carte factorielle des espèces capturées par les assiettes jaunes en fonction des semaines et des variétés de fève.

Seul l'axe 1 est pris en considération car il détient le maximum d'informations. Les espèces capturées par les assiettes jaunes dans les deux parcelles de fève participent avec 35% à la construction de cet axe.

A partir de l'axe 1, nous distinguons deux groupes :

Le groupe A : dans ce groupe, le puceron *A. fabae* est rencontré seul au niveau de la variété Séville pendant le 17 et le 28 mars puis le 3, le 10 et le 17 avril. Quant à la parcelle de féverole, *A. fabae* est retrouvé seul pendant le 28 mars et le 3 avril.

Le groupe B : regroupe les espèces *A. gossypii*, *B. helichrysi* et *H. lactucae* retrouvées ensemble au niveau de la variété Séville pendant le 1^{er} et le 23 mai. Au niveau de la féverole, ces espèces sont regroupées le 8, le 23 et le 31 mai.

2.8.4. Dégâts causés par les pucerons

Les figures suivantes montrent les dégâts occasionnés par les pucerons dans nos parcelles d'étude.

A



Dessèchement et avortement des fleurs



Enroulement des feuilles

B



Tiges complètement infestées

C



Jeunes gousses infestées

D



Déformation de la gousse

Figure 50 : Dégâts des pucerons sur la fève de Séville (A, B, C et D) (Originales, 2013).

A



La jaunisse virale

B



Tige complètement infestée

Figure 51 : Dégâts des pucerons sur la fêverole (A et B) (Originales, 2013).

2.8.5. Discussion des résultats

D'après les résultats obtenus, la croissance des tiges de la plante hôte au niveau des deux variétés est progressive. Ceci pourrait être expliqué par les conditions climatiques favorables, notamment les températures et les précipitations. En effet, nous avons enregistré des quantités de pluies importantes durant les mois de janvier, février et mai, avec 210,6, 187,8 et 150,6 mm respectivement.

Selon Lim (2012), des pluviométries annuelles de l'ordre de 650 à 1000 mm sont nécessaires pendant la période de végétation de la fève. Durant la période d'étude, notre région a reçu une quantité annuelle de pluie qui est de 930,3 mm.

Au niveau des deux parcelles d'étude, la floraison a eu lieu le 22 février, elle a duré un mois et 11 jours pour la variété Séville et 1 mois et 17 jours pour la féverole, cette différence de 6 jours pourrait s'expliquer par la physiologie elle-même de la plante qui diffère d'une variété à une autre.

La fructification au niveau des deux variétés a été enregistrée la même date, cependant le nombre d'étages de gousse moyen est plus élevé chez la féverole que chez la Séville, ceci pourrait s'expliquer par le fait que durant la période de floraison, les pieds de fève de la variété Séville que nous avons choisis et marqués ont été fortement attaqués par les pucerons qui ont provoqué la coulure des fleurs.

L'étude de l'aphidofaune des deux variétés de fève dans la région de Tizi-Rached a révélé l'existence de 17 espèces de pucerons appartenant à deux sous famille celle des Aphidinae et des Pemphiginae (Tableau 3). Dans la parcelle de fève à variété Séville, nous avons recensé 16 espèces de pucerons appartenant à 12 genres, 3 tribus et 2 sous-familles (tableau 4) et dans la parcelle de féverole, nous avons pu recenser 14 espèces de pucerons appartenant à 11 genres, 3 tribus et 2 sous-familles.

Laamari et Hebbel (2006), dans leur inventaire des pucerons de la fève dans la région de Biskra, ont pu mettre en évidence une richesse de 16 espèces de pucerons réparties dans 2 sous-familles, celle des Aphidinae et des Myzocallidinae et dans 3 tribus qui sont celles des Aphidini, des Macrosiphini et des Myzocallidini.

Kuroli et Lantos (2008) ont recensé 24 espèces de pucerons sur fève dans la région de Mosonmagyaróvár (Hongrie) pendant 20 ans. Ces pucerons se répartissent en 17 genres, 4 tribus, celle des Aphidini, des Macrosiphini, des Myzocallidini et des Chaitophorini et dans 3 sous-familles qui sont celles des Aphidinae, des Myzocallidinae et des Chaitophorinae.

Alors que la même étude menée par Ashby et Fletcher (1982) en Nouvelle Zélande a révélé l'existence de 13 espèces de pucerons sur la fève à variété Séville. Ces espèces appartiennent à deux sous-familles à savoir les Aphidinae et les Myzocallidinae.

Ces différences dans la richesse spécifique d'une région à une autre ou d'un pays à un autre peuvent être expliquées par la richesse floristique qui a pour conséquence directe la richesse de la faune aphidienne et aussi par les conditions climatiques.

Dans toutes ces études, la sous famille des Aphidinae est la plus prédominante avec 2 tribus, celle des Aphidini et des Macrosiphini, cette dernière est plus riche en espèce. D'autres inventaires réalisés sur différentes cultures, nous citerons celui de Benoufella-Kitous (2005) sur agrumes, Assabah (2011) sur les céréales et Bakroune (2012) sur piment poivron sous abri- plastique ont montré que la majorité des espèces recensées appartiennent à la sous famille des Aphidinae, ceci montre bien la grande capacité des Aphidinae à coloniser les milieux agricoles.

Les résultats que nous avons obtenus montrent que la parcelle de fève à variété Séville contient 16 espèces de pucerons et que la féverole en contient 14 espèces. Nous avons remarqué que l'espèce *M. viciae* est propre à la culture de féverole, d'après Bournoville (1982), *M. viciae* ou le puceron de la vesce est un ravageur occasionnel de la féverole.

Les infestations des pucerons sont le fait de virginipares ailés qui proviennent d'autres cultures ou de plantes adventices. L'inventaire floristique de notre zone d'étude a révélé une richesse floristique de 26 espèces recensées aux alentours des parcelles et de 25 espèces recensées à l'intérieur des parcelles. Ces espèces pourraient être un refuge pour les pucerons.

Durant notre expérimentation, nous avons collecté des populations importantes d'*A. fabae* sur *Rumex sp*, *Vicia sicula* ; *Sonchus sp* et *Melilotus officinalis*.

Laamari et al. (2011) ont recensé le puceron *A. fabae* sur 15 espèces végétales dont *V. sicula*, *S. hispanicus* et *M. sylvestris*. Bouhachem (2002) travaillant sur les pucerons de la féverole en Tunisie a identifié *A. fabae* sur *Urtica urens*, *Slanum nigrum* et *Chenopodium sp*.

Les observations sur plante permettent d'avoir une approche plus spécifique et par conséquent de déterminer les insectes qui sont réellement inféodés à la culture (Lopes et *al.*, 2011).

Durant notre étude, nous avons rencontré 3 espèces aphidiennes sur les plants de fève à variétés Séville et sur la féverole. Ces espèces sont : *A. fabae*, *A. gossypii* et *A. craccivora* avec la prédominance d'*A. fabae* où nous avons enregistré des effectifs de 3336 individus sur la variété Séville et 1407 individus sur la féverole.

L'étude réalisée par Racheff et *al.* (2005) sur une parcelle de fève à variété Aguadulce a montré l'existence de deux espèces de pucerons sur les plants de fève qui sont *A. fabae* et *A. pisum*.

Laamari et Hebbel (2006) signalent 3 espèces de pucerons qui sont présentes sous forme de colonies sur fève, il s'agit d'*A. craccivora*, *A. fabae* et *A. pisum*. Ces auteurs ont trouvé qu'*A. craccivora* est le plus répondu, par contre *A. fabae* est moins présent. D'après Alexander et *al.* (1999), *A. craccivora* et *A. pisum* sont des vecteurs potentiels du virus de la jaunisse nécrosante de la fève.

En Floride, l'étude menée par Nuessly et *al.* (2004) a montré également la dominance d'*A. craccivora*, suivi par *A. pisum* alors qu'*A. fabae* est totalement absent. Sur la même culture, Mekkouk et *al.* (1998) ont remarqué qu'au Yémen, *A. pisum* est le plus fréquent suivi par *A. craccivora*. Tandis qu'en Egypte, El Heneidy et *al.* (1998) ; Ebadah et *al.* (2006) ont rapporté que c'est *A. craccivora* qui est le plus présent.

Selon Weigand et Bishara (1991) ; Bond et *al.* (1994); Kuroli et Lantos (2008), dans les pays méditerranéens, la fève est attaquée principalement par *A. fabae* et *A. craccivora* et occasionnellement par *A. pisum* et *M. persicae*.

D'après Klingauf (1982), *A. craccivora* et *A. fabae* 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 (exp. Jordanie, Syrie), les espèces se présentent parfois sous forme de colonies mixtes, alors que sous les climats chauds et secs c'est *A. craccivora* qui devient plus dominant.

Bouhachem (2002) mentionne que sur la féverole, *A. fabae* est l'espèce la plus fréquente, les deux autres espèces *A. craccivora* et *A. pisum* sont moins abondantes. De même Bournoville (1982) rapporte qu'*A. fabae* est considéré comme le ravageur le plus important de la féverole.

Par contre l'étude réalisée par Bouchery (1977) a montré que deux pucerons provoquent des dégâts sur féverole, il s'agit d'*A. fabae* et *A. pisum*. *A. fabae* est l'ennemi le plus dangereux, il peut anéantir la récolte en réduisant le poids des grains et le nombre de grains par gousse alors qu'*A. pisum* n'agit que sur le poids des grains.

Les résultats du dénombrement visuel montrent que trois espèces de pucerons sont communes aux deux cultures, il s'agit d'*A. fabae* ; *A. gossypii* et *A. craccivora*. Les populations d'*A. fabae* sont les plus importantes au niveau des deux parcelles, par contre l'effectif de cette espèce est plus important dans la parcelle de fève à variété Séville que dans la parcelle de féverole avec un total de 3336 individus aptères.

A. gossypii et *A. craccivora* sont représentés par un faible effectif par rapport à l'espèce *A. fabae*. Nous avons constaté également que l'effectif de ces deux espèces est plus important dans la parcelle de féverole.

La différence entre les effectifs pourrait s'expliquer par la capacité d'adaptation et de multiplication propre à chaque espèce ou bien par le phénomène de compétition interspécifique.

L'évolution des fluctuations des différentes espèces de pucerons installées sur les plants de fève à variété Séville montre qu'*A. fabae* et *A. gossypii* sont les premières espèces à s'installer, ceci pourrait s'expliquer par l'arrivée simultanée des ailés de ces deux espèces sur la culture.

A. craccivora apparaît une semaine après puis disparaît, ceci pourrait s'expliquer par le fait que cette espèce n'a pas réussi à coloniser la culture de Séville du fait de la compétition interspécifique. *A. gossypii* n'apparaît qu'au mois de mars, ceci est peut être dû au phénomène de compétition interspécifique exercé par *A. fabae* sur *A. gossypii*. En effet Deguine et Leclant (1997) ont signalé un phénomène de compétition entre *A. gossypii* et *Macrosiphniella sonborni* sur chrysanthème, conduisant à la production d'insectes de petite taille et de moindre fécondité.

L'intense activité d'*A. fabae* est enregistrée le 3 avril, ceci est liée aux conditions climatiques favorables à savoir des températures moyennes de 18°C. Selon Robert (1982), la fécondité maximale d'*A. fabae* se situe aux environ de 25°C. Après cette date, les effectifs d'*A. fabae* diminuent progressivement jusqu'à s'annuler à la fin de la culture avec une régression enregistrée surtout au mois de mai, c'est peut être attribué au stade phénologique avancée de la plante. D'après Robert (1982), les jeunes plantes sont les plus sensibles à la contamination par les ailés et les aptères, cette sensibilité diminue quand la plante acquiert une certaine maturité.

Dans la parcelle de fève, *A. fabae* et *A. gossypii* se développent les premiers sur cette culture, ceci pourrait s'expliquer par l'arrivée simultanée des ailés de ces deux espèces sur la fève. Ces espèces sont suivies par *A. craccivora* deux semaines plus tard. Contrairement à la Séville, les populations des différentes espèces de pucerons coexistent jusqu'à la fin de la culture. Nous avons noté des semaines où *A. gossypii* domine au niveau de la parcelle, d'autres c'est *A. craccivora* qui domine, ceci pourrait s'expliquer par le phénomène de compétition interspécifique. Mais dans la plupart des observations, nous avons remarqué une prédominance des populations d'*A. fabae*.

Concernant l'importance des différents stades de développement des pucerons, nous avons trouvé que les effectifs des stades L₃-L₄ sont importants par rapport à ceux des stades N₃-N₄, ceci semble être lié à l'évolution des stades L₁-L₂ beaucoup plus vers les stades L₃-L₄ que vers les stades nymphaux. D'après Dedryver (1982), la production des nymphes est stimulée par l'effet de groupe, la détérioration de la qualité de la plante hôte et les basses températures.

La supériorité de l'effectif des adultes aptères sur celui des ailés peut se justifier par l'importance des stades L₃-L₄ et par le fait que les ailés quittent la plante hôte vers d'autres hôtes secondaires.

Au niveau des bassines jaunes installées dans la parcelle de fève à variété Séville, nous avons dénombré 516 individus ailés qui appartiennent à 15 espèces. Les espèces les mieux représentées en individus sont par ordre d'importance *A. fabae*, *H. lactuacae*, *A. gossypii* et *B. helichrysi* correspondant ensemble à 81,39 % des captures globales.

La dominance des captures des ailés d'*A. fabae* avec 119 individus pourrait s'expliquer par la présence de sa plante hôte qui est la fève. La présence également de *H. lactucae* (111 individus), *A. gossypii* (104 individus) et *B. helichrysi* (86 individus) en nombres importants par rapport aux autres espèces peut s'expliquer par leur polyphagie.

Les résultats de Kuroli et Lantos (2008) concordent avec les nôtres, ces auteurs ont trouvé qu'au niveau des bassines jaunes, *A. fabae* domine la totalité des captures.

Dans la parcelle de fève à variété Séville, Ashby et Fletcher (1982) ont trouvé l'espèce *M. persicae* en nombre important dans les bassines jaunes.

Laamari et Hebbel (2006) ont capturé un total de 389 individus ailés, les espèces les plus représentées sont *A. craccivora*, *M. euphorbiae* et *H. lactucae* avec respectivement 83, 83 et 72 individus. Alors qu'*A. fabae* ne représente que 5,9 % des captures.

Quant à la parcelle de fève, nous avons trouvé un total de 414 individus représentant 14 espèces. Les espèces les mieux représentées en individus sont *B. helichrysi*, *A. gossypii* et *H. lactucae* avec respectivement 117, 103 et 93 individus. La prédominance de *B. helichrysi* pourrait s'expliquer par la présence des Astéracées aux alentours et à l'intérieur de la parcelle. *A. gossypii* et *H. lactucae* sont caractérisés par une grande polyphagie ce qui explique leurs effectifs assez importants.

Au niveau de la parcelle de fève, nous avons remarqué qu'*A. fabae* ne représente que 8,21 % du total des captures. D'après Remaudière et Autrique (1985), une espèce peut se multiplier intensément sur ses hôtes et même donner des ailés qui ne seront pas piégés en raison de conditions climatiques adverses telles qu'une température trop basse ou une pluviométrie excessive.

Les résultats du dénombrement des pucerons ailés capturés au niveau de la parcelle de Séville montrent 3 périodes de vol bien distinctes. La première s'étale du mois de mars au 10 avril. La deuxième commence de la mi-avril jusqu'à la première semaine du mois de mai et la troisième est signalée le 23 mai.

Durant la première période de vol, nous avons enregistré une augmentation progressive des effectifs pour atteindre un pic de 72 individus, c'est le vol d'émigration ou de contamination des cultures qui a lieu au printemps et correspond au départ des fondatrigenes ailées de l'hôte primaire pour rejoindre les hôtes secondaires.

La chute brutale des effectifs observée le 17 avril jusqu'à 6 individus est probablement due à une vitesse du vent enregistrée à 6 Km/h. d'après (Bonnemaison, 1950), les ailés ne s'envolent fréquemment que lorsque la vitesse du vent est inférieure à 5 ou 6 Km/h.

La deuxième période de vol comprend deux pics bien distincts, le premier est enregistré le 01 mai avec 85 individus et l'autre enregistré le 8 mai avec 94 individus. Cette période est caractérisée par des conditions climatiques très favorables à l'envol des pucerons. En effet, nous avons enregistré des températures moyennes de l'ordre de 19°C. L'augmentation des effectifs durant cette période pourrait s'expliquer par la diversité des plantes adventices présentes aux alentours et à l'intérieur de la parcelle.

La chute brutale des effectifs enregistrée le 16 mai est due aux précipitations qui sont de l'ordre de 40 mm. D'après Robert (1982), les pluies abondantes empêchent le vol des ailés et délogent les pucerons aptères des feuilles sur lesquelles ils se trouvent.

La reprise d'activité et qui correspond à la troisième période de vol est probablement due aux conditions climatiques favorables à l'envol des pucerons, malgré le dessèchement de la Séville, nous avons enregistré un pic de 83 individus le 23 mai, ceci s'explique par la présence des plantes adventices encore intactes.

Pour la parcelle de fèverole, nous avons enregistré quatre périodes d'activité des ailés, la première période est de faible intensité, ce qui correspond au vol de contamination, la chute des effectifs jusqu'à 17 individus observée le 17 avril est probablement due à une vitesse du vent enregistrée à 6 Km/h.

Durant la deuxième période de vol, une chute brutale des effectifs est enregistrée le 1^{er} mai malgré que les conditions climatiques soient favorables, c'est probablement dû à la détérioration des pièges jaunes par les mammifères durant notre expérimentation.

Au cours de la troisième période de vol, une chute brutale des effectifs est enregistrée le 16 mai en raison des conditions climatiques défavorables à savoir des précipitations de l'ordre de 40 mm.

A la quatrième période d'activité, nous avons également enregistré une chute brutale des effectifs le 31 mai, cela coïncide avec le dessèchement de la culture de fèverole qui ne constitue plus une source nutritive pour les pucerons et aussi le dessèchement des plantes adventices.

Au niveau de la parcelle de Séville, *A. fabae* présente 3 périodes de vol, durant la première période, l'activité de cette espèce est faible, ce qui correspond au vol de contamination. La chute brutale des effectifs enregistrée le 21 mars est peut être due aux précipitations enregistrées durant ce jour qui sont de l'ordre de 10 mm.

La deuxième période allant du 21 mars au 10 avril connaît une augmentation considérable des effectifs avec un pic de 48 individus, ceci est dû aux conditions favorables à l'envol des pucerons : abondance de leur nourriture (fève) et les conditions climatiques favorables avec des températures moyennes de l'ordre de 18°C. Les effectifs des populations commencent à chuter à partir du 10 avril jusqu'à s'annuler le 25 avril et ce suite aux précipitations enregistrées qui sont de l'ordre de 21 mm.

Pendant la troisième phase qui s'étale du 25 avril au 8 mai, nous avons noté une légère reprise de l'activité de vol d'*A. fabae*, ceci est probablement dû au retour des conditions climatiques favorables, cette activité régresse encore le 16 mai, ceci est en relation avec les précipitations qui sont de l'ordre de 40 mm. Nous notons une légère reprise d'activité le 23 mai, ceci semble être lié à la présence des plantes hôtes aux alentours et à l'intérieur de la parcelle.

Au niveau de la parcelle de fève, la première activité de vol de *B. helichrysi* et qui correspond au vol de contamination est particulièrement longue, les effectifs augmentent progressivement jusqu'à atteindre un pic de 19 individus enregistré le 25 avril. Une chute brutale est enregistrée le 1^{er} mai, ceci est probablement dû à la détérioration des pièges jaunes par les mammifères.

La deuxième activité s'étend du 1^{er} mai jusqu'au 8 mai avec un pic de 19 individus enregistré le 8 mai, c'est dû au retour des conditions climatiques favorables, puis une chute brutale des effectifs est enregistrée le 16 mai en raison des précipitations enregistrées de l'ordre de 40 mm. Et la dernière activité s'étale du 16 mai jusqu'à la fin de la culture, ceci pourrait s'expliquer par la présence des Astéracées dans la parcelle.

Les résultats de l'inventaire au niveau des deux parcelles montrent l'existence de 3 espèces prédatrices, réparties en 2 ordres (Coleoptera et les Diptera), et regroupées en 2 familles. Les Coccinellidae représentés par les espèces *C. algerica* et *H. variegata*, les Syrphidae par *Syrphidae sp.*

Dans une parcelle de fêverole en Tunisie, Bouhachem (2002) a recensé une seule famille de prédateurs, il s'agit des Coccinellidae avec les espèces : *Coccinella septempunctata*, *H. variegata* et *Scymnus subvillosus*.

Rachef et al. (2005), dans leur inventaire des ravageurs de la fève en Algérie ont également recensé une seule famille de prédateurs, ce sont les Coccinellidae avec les espèces : *C. septempunctata*, *Hippodamia tredecimpunctata* et *Coccinella maculata 11 punctata*.

L'étude conduite par Colignon et al. (2000) dans douze champs de fève situés en Wallonie a montré que les prédateurs aphidiphages recensés appartiennent à 6 familles qui sont les Miridae, les Anthocoridae, les chrysopidae, les Syrphidae, les Coccinellidae et les Hemorobiidae.

Dans la présente étude, nous avons trouvé que les coccinelles dominant au niveau des cultures avec respectivement des effectifs de 36 et de 19 individus dans la parcelle de Séville et de fêverole, l'espèce *H. variegata* est plus importante que *C. algerica*.

Par contre, en Wallonie, l'étude menée par Colignon et al. (2000) sur fève a montré que les Syrphidae dominant les Coccinellidae avec un total de 4895 individus.

Alhmedi et al. (2007), dans leur étude sur la diversité et l'abondance des auxiliaires aphidiphages dans les champs et les parcelles d'orties notent une prédominance des Coccinellidae avec 57,3% des captures, principalement représentée par *C. septempunctata*.

De même, Lopes et al. (2011) ont signalé que les coccinelles sont les prédateurs aphidiphages les plus abondants en culture de courgettes et de pommes de terre.

Assabah (2011) a trouvé que dans une culture de céréale, les coccinelles dominant la totalité des captures et que les espèces *C. algerica* et *H. variegata* sont les plus actives et les plus abondantes, elles représentent plus de 70% du peuplement de coccinelles répertorié.

Au niveau de la parcelle de fève à variété Séville, les syrphes et les deux espèces de coccinelles entrent en activité à la fin du mois de mars en raison de l'abondance des pucerons et des températures moyennes de l'ordre de 15,4°C. Saharaoui et Hemptinne (2009) signalent que sur le citronnier, les premiers adultes de coccinelles sont observés à la fin du mois de mars suite à l'élévation des températures moyennes et de la présence de jeunes pousses abritant les premières colonies du puceron *Toxoptera aurantii*. Selon les mêmes auteurs, les coccinelles sont les premières à s'installer sur les agrumes.

L'activité maximale des coccinelles est enregistrée le 3 avril ce qui correspond à l'abondance de leurs proies (*A. fabae*). D'après Saharaoui et Gourreau (2000), *A. fabae* est l'une des proies préférée des coccinelles pour se reproduire. Quant aux syrphes, leur effectif est faible et diminuent progressivement pour s'annuler le 25 avril. Francis et *al.* (2003) rapportent que l'aménagement des bordures des champs, comme l'installation des bandes fleuries permet d'attirer les syrphes adultes qui vont pondre et engendrer une première génération de larves prédatrices contribuant au contrôle des populations de pucerons dans la culture adjacente.

Au niveau de la parcelle de fève, ce sont les syrphes qui entrent les premiers en activité, suivis par *C. algerica* et *H. variegata*. Cette dernière espèce possède une activité plus importante que *C. algerica*.

Lors de nos relevés, nous avons identifié une seule espèce de parasite de pucerons, il s'agit du *Lysiphlebus ambiguus*. Nos résultats concordent avec ceux de Saharaoui et Hemptinne (2009) qui ont identifié uniquement cette espèce de parasitoïde sur agrume. De même Berchiche (2003) a signalé la présence de ce parasitoïde dans une parcelle de fève.

Nos résultats concordent aussi avec ceux de Bakroune (2011) qui a recensé une seule espèce de parasite (*L. ambiguus*) sur piment poivron dans la région de Biskra.

Par contre, Bouhachem (2002) a pu identifier 3 espèces de parasites sur la fève, qui sont : *Aphidius matricariae*, *Lysiphlebus fabarum* et *Praon volucre*.

L'activité des parasitoïdes est apparue au mois d'avril, les premiers individus parasités sont apparus suite l'explosion démographique des pucerons qui est de 836 individus pour la Séville et 380 individus pour la fève. Les parasitoïdes sont actifs pendant le mois d'avril jusqu'à la mi-mai, ceci est probablement dû aux conditions climatiques favorables à leur développement à savoir des températures moyennes de l'ordre de 19°C et une humidité relative de l'air de 80%.

Langer et *al.* (2004) ont démontré que des températures modérées associées à des taux d'humidité compris entre 25 % et 90% favorisent l'activité des parasitoïdes.

Le taux de parasitisme régresse jusqu'à s'annuler et ce malgré les conditions climatiques favorables, ceci est dû à la diminution de leurs ressources trophiques (pucerons). Leroy et *al.* (2009) affirment que les composés volatiles issus du miellat des pucerons stimulent chez les parasitoïdes des comportements de recherche, de localisation et d'attaque des hôtes.

Le taux de parasitisme paraît plus élevé chez la fêverole que chez la fève, ceci pourrait nous faire penser qu'il y aurait une certaine affinité de cette espèce pour la fêverole. D'après Leroy et *al.* (2009), les parasitoïdes réagissent aux molécules chimiques émises par les plantes attaquées mais aussi à celles libérées par les ravageurs. D'après Laamari et *al.* (2010), le taux de parasitisme dépend du végétal, de l'hôte et des conditions abiotiques.

Au niveau de la parcelle de fève à variété Séville, l'activité des prédateurs a débuté la fin du mois de mars, celle des parasitoïde apparaît une semaine après. Au niveau de la parcelle de fêverole, la présence des ennemis naturels est négligeable devant les effectifs élevés de pucerons.

L'arrivée des ennemis naturels dans les parcelles de fève est tardive, leur activité reste faible et ne semblent pas jouer un rôle dans la limitation des populations de pucerons. D'après Francis et *al.* (2003), l'efficacité du contrôle biologique des pucerons par les prédateurs est directement liée au moment d'arrivée des auxiliaires dans la culture. Quand les prédateurs apparaissent peu de temps après les ravageurs, les premiers limitent rapidement le développement des colonies aphidiennes.

Les résultats de la qualité d'échantillonnage sont de 0,16 pour la Séville et de 0,07 pour la fêverole, cela signifie que l'échantillonnage est réalisé avec une bonne précision. Le nombre d'espèces signalé une seule fois en un seul individu est de 1 dans la parcelle de fêverole et de deux dans la parcelle de Séville. Ces espèces sont dites accidentelles.

L'analyse de la faune aphidienne réalisée par Bakroune (2012) dans la culture du piment poivron dans deux stations Ain Naga et El Outaya a donné des valeurs égales à 0,1 et 0,17 respectivement. Assabah (2011), sur blé dur a trouvé une valeur de a/N égale à 0,2.

Selon Blondel (1975), la différence de la qualité d'échantillonnage d'un milieu à l'autre peut être due à la variation d'une espèce à l'autre, des probabilités de capture dans la nature et à la capacité écologique de chaque espèce à peupler les différents biotopes.

Les valeurs de la richesse totale en espèces capturées grâce aux assiettes jaunes varient selon les semaines au niveau des deux cultures. La richesse totale est faible pendant les semaines du mois de mars, ça correspond au début de colonisation, puis la richesse augmente et fluctue. La richesse maximale est enregistrée le 23 mai avec 11 espèces au niveau des deux parcelles de fève, ceci pourrait être expliqué par les conditions climatiques favorables à savoir des températures moyennes de l'ordre de 18°C et à la diversité des plantes adventices.

Hanski et Cambefort (1991) affirment que la richesse d'un peuplement dépend du niveau des ressources trophiques disponibles et des conditions climatiques des biotopes d'étude.

Au niveau de la parcelle de Séville, nous avons noté la dominance d'*A. fabae* avec une fréquence de 23,06% et au niveau de la parcelle de fève *B. helichrysi* est plus représenté avec une fréquence de 28,26%.

Berchiche (2003), dans son étude sur l'entomofaune du blé et de la fève à Oued Smar a signalé une forte présence d'*A. fabae* au niveau des pièges colorés avec 89 individus soit 13,03% du total des captures.

Dans une culture de fève, Kuroli et lantos (2008) notent également la dominance d'*A. fabae* dans les bassines jaunes avec un pourcentage de 77,4%. Alors que Laamari et Hebbel (2006) ont trouvé qu'*A. craccivora* et *M. euphorbiae* sont les espèces les plus représentées avec la même fréquence qui est de 21,3%.

L'étude de la fréquence d'occurrence des espèces nous donne des valeurs très variables. Six espèces sont constantes et peuvent être considérées comme de véritables ennemis de la culture de fève à variété Séville. Il s'agit *A. fabae*, *H. lactuacae*, *A. gossypii*, *B. helichrysi*, *M. persicae* et *A. solani*. Au niveau de la parcelle de féverole, nous avons trouvé 3 espèces constantes *H. lactuacae*, *A. gossypii* et *B. helichrysi*.

La fréquence élevée des ces espèces s'expliquent par la présence de leurs hôtes secondaires : Apiacés, Asteracés, Fabacées et Brassicacées.

Nous avons rencontré une espèce spécifique aux peupliers, c'est le *Pemphigus sp*, ces peupliers sont situés à environ 20 m de nos parcelles. Il semble ainsi que la richesse floristique de la zone d'étude influe directement sur la richesse aphidienne.

Le calcul de l'indice de diversité de Shannon-Weaver révèle une valeur de 0,75 bits pour la parcelle de Séville et 0,69 bits pour la fève. L'indice de diversité de Shannon-Weaver calculé dans le cas de la Séville est supérieur à celui calculé pour la fève, ceci pourrait s'expliquer par la différence du nombre d'espèces trouvées qui est de 16 espèces dans le cas de la Séville et de 14 espèces dans le cas de la fève.

Selon Blondel (1975), lorsque les conditions de vie dans un milieu sont favorables de nombreuses espèces sont trouvées, dans ce cas la diversité est élevée, dans le cas contraire, il est observé qu'un petit nombre d'espèces.

Dans notre étude, la richesse spécifique et la diversité de la flore offrent des conditions favorables à l'installation des aphides.

Les valeurs de l'équitabilité E sont de 0,64 pour la Séville et 0,60 pour la fève, ces valeurs tendent vers 1, ce qui signifie que les différentes espèces colonisant les parcelles d'étude sont en équilibre.

Les résultats de l'analyse de la variance du contrôle visuel montre qu'il n'y a pas de différence d'infestation des deux parcelles par les pucerons, par contre, il y a une différence d'infestation en fonction du temps, les semaines où nous avons enregistré un taux d'infestation élevé coïncide avec la période de floraison des deux variétés de fève. D'après (Bournoville, 1982), une régression importante des effectifs de pucerons est observée avec la fin de la floraison. Hansen et *al.* (2008) rapportent que les attaques de pucerons sur les fèves sont intenses pendant toute la période de floraison.

Durant la cinquième semaine qui correspond au 3 avril, nous avons enregistré un nombre important d'individus avec un total de 836 individus sur la Séville et 363 individus sur la fève, cette date correspond à des températures moyennes de l'ordre de 18,8°C qui sont favorables pour le développement des pucerons.

Pendant la dixième semaine, l'infestation des cultures par les pucerons est faible, ceci pourrait s'expliquer par la diminution de la qualité de la plante hôte qui induit la formation d'ailés qui quittent leur hôte.

L'analyse de la variance montre que la richesse spécifique moyenne est plus élevée chez la fève que chez la Séville, ceci pourrait s'expliquer par la présence d'*A. fabae*, *A. craccivora* et *A. gossypii* jusqu'à la fin de la culture, alors que chez la Séville, *A. craccivora*

et *A. gossypii* ont disparu et seul *A. fabae* est maintenu jusqu'à la fin de la culture, par contre, la richesse spécifique ne diffère pas d'une variété à une autre en fonction du temps.

Les résultats de l'analyse de la variance au niveau des bassines jaunes révèle qu'il n'y a pas de différence significative du nombre d'individus au niveau des deux variétés, ce qui signifie que les pucerons ailés ne préfèrent pas une variété à une autre, mais la différence est significative en fonction du temps, pendant la dixième et la douzième semaine qui correspondent respectivement au 8 et 23 mai, nous avons capturé un nombre important de pucerons ailés au niveau des deux variétés, ceci est dû aux températures moyennes favorables enregistrées qui sont de l'ordre de 20°C et à la présence de plantes adventices recensées à l'intérieur et à l'extérieur des parcelles.

La richesse spécifique ne diffère pas d'une variété à une autre mais cette richesse diffère en fonction du temps, elle est plus riche pendant la douzième semaine pour les raisons citées plus haut, par contre, la richesse est faible pendant le 17 mars, c'est peut être dû aux températures défavorables qui sont de l'ordre de 12,5°C.

La représentation graphique de l'analyse factorielle des correspondances montre l'existence de deux groupes :

Le groupe A : renferme une seule espèce qui est capturée beaucoup plus sur la Séville que sur la fève. Il s'agit d'*A. fabae*.

Le groupe B : regroupe les espèces *A. gossypii*, *B. helichrysi* et *H. lactucae* signalées le 1^{er} et 23 mai au niveau de la variété Séville et pendant le 8, 23 et 31 mai au niveau de la fève.

Conclusion

Dans cette étude, nous avons essayé d'identifier et de recenser les pucerons inféodés à la fève variété Séville et à la fève ainsi que la faune auxiliaire associée. Cet inventaire biocénologique qualitatif et quantitatif a permis de connaître les espèces de pucerons et les auxiliaires présents.

L'étude menée sur les pucerons de la fève dans la région de Tizi-Rached a montré une richesse spécifique de 16 espèces de pucerons pour la variété Séville et 14 espèces pour la fève. Ces espèces appartiennent à deux sous familles, celles des Aphidinae et des Pemphiginae et réparties dans 3 tribus à savoir les Aphidini, les Macrosiphini et les Pemphigini. Cette grande richesse spécifique est due aux différentes cultures et plantes adventices présentes dans les lieux. En effet, les relevés floristiques effectués ont permis d'inventorier 26 espèces végétales appartenant à 17 familles aux alentours des parcelles et un total de 25 espèces végétales appartenant à 15 familles botaniques à l'intérieur des parcelles.

L'échantillonnage effectué sur les plantes a permis de recenser 3 espèces de pucerons, parmi ces espèces, *A. fabae* est l'espèce la plus dominante avec des effectifs de 3336 individus pour la variété Séville et 1407 individus pour la fève.

A. fabae constitue une menace très préoccupante pesant sur la réussite de la culture de la fève dans la région d'étude. En plus de la transmission des virus, la diminution de la surface foliaire par l'enroulement de ces dernières, l'abondance du miellat qu'il sécrète, déprécie énormément l'aspect externe de la gousse.

L'échantillonnage de l'espace aérien au moyen de pièges colorés a révélé qu'au niveau de la variété Séville, les espèces *A. fabae*, *H. lactucae* et *A. gossypii* sont les plus dominantes, quant à la fève, les principales espèces rencontrées sont : *B. helichrysi*, *A. gossypii* et *H. lactucae*. Le reste des espèces de pucerons est moins représenté mais peut néanmoins contribuer à l'amplification de la transmission des virus.

L'évolution de la population globale des pucerons ailés capturés par piégeage, nous a permis de montrer que l'activité la plus intense des ailés est enregistrée du 17 avril jusqu'au 8 mai pour la culture de Séville et du 16 au 23 mai pour la culture de fève.

La période d'intense activité d'*A. fabae* est notée du 21 mars au 10 avril avec un pic de 48 individus. Pour l'espèce *B. helichrysi*, sa période d'intense activité est enregistrée la première semaine du mois de mai avec un pic de 19 individus. Ce sont les périodes où ils causent le plus de dégâts.

L'inventaire des ennemis naturels dans la région d'étude nous a permis de mettre en évidence 3 espèces prédatrices appartenant à deux ordres celui des Coleoptera et des Diptera. L'ordre des Coleoptera est prédominant avec les espèces *C. algerica* et *H. variegata*. L'ordre des Diptera est représenté avec une seule espèce *Syrphidae sp.*

Le suivi des pucerons parasités, nous a permis d'identifier un parasitoïde appartenant à la famille des Braconidae, il s'agit du *Lysiphlebus ambiguus*. L'action parasitaire est de 1,57% pour la variété Séville et de 4,23% pour la fève, ce qui reste faible pour réguler les populations de pucerons.

Les données recueillies indiquent que les populations de pucerons sont partiellement contrôlées dans les conditions naturelles par l'action des prédateurs et parasitoïdes. Ceci permet d'avancer qu'un traitement chimique est nécessaire pour nos cultures, il est donc préférable que l'intervention soit précoce afin de limiter l'extension des foyers de pucerons et donc la propagation des virus et d'éviter de nuire à la faune auxiliaire utile quand elle est présente.

Les résultats de l'analyse de la variance du contrôle visuel montre qu'il n'y a pas de différence significative d'infestation par les pucerons au niveau des deux variétés, par contre il y a une différence significative d'infestation en fonction du temps. L'analyse montre aussi que la richesse moyenne est plus élevée chez la fève que chez la Séville, par contre, la richesse spécifique ne diffère pas d'une variété à une autre en fonction du temps.

Les résultats de l'analyse de la variance au niveau des bassines jaunes révèle qu'il n'y a pas de différence significative du nombre d'individus ailés capturés au niveau des deux variétés, mais la différence est significative en fonction du temps. La richesse spécifique ne diffère pas d'une variété à une autre mais cette richesse diffère en fonction du temps.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) pour la répartition des espèces capturées par les pièges jaunes révèle la présence de 2 groupements aphidiens selon l'axe 1, elle montre aussi l'existence d'une différence entre la répartition des espèces en fonction des variétés et du temps.

En matière de perspectives, il serait indispensable de poursuivre et approfondir encore les recherches sur la dynamique des populations, non seulement des seuls pucerons de la fève mais aussi d'autres espèces, non seulement à l'échelle d'un champ mais aussi à l'échelle beaucoup plus vaste d'une grande région. Le renforcement d'un réseau d'observation et de surveillance des pucerons pour suivre le vol des espèces les plus dangereuses vis à vis de la culture est souhaitable.

Nos résultats montrent qu'*A. fabae* est très nuisible pour les fèves. C'est pourquoi, il faudrait s'intéresser à sa bioécologie et son impact sur le rendement. Il faut élargir cette étude dans le temps, sur plusieurs parcelles et plusieurs variétés. Il ne faut pas oublier le rôle éminent des insectes auxiliaires dont il convient de préserver.

*Références
bibliographiques*

Abu-Amer JH, Saoub HM, Akash MW, Al-Abdallat AM (2011). Genetic and phenotypic variation among faba bean landraces and cultivars. *International Journal of Vegetable Science*. 17: 45-59.

Ait-Abdellah F, Hamadache A (1996). Effet de la période de semis, de la variété et de l'utilisation du Glyphosate sur le contrôle de l'orobanche chez la fève (*Vicia faba* L.) dans une zone sub-humide. *Céréaliculture*. 29 : 21-25.

Akello J, Sikora R (2012). Systematic acropetal influence of endophyte seed treatment on *Acyrtosiphon pisum* and *Aphis fabae* offspring development and reproductive fitness. *Biological Control*. 61: 215-221.

Alexander W.E.F., Van Der Wilk F, Verbeek M, Dullemans A.M, Van Der Heuvel F.J.M (1999). Faba bean necrotic yellow virus (Genus *Nanovirus*) requires a helper factor for its aphid transmission. *Virology*. 262: 210-219.

Alhmedi A, Francis F, Bodson B, Haubruge E (2007). Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en grandes cultures à proximité de parcelles d'orties. *Notes faunistiques de Gembloux*. 60 (4) : 147-152.

Anonyme_a (2013). Institut technique des grandes cultures d'El Harrach Alger.

Anonyme_b (2013). Direction des services agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Aouar-Sadli M, Louadi K, Doumandji S-E (2008). Pollination of the broad bean (*Vicia faba* L. var. *major*) (Fabaceae) by wild bees and honey bees (Hymenoptera: Apoidea) and its impact on the seed production in the Tizi-Ouzou area (Algeria). *African Journal of Agricultural Research*. 3 (4): 266-272.

Artacho P, Figueroa C.C, Cortes P.A, Simon J-C, Nespolo R.F (2011). Short-term consequences of reproductive mode variation of the genetic architecture of energy metabolism and life-history traits in the pea aphid. *Journal of Insect Physiology*. 57: 986-994.

Ashby J.W., Fletcher J.D. (1982). Observations on host preferences and epidemiology of aphid species with legume crops. *N.Z. Journal of agricultural Research*. 25: 267-272.

Ashfaq M, Iqbal J, Ali A, Farooq U (2007). Role of abiotic factors in population fluctuation of aphids on wheat. *Pak. Entomol*. 29 (2): 117-122.

Assabah M (2011). Evolution du peuplement aphidien et de ses ennemis naturels sur une culture de blé dur dans la station d'Oued Smar. Mémoire de magister, ENSA El Harrach, Alger, pp. 88-140.

Atsebeha S, Alemu T, Azerefgne F, Addis T (2009). Population dynamics of aphids and incidence of *Ethiopian Pepper Mottle Virus* in the central rift valley of Ethiopia. *Crop protection*. 28: 443-448.

Autrique A, Ntahimpera X (1994). *Atlas des principales espèces de pucerons rencontrées en Afrique Sud Saharienne*, Ed. Admi. gén. coop. dév. (A.G.C.D.), Bruxelles, pp.78.

- Bakroune NH (2012).** Diversité spécifique de l'aphidofaune (Homoptera, Aphididae) et de ses ennemis naturels dans deux (2) stations : El-Outaya et Ain naga (Biskra) sur piment et poivron (Solanacées) sous abris-plastique. Mémoire de magister, université Mohamed Kheider, Biskra, pp. 47.
- Baize D (2000).** *Guide des analyses en pédologie*, 2^{ème} édition INRA, Paris, pp. 53-98.
- Benachour K, Louadi K, Terzo M (2007).** Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenoptera: Apoidea) dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba* L. var. *major*) (Fabaceae) en région de Constantine (Algérie). *Ann. Soc. Entomol. Fr. (n.s.)*. 43 (2): 213-219.
- Benkhelil ML (1991).** *Les techniques de récoltes et de piégeage utilisées en entomologie terrestre*, O.P.U, Alger, pp.68.
- Benoufella-Kitous K (2005).** Les pucerons des agrumes et leurs ennemis naturels à Oued Aissi (Tizi-Ouzou). Mémoire de magister, ENSA El-Harrach, Alger, pp.158.
- Berchiche S (2003).** Entomofaune du *Triticum aestivum* et de *Vicia faba*. Etude des fluctuations d'*Aphis fabae* (Scopoli, 1763) dans la station expérimentale de Oued-Smar. Mémoire de magister, ENSA El-Harrach, Alger, pp.187.
- Blackman RL, Eastop VF (2007).** Taxonomic issues. In: Van Emden H.F, Harrington R (eds.). *Aphids as crop pests*, CAB international, USA, pp.1.
- Blondel J (1975).** L'analyse des peuplements d'oiseau.- éléments d'un diagnostic écologique. La méthode des échantillonnages fréquents progressifs (E.F.P.). *Rev. Ecol. (terre et vie)*. 29 (4) : 533-589.
- Blondel J (1979).** *Biogéographie et écologie*, Masson, Paris, pp.40.
- Bond D.A, Jellis G.J, Rowland G.G, Le Guen J, Robertson L.D, Khalil S.A, Li-Juan L (1994).** Present status and future strategy in breeding faba beans (*Vicia faba* L.) for resistance to biotic and abiotic stresses. *Euphytica*. 73: 151-166.
- Bonnemain JL, Chollet J-F (2003).** The arsenal of agrochemical products versus the plant enemies. General considerations. *C. R. Biologies*. 326: 1-7.
- Bonnemain JL (2010).** Aphids as biological models and agricultural pests. *C.R. Biologies*. 333: 461-463.
- Bonnemaison L (1950).** *Facteurs d'apparition des formes ailées chez les pucerons vecteurs des maladies à virus de la pomme de terre et méthodes générales de protection des cultures de plants de sélection*, Ed. S.E.I, Paris, pp.12.
- Bouchery Y (1977).** Les pucerons *Aphis fabae* Scop. et *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Homoptère Aphididae) déprédateur de la fève de printemps (*Vicia faba* L.) dans le Nord-Est de la France : influence sur le rendement des cultures. Mécanisme de la déprédation. *Ann. Zool. Ecol. Anim.* 9(1) : 99-109.

- Bouhachem S (2002).** Les pucerons de la fève en Tunisie. *Proceedings du 2^{ème} séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, le devenir des légumineuses alimentaires dans le maghreb*.84.
- Bournoville R (1982).** *Les pucerons des oléagineux (Colza) et des protéagineux (Fève, luzerne, pois)*, ACTA, Paris, pp. 100-101.
- Braendle C, Davis GK, Brisson JA, Stern DL (2006).** Wing dimorphism in aphids. *Heredity*. 97 : 192-199.
- Brault V, Blanc S, Jacquot E (2007).** Comment les pucerons transmettent des maladies virales aux plantes. *Biofutur*. 279 : 40-44.
- Brault V, Uzest M, Monsion B, Jacquot E, Blanc S (2010).** Aphids as transport devices for plant viruses. *C. R. Biologies*. 333: 524-538.
- Brink M, Belay G (2006).** *Ressources végétales de l'Afrique tropicale 1 : céréales et légumes secs*, Prota, Pays bas, pp. 221-223.
- Brinza L, Vinuelas J, Cottret L, Calevro F, Rahbé Y, Febvay G, Duport G, Colella S, Rabatel A, Gautier C, Fayard J-M, Sagot M-F, Charles H (2009).** Systematic analysis of the symbiotic function of *Buchnera aphidicola*, the primary endosymbiont of the pea aphid *Acyrtosiphon pisum*. *C. R. Biologies*. 332: 1034-1049.
- Bugg RL, Colfer RG, Chaney WE, Smith HA, Cannon J (2008).** Flower flies (Syrphidae) and other biological control agents for aphids in vegetable crops. *ANR publication*. 8285: 1-25.
- Carter N, Harrington R (1991).** Factors influencing aphid population dynamics and behavior and the consequences for virus spread. *Advances in Disease Vector Research*. Vol. 7: 19-51.
- Chafi M.H, Bensoltane A (2009).** *Vicia faba* (L), a source of organic and biological manure for the Algerian arid regions. *World Journal of Agricultural Sciences*. 5(6): 698-706.
- Chaieb N, Bouslama M, Mars M (2011).** Growth and yield parameters variability among faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *J. Nat. Prod. Plant Resour*. 1 (2) : 81-90.
- Chaux C, Foury C (1994).** *Production légumière: légumineuses potagères, légumes fruits*, Lavoisier, Paris, pp. 4-8.
- Cœur d'acier A, Jouselin E, Martin J-F, Rasplus J-Y (2007).** Phylogeny of the Genus *Aphis* Linnaeus, 1758 (Homoptera: Aphididae) inferred from mitochondrial DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 42: 598-611.
- Colignon P, Hastir P, Gaspar C, Francis F (2000).** Effets de l'environnement proche sur la biodiversité entomologique en cultures maraichères de plein champ. *Parasitica*. 56 (2-3) : 59-70.

- Cortés T, Tagu D, Simon J.C, Moya A, Martinez-Torres D (2008).** Sex versus parthenogenesis : A transcriptomic approach of photoperiod response in the model aphid *Acyrtosiphon pisum* (Hemiptera : Aphididae). *Gene*. 408: 146-156.
- Crépon K, Marget P, Peyronnet C, Carrouée B, Arese P, Duc G (2010).** Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Research*. 115: 329-339.
- Cubero JL (2011).** The faba bean: a historic perspective. *Grain legumes*. N°. 56: 5-7.
- Dajoz R (1975).** *Précis d'écologie*, 3^{ème} édition Bordas, Paris, pp.307-312.
- Dajoz R (1985).** *Précis d'écologie*, 5^{ème} édition Bordas, Paris, pp.261.
- Dajoz R (2006).** *Précis d'écologie*, 8^{ème} édition Dunod, Paris, pp.77.
- Dedryver CA (1982).** Qu'est ce qu'un puceron ?. In: *les pucerons des cultures*, ACTA, Paris, pp. 9-19.
- Dedryver CA (2007).** Pucerons : des dégâts et des hommes. *Biofutur*. 279: 22-25.
- Dedryver CA (2010).** Les pucerons : biologie, nuisibilité, résistance des plantes. *Journées Techniques Fruits et Légumes Biologiques*. 23-26.
- Dedryver CA, Le Ralec A, Fabre F (2010).** The conflicting relationships between aphids and men: A review of aphid damage and control strategies. *C.R. Biologies*. 333: 539-553.
- Deguine J.P, Leclant F. (1997).** *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae). *Les déprédateurs du cotonnier en Afrique tropicale et dans le reste du monde*, CIRAD, Paris, pp. 112.
- De Vos M, Jander G (2010).** Volatile communication in plant-aphid interactions. *Current Opinion in Plant Biology*. 13: 366-371.
- Didier B (2012).** Les hémérobés. *Insectes*. N°. 166 : 1.
- Dinant S, Bonnemain J-L, Girousse C, Kehr J (2010).** Phloem sap intricacy and interplay with aphid feeding. *C. R. Biologies*. 333: 504-515.
- Dogimont C, Bendahmane A, Chovelon V, Boissot N (2010).** Host plant resistance to aphids in cultivated crops: Genetic and molecular bases, and interactions with aphid populations. *C. R. Biologies*. 333: 566-573.
- Döring TF, Chittka L (2007).** Visual ecology- a critical review on the role of colours in host finding. *Arthropod-Plant Interaction*. 1: 3-16.
- Doucet R (1997).** *La science agricole: climat, sols et productions végétales du Québec*, Berger, Canada, pp. 1-10

- Dridi B-A-M, Loumerem M, Houimli S-I-M, Jabbes N, Tlahig S (2011).** Caractérisation phéno-morphologique de quelques lignées de fève (*Vicia faba* L.) sélectionnées et adaptées aux conditions de cultures dans les régions arides en Tunisie. *Africa focus*. 24 (1): 71-94.
- Duc G (1997).** Faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Research*. 53: 99-109.
- Duc G, Bao S, Baum M, Redden B, Sadiki M, Jose Suso M, Vishniakova M, Zong X (2010).** Diversity maintenance and use of *Vicia faba* L. genetic resources. *Field crops research*. 115: 270–278.
- Ebadah I.M.A., Mahmoud Y.A., Moawad S.S. (2006).** Susceptibility of some faba bean cultivars to field infestation with some insect pests. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 2(6): 537-540.
- El Heneidy A, Resk G, Hekal A.M, Abdel Samad S (1998).** Impact of planting date on aphid population and associated natural enemies on faba plants in Egypt. *Arab J. Plant Prot.* 16(2): 55-59.
- Francis F, Colignon P, Haubruge E (2003).** Evaluation de la présence de Syrphidae (Diptera) en cultures maraîchères et relation avec les populations aphidiennes. *Parasitica*. 59(3-4): 129-139.
- Francis F, Vandermoten S, Verheggen F, Lognay G, Haubruge E (2005).** Is the (E)- -farnesene only volatile terpenoid in aphids?. *JEN*. 129(1): 6-11.
- Fraival A (2006).** Les pucerons. *Insectes*. N°. 141: 3-8.
- Faurie C, Ferra C, Médori P, Dévaux J, Hemptinne J-L (2003).** *Ecologie : approche scientifique et pratique*, 5^{ème} édition Lavoisier, Paris, pp. 69.
- Gade DW (1994).** Environment, Culture, and Diffusion: The Broad Bean in Québec. *Cahiers de Géographie du Québec*. 38 (104): 137-150.
- Gepts P, Beavis WD, Brummer EC, Shoemaker RC, Stalker HT, Weeden NF, Young ND (2005).** Legumes as a model plant family. Genomics for food and feed report of the cross legume advances through genomics conference. *Plant Physiology*. 137: 1228-1235.
- Giordanengo P, Febvay G, Rahbé Y (2007).** Comment les pucerons manipulent les plantes. *Biofutur*. 279 : 35-38.
- Giordanengo P, Brunissen L, Rusterucci C, Vincent C, Van Bel A, Dinant S, Girousse C, Faucher M, Bonnemain J-L (2010).** Compatible plant-aphid interactions: how aphids manipulate plant responses. *C. R. Biologies*. 333: 516-523.
- Girard C (1990).** Féverole. *Techniques agricoles*. 2213 : 1-16.
- Godin C, Boivin G (2000).** *Guide d'identification des pucerons dans les cultures maraîchères au Québec*, Agriculture et Agroalimentaire, Canada, pp. 4-30.

- Goggin FL (2007).** Plant-aphid interactions: molecular and ecological perspectives. *Current Opinion in Plant Biology*. 10: 399-408.
- Guerrieri E, Digilio MC (2008).** Aphid-plant interactions: a review. *Journal of Plant Interactions*. 3(4): 223-232.
- Hacisefero ullari H, Gezer I, Bahtiyarca, Menge H.O (2003).** Determination of some chemical and physical properties of Sakiz faba bean bean (*Vicia faba* L. var. *major*). *Journal of Food Engineering*. 60: 475: 479.
- Hales DF, Tomiuk J, Woehrmann K, Sunnucks P (1997).** Evolutionary and genetic aspects of aphid biology: A review. *Eur. J. Entomol.* 94: 1-55.
- Hamadache A, Ait-Abdallah F, Belloula B (1996).** Effet de l'environnement, de la date de semis et du désherbage sur le rendement en grain et ses composantes chez la fève (*Vicia faba* L.). *Céréaliculture*. N°. 29: 15-18.
- Hanounik S.B, Bisri M (1991).** Status of diseases of faba bean in the Mediterranean region and their control. *Options Méditerranéennes*. N°. 10: 59-66.
- Hansen LM, Lorentsen L, Boelt B (2008).** How to reduce the incidence of black bean aphids (*Aphis fabae* Scop.) attacking organic growing field beans (*Vicia faba* L.) by growing partially resistant bean varieties and by intercropping field beans with cereals. *Soil and Plant Science*. 58: 359-364.
- Hanski I, Cambefort Y (1991).** *Dung beetle ecology*, Princeton University Press, New Jersey, pp.481.
- Hardie J, Visser J.H, Piron P.G.M (1995).** Peripheral odour perception by adult aphid forms with the same genotype but different host-plant preferences. *J. Insect Physiol.* 41 (1): 91-97.
- Hardie J, Vaz Nunes M (2001).** Aphid photoperiodic clocks. *Journal of Insect Physiology*. 47: 821-832.
- Hardie J, Powell G (2002).** Video analysis of aphid flight behaviour. *Computers and Electronics in Agriculture*. 35: 229-242.
- Harmel N, Haubruge E, Francis F (2010).** Etude des salives de pucerons : un préalable au développement de nouveaux bio-insecticides. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 14(2) : 369-378.
- Hullé M, Turpeau E, Leclant F, Rahn M-J (1998).** *Les pucerons des arbres fruitiers : cycles biologiques et activités de vol*, INRA, Paris, pp. 22-26.
- Hullé M, Turpeau- Ait Ighil E, Robert Y, Monnet Y (1999).** *Les pucerons des plantes maraîchères : cycles biologiques et activités de vol*, INRA, Paris, pp. 28-58.
- Hullé M, Cœur d'Acier A, Bankhead-Dronnet, Harrington R (2010).** Aphids in the face of global changes. *C.R. Biologies*. 333:497-503.

Iluz D (2011). The plant-aphid universe. *Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*. 16: 91-118.

Jacky F, Bouchery Y (1982). *Atlas des formes ailées des espèces courantes de pucerons*, Ed. Inst. nati. rech. agro., Colmar, pp.48.

Jaloux (2010). Cultures associées et contrôle des populations de pucerons, mécanismes et perspectives. *Journées techniques Fruits et Légumes Biologiques*. 43-46.

Jensen ES, Peoples MB, Hauggaard-Nielsen H (2010). Faba bean in cropping systems. *Field Crops Research*. 115: 203-216.

Kati A, Hardie J (2010). Regulation of wing formation and adult development in an aphid host, *Aphis fabae*, by the parasitoid *Aphidius colemani*. *Journal of Insect Physiology*. 56: 14-20.

Khan H.R, Paull J.G, Siddique K.H.M, Stoddard F.L (2010). Faba bean breeding for drought-affected environments: A physiological and agronomic perspective. *Field Crops Research*. 115: 279-286.

Klingauf F.A.J. (1982). Breeding for resistance to aphids. *Faba Bean Improvement*. 1 : 285-293.

Köpke U, Nemecek T (2010). Ecological services of faba bean. *Field Crops Research*. 115: 217-233.

Kumari SG, Van Leur JA.G (2011). Viral diseases infecting faba bean (*Vicia faba* L.). *Grain legumes*. N°. 56: 24-26.

Kuroli G, Lantos Z (2008). Changes in abundance of aphids flying over and feeding on broad bean in a period of 20 years. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 41(4): 261-272.

Laamari M, Hebbel S (2006). Les principaux insectes ravageurs de la fève dans la région de Biskra. *Recherche Agronomique*. 18 : 72-78.

Laamari M, Khelfa L, Coeur 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.

Laamari M, Tahar Chaouche S, Benferhat S, Abbès SB, Merouani H, Ghodbane S, Khenissa N, Stary P (2010). Interactions tritrophiques: plante-puceron-hyménoptère parasitoïde observés en milieu naturels et cultivés de l'Est Algérien. *Faunistic Entomology*. 63(3): 115-120.

Laamari M, Tahar Chaouche S, Benferhat S, Abbès SB, Merouani H, Ghodbane S, Khenissa N, Stary P (2011). Interactions tritrophiques: plante-pucerons-hyménoptère parasitoïde observées en milieux naturels et cultivés de l'Est Algérien. *Faunistic entomology*. 63 (3): 115-120.

- Langer A, Boivin G, Hance T.H (2004).** Oviposition, flight and walking capacity at low temperatures of four aphid parasitoid species (Hymenoptera: Aphidiinae). *European Journal of Entomology*. 101: 473-479.
- Larralde J, Martinez J.A (1991).** Nutritional value of faba bean: effects on nutrient utilization, protein turnover and immunity. *Options Méditerranéennes*. N°. 10: 111-117.
- Lascaux E (2010).** Lutte biologique contre les pucerons : auxiliaires, stratégies et perspectives en cultures maraîchères et en fraise. *Journées techniques Fruits et Légumes Biologiques*. 33-37.
- Lechapt G (1982).** Prévion des infestations et avertissements. In : *les pucerons des cultures*, Acta, Paris, pp. 61.
- Leclant F (1978a).** Etude bioécologique des aphides de la région méditerranéenne. Implications agronomiques. Thèse de doctorat d'état. Université des sciences et techniques du Languedoc Montpellier, pp. 327.
- Leclant F (1978b).** *Les pucerons des plantes cultivées : clefs d'identification. I grandes cultures*, ACTA, Paris, pp.63.
- Leclant F (1999).** *Les pucerons des plantes cultivées : clefs d'identification. II cultures maraichères*, INRA, Paris, pp. 9-14.
- Leclant F (2000).** *Les pucerons des plantes cultivées : clefs d'identification. III- cultures fruitières*, INRA, Paris, pp. 7-12.
- Le Ralec A, Anselme C, Outreman Y, Poirié M, Van Baaren J, Le Lann C, Van Alpen JJ.-M (2010).** Evolutionary ecology of the interactions between aphids and their parasitoids. *C.R. Biologies*. 333: 554-565.
- Leroy P, Capella Q, Haubruge E (2009).** L'impact du miellat de puceron au niveau des relations tritrophiques entre les plantes hôtes, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*. 13 (2) : 325-334.
- Leroy PD, Wathelet B, Sabri A, Francis F, Verheggen FJ, Capella Q, Thonart P, Haubruge E (2011).** Aphid-host plant interactions: does aphid honeydew exactly reflect the host plant amino acid composition?. *Arthropod Plant Interaction*. 1: 1-7.
- Le Trionnaire G, Hardiet J, Jaubert-Possamai S, Simon J-C, Tagu D (2008).** Shifting from clonal to sexual reproduction in aphids: physiological and developmental aspects. *Biol. Cell*. 100: 441-451.
- Le Trionnaire G, Jaubert-Possamai S, Bonhomme J, Gauthier J-P, Guernec G, Le Cam A, Legeai F, Monfort J, Tagu D (2012).** Transcriptomic profiling of the reproductive mode switch in the pea aphid in response to natural autumnal photoperiod. *Journal of Insect Physiology*. 58: 1517-1524.
- Lim T.K (2012).** *Vicia faba*. *Fruits*. 2: 925-936.

- Lopes T, Bosquée E, Polo Lozano D, Lian Chen J, Deng Fa C, Yong L, Fang-Qiang Z, Haubruge E, Bragard C, Francis F (2011).** Evaluation de la diversité des pucerons et de leurs ennemis naturels en cultures maraîchères dans l'est de la Chine. *Faunistic Entomology*. 64(3): 63-71.
- Lopez-Bellido F.J, Lopez-Bellido L, Lopez-Bellido R.J (2005).** Competition, growth and yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Europ.J.Agronomy*. 23: 359-378.
- Loss S.P, Siddique K.H.M (1997).** Adaptation of faba bean (*Vicia faba* L.) to dryland Mediterranean-type environments. I. seed yield and yield components. *Field Crops Research*. 52: 17-28.
- Lushai G, Loxdale HD (2004).** Tracking movement in small insect pests, with special reference to aphid populations. *International Journal of Pest Management*. 50 (4): 307-315.
- Maalouf F, Khalil S, Ahmed S, Akintunde AN, Kharrat M, El Shama'a K, Hajjar S, Malhotra RS (2011).** Yield stability of faba bean lines under diverse broomrape prone production environments. *Field Crops Research*. 124: 288-294.
- Maatougui M.E (1996).** Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance. *Céréaliculture*. N°. 29: 6-18.
- Mahmoudi M, Sahragard A, Sendi JJ (2010).** Foraging efficiency of *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hymenoptera : Aphidiidae) parasitizing the black bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli (Homoptera: Aphididae), under laboratory conditions. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 13: 111-116.
- Mekhouk K.M., Bahamish H.S. Kumari S.G., Lotf A (1998).** Major viruses affecting faba bean (*Vicia faba* L.) in Yemen. *Arab J. Plant Prot.* 16 (2): 98-101.
- Mikic A (2011).** Words denoting Faba bean (*Vicia faba*) in European languages. *Ratar. Povrt. / Field Veg. Crop Res.* 48: 233-238.
- Mondor EB, Roitberg BD (2002).** Pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*, cornicle ontogeny as an adaptation to differential predation risk. *Can. J. Zool.* 80: 2131-2136.
- Nuessly GS, Hentz MG, Beiriger R, Scully BT (2004).** Insects associated with faba bean, *Vicia faba* (Fabales: Fabaceae), in southern Florida. *Florida entomologist*. 87 (2): 204-211.
- Oliver KM, Noge K, Huang EM, Campos JM, Becerra JX, Hunter MS (2012).** Parasitic wasp responses to symbiont-based defense in aphids. *Journal of Biology*. 10: 1-10.
- ONM (2013).** Relevés météorologique de l'année 2013. Office national de météorologie de la wilaya de Tizi Ouzou.
- Ortiz-Rivas B, Moya A, Martinez-Torres D (2004).** Molecular systematic of aphids (Homoptera: Aphididae): new insights from the long-wavelength opsin gene. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 30: 24-37.

- Ouffroukh A, Aggad H (1996).** Identification des viroses affectant la fève (*Vicia faba* L.) en Algérie. In: Bertenbreiter W et Sadiki M (eds.). *rehabilitation of faba bean*, Actes, Rabat, pp. 173.
- Park KC, Hardie J (2004).** Electrophysiological characterization of olfactory sensilla in the black bean aphid, *Aphis fabae*. *Journal of Insect Physiology*. 50: 647-655.
- Patrick J.W, Stoddard F.L (2010).** Physiology of flowering and grain filling in faba bean. *Field Crops Research*. 115: 234-242.
- Peccoud J, Simon JC, Von Dohlen C, Coeur d'acier A, Plantegenest M, Vanlerberghe-Masutti F, Jousselin E (2010).** Evolutionary history of aphid-plant associations and their role in aphid diversification. *C.R. Biologies*. 333: 474-487.
- Pérez-de-luque A, Eizenberg H, Grenz JH, Sillero JC, Avila C, Sauerborn J, Rubiales D (2010).** Broomrape management in faba bean. *Field Crops Research*. 115: 319-328.
- Péron J-Y (2006).** *Références productions légumières*, Lavoisier 2^{ème} édition, Paris, pp.366-367.
- Podjasek JO, Bosnjak LM, Brooker DJ, Mondor EB (2005).** Alarm pheromone induces a transgenerational wing polyphenism in the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Can. J. Zool*. 83: 1138-1141.
- Rachef S.A, Ouamer F, Ouffroukh A (2005).** Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (identification et caractérisation). *Recherches agronomiques*. 16 : 36-41.
- Radwan DEM, Lu G, Ali Fayez K, Younis Mahmoud S (2008).** Protective action of salicylic acid against bean yellow mosaic virus infection in *Vicia faba* leaves. *Journal of Plant Physiology*. 165: 845-857.
- Ramade F (1994).** *Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale*. 2^{ème} édition Ediscience international, Paris, pp. 239-249.
- Ramade F (2003).** *Eléments d'écologie : Ecologie fondamentale*. 3^{ème} édition Dunod, Paris, pp.99- 106.
- Remaudière G (1985).** Reconnaissance des principaux pucerons de la région Ethiopienne. In : Remaudière (eds). *Contribution à l'écologie des aphides africains*, FAO, Rome, pp. 141-206.
- Remaudière G, Autrique A (1985).** Ecologie des aphides de Burundi. In : Remaudière (eds). *Contribution à l'écologie des aphides africains*, FAO, Rome, pp. 13-56.
- Remaudière G, Remaudière M (2006).** *Catalogue des Aphididae du monde*, INRA, Paris, pp. 27-260.

Reta Sanchez DG, Santos Serrato Corona J, Viramontes RF, Cueto Wong JA, Padilla SB, César JS (2008). *Cultivos alternativos con potencial de uso forrajero en la comarca lagunera*, Primera, Mexico, pp. 41.

Ricklefs R.E, Miller GL (2005). *Ecologie*, 4^{ème} édition De Boeck, Bruxelles, pp. 547.

Robert, Y (1982). Fluctuations et dynamique des populations de pucerons. In : *les pucerons des cultures*, ACTA, Paris, pp. 29.

Robert, Y (1982). Les pucerons de la pomme de terre. In : *les pucerons des cultures*, ACTA, Paris, pp.198.

Saharaoui L, Gourreau J.M (2000). Les coccinelles d'Algérie : inventaire et régime alimentaire (Coleoptera : Coccinellidae). *Recherche Agronomique*. 6: 11-27.

Saharaoui L, Hemptinne J-L (2009). Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera : Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouiba (Mitidja orientale) Algérie. *Ann. soc. entomol.* 45 (2): 245-259

Salman A. M. A, Abdel-Moniem A. S. H, Obiadalla AH (2007). Influence of certain agricultural practices on the cowpea aphid, *Aphis craccivora* Koch, infesting broad bean crops and the relation between the infestation and yield plants in upper Egypt. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 40(6): 395-405.

Sandrock C, Razmjou J, Vorburger C (2011). Climate effects on life cycle variation and population genetic architecture of the black bean aphid, *Aphis fabae*. *Molecular Ecology*. 20: 4165-4181.

Saxena MC (1991). Status and scope for production of faba bean in the mediterranean countries. *Options Méditerranéennes*. N^o. 10: 15-20.

Sellami S, Bousnina Z (1996). Distribution de *Ditylenchus dipsaci* (KUHN) Filipjev sur fève dans l'est Algérien. *Céréaliculture*. N^o. 29: 31-34.

Shannag HK, Ababneh JA (2007). Biometry and responses of faba bean varieties to black bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 2 (4): 328-334.

Shibao H, Kutsukake M, Lee J-M, Fukatsu (2002). Maintenance of soldier-producing aphids on an artificial diet. *Journal of Insect Physiology*. 48: 495-505.

Sillero JC, Villegas-Fernandez AM, Thomas J, Rojas-Molina MM, Emeran AA, Fernandez-Aparicio M, Rubiales D (2010). Faba bean breeding for disease resistance. *Field Crops Research*. 115: 297-307.

Sillero JC, Rojas-Molina MM, Emeran AA, Rubiales D (2011). Rust resistance in faba bean. *Grain legumes*. N^o. 56: 27-28.

Simpson SJ, Sword GA, Lo N (2011). Polyphenism in insects. *Current Biology*. 21 (18): 738-749.

Simon J-C, Rispe C, Sunnucks P (2002). Ecology and evolution of sex in aphids. *TRENDS in Ecology & Evolution*. 17 (1): 34-39.

Simon J-C (2007). Quand les pucerons socialisent. *Biofutur*. 279: 39.

Simon J-C, Stoeckel S, Tagu D (2010). Evolutionary and functional insights into reproductive strategies of aphids. *C.R. Biologies*. 333: 488-496.

Singh AK, Bhatt B.P, Upadhyaya A, Kumar S, Sundaram P.K, Singh BK, Chandra N, Bharati R.C (2012). Improvement of faba bean (*Vicia faba* L.) yield and quality through biotechnological approach: A review. *African Journal of Biotechnology*. 11(87): 15264-15271.

Stafford J, Bodson P (2006). *L'analyse multivariée avec SPSS*, Presses de l'université du Québec, Canada, pp. 101.

Stoddard F.L, Nicholas A.H, Rubiales D, Thomas J, Villegas-Fernandez A.M (2010). Integrated pest management in faba bean. *Field Crops Research*. 115: 308-318.

Stroyan H.L.G (1961). La détermination des aphides vivants sur les Citrus. *Bull. Phytosa. Food. Agri. Org.* 9 (4): 45-68.

Sullivan DJ (2005). Aphids. *Encyclopedia of Entomology*. 1: 127-146.

Sullivan DJ (2007). Aphids (Hemiptera: Aphididae). *Encyclopedia of Entomology*. 1: 191-215.

Tagu D, Prunier-Leterme N, Legeai F, Gauthier J-P, Duclert A, Sabater-Munoz B, Bonhomme J, Simon J-C (2004). Annotated expressed sequence tags for studies of the regulation of reproductive modes in aphids. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 34: 809-822.

Tagu D, Sabater-Munoz B, Simon J-C (2005). Deciphering reproductive polyphenism in aphids. *Invertebrate Reproduction and Development*. 48:71-80.

Tjallingii W.F (2006). Salivary secretions by aphids interacting with proteins of phloem wound responses. *Journal of Experimental Botany*. 57 (4): 739-745.

Tosh CR, Powell G, Hardie J (2002). Maternal reproductive decisions are independent of feeding in the black bean aphid, *Aphis fabae*. *Journal of Insect Physiology*. 48: 619-629.

Turpeau-Ait Ighil E, Dedryver CA, Chaubet B, Hullé M (2011). *Les pucerons des grandes cultures : cycles biologiques et activités de vol*, Quae, Paris, pp. 33.

Uzest M, Gargani D, Dombrovsky A, Cazevieuille C, Cot D, Blanc S (2010). The "acrostyle": A newly described anatomical structure in aphid stylets. *Arthropod Structure & Development*. 39: 221-229.

- Vandermoten S, Mescher MC, Francis F, Haubruge E, Verheggen FJ (2012).** Aphid alarm pheromone: an overview of current knowledge on biosynthesis and functions. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 42: 155-163.
- Vantaux A, Van den Ende W, Billen J, Wenseleers T (2011).** Large interclone differences in melezitose in the facultatively ant-tended black bean aphid *Aphis fabae*. *Journal of Insect Physiology*. 57: 1614-1621.
- Verheggen^a FJ, Haubruge E, De Moraes CM, Mescher MC (2009).** Social environment influences aphid production of alarm pheromone. *Behavioral Ecology*. 20: 283-288.
- Verheggen^b F, Diez L, Detrain C, Haubruge E (2009).** Mutualisme pucerons-fourmis: étude des bénéfices retirés par les colonies d'*Aphis fabae* en milieu extérieur. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 13(2): 235-242.
- Villegas-Fernandez AM, Rubiales D (2011).** Chocolate spot resistance in faba bean. *Grain legumes*. N°. 56: 29-30.
- Vioque J, Manuel A, Giron-Calle J (2012).** Nutritional and functional properties of *Vicia faba* protein isolates and related fractions. *Food Chemistry*. 132: 67-72.
- Wang H-F, Zong X-X, Guan J-P, Yang T, Sun X-L, Ma Y, Redden R (2012).** Genetic diversity and relationship of global faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm revealed by ISSR markers. *Theor Appl Genet*. 124: 789-797.
- Webster B, Bruce T, Dufour S (2008).** Identification of volatile compounds used in host location by black bean aphid, *Aphis fabae*. *J Chem Ecol*. 34: 1153-1161.
- Webster B, Bruce T, Pickett J, Hardie J (2010).** Volatiles functioning as host cues in a blend become nonhost cues when presented alone to the black bean aphid. *Animal Behaviour*. 79: 451-457.
- Weigand S, Bishara S.I (1991).** Status of insect pests of faba bean in the Mediterranean region and methods of control. *Options Méditerranéennes*. N°. 10: 67-74.
- Will T, Van Bel A.J.E (2006).** Physical and chemical interactions between aphids and plants. *Journal of Experimental Botany*. 57(4): 729-737.
- Wiwart M, Sadej W (2008).** The effect of leaf colour of selected field bean cultivars which differ in attracting black bean aphid (*Aphis fabae* Scop.). *Journal of plant protection research*. 48(2). 195-200.
- Yahia Y, Guetat A, Elfalleh W, Ferchichi A, Yahia H, Loumerem M (2012).** Analysis of agromorphological diversity of southern Tunisia faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm. *African Journal of Biotechnology*. 11 (56): 11913-11924.
- Zaghouane O (1991).** The situation of faba bean (*Vicia faba* L.) in Algeria. *Options Méditerranéennes*. N°. 10: 123-125.

Zamani Z, Aminaee MM, Khaniki GB (2013). Biological control of *Aphis fabae* and *Bemisia tabaci* by the native isolates of *Beauveria bassiana* in Kerman province. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 46(2): 141-149.

Zintzaras E, Margaritopoulos J.T, Tsitsipis J.A (1999). Statistical tree classification of aphids based on morphological characteristics. *Computers and Electronics in Agriculture*. 24: 165-175.

Zoubiri N.E.H (1998). Inventaire et étude de quelques aspects écologiques des coccinelles sur deux variétés de citrus (oranger et citronnier) dans la région de Rouiba. Mémoire Ing. Agro, ENSA, El Harrach, pp.75.

Annexes

Tableau 1: Températures mensuelles moyennes, maxima et minima de la région de Tizi-Rached de juillet 2012 à juin 2013 (ONM de Tizi-Ouzou, 2013).

Température (°C)	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin
T° max (°C)	35,7	39,1	32,2	28,1	21,8	17,4	15,6	14,7	19,4	21,7	23	28,75
T° min (°C)	21,6	23,4	18,7	15,8	12,6	8,2	6,9	4,9	9,6	10,4	12,2	15,01
T° moyenne (°C)	27,8	30,3	24,4	20,8	16,2	11,9	10,7	9,3	14,2	15,7	17,4	21,66

Tableau 2 : Moyennes mensuelles des précipitations (en mm) de la région de Tizi-Rached (ONM de Tizi-Ouzou, 2013).

Mois	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin
Précipitations (mm)	0	6,4	10,9	96,3	68,7	39,8	210,6	187,8	97,2	62	150,6	0

Tableau 3: Moyennes mensuelles d'humidité relative de l'air (en %) de la région de Tizi-Rached durant la période d'étude (ONM de Tizi-Ouzou, 2013).

Mois	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin
Hr %	60	49	65	70	79	83	80	80	73	76	78	66

Tableau 4 : Moyennes mensuelles de la vitesse du vent (en m/s) de la région de Tizi-Rached (ONM de Tizi-Ouzou, 2013).

Mois	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin
V (m/s)	0	0,6	0,7	1,1	1,1	0,9	1,6	1,7	2,5	1,8	1,9	1,6

Tableau 5: Evolution temporelle de la longueur moyenne (en cm) des 10 tiges échantillonnées dans les différentes parcelles d'étude.

	22/02	01/03	07/03	17/03	21/03	28/03	03/04	10/04	17/04	25/04	01/05	08/05	16/05	23/05	31/05
Var. Séville	32,95	36,1	39,7	44,4	46,6	50,45	52,9	53	53,3	53,25	52,3	51,95	47,85	47	/
Féverole	25,6	27,7	30,55	35,75	38,15	43,85	47,1	49,95	53,45	54,05	53,95	53,75	51,65	50,25	48,3

Tableau 6: Evolution temporelle du nombre moyen d'inflorescence par tige échantillonnée.

	22/02	01/03	07/03	17/03	21/03	28/03	03/04	10/04	17/04	25/04
Var. Séville	1,9	1,9	2,5	3,3	3,5	2,5	0,3	0	0	0
Féverole	0,1	0,1	0,3	1,3	2,1	3,7	2	1,4	0	0

Tableau 7: Evolution temporelle du nombre moyen d'étages de gousses.

	22/02	01/03	07/03	17/03	21/03	28/03	03/04	10/04	17/04	25/04	01/05
Var. Séville	0	0	0	0	0	1,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,3
Féverole	0	0	0	0	0	0,8	1,8	2,5	4,3	4,2	4,1

Tableau 8 : Fluctuations des populations des pucerons ailés au niveau de la parcelle de Séville.

Dates de sortie	<i>A. fabae</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>B. helichrysi</i>	<i>H. lactucae</i>	<i>M. persicae</i>	<i>A. solani</i>	<i>D. plantaginea</i>	<i>B. brassicae</i>	<i>M. rosae</i>	<i>R. padi</i>	<i>S. avenae</i>	<i>B. cardui</i>	<i>P. sp</i>	<i>M. euphorbiae</i>	<i>A. pisum</i>	Total
07/03/2013	1	2	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
17/03/2013	5	1	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
21/03/2013	0	1	3	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8
28/03/2013	17	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	21
03/04/2013	27	2	5	4	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	43
10/04/2013	48	7	7	5	1	2	0	0	0	1	0	1	0	0	0	72
17/04/2013	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
25/04/2013	0	14	9	17	5	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	49
01/05/2013	4	25	12	38	0	1	0	0	1	0	0	0	4	0	0	85
08/05/2013	7	19	25	13	2	0	0	0	0	2	0	8	18	0	0	94
16/05/2013	2	1	7	7	0	2	0	0	1	0	0	1	9	1	0	31
23/05/2013	4	32	11	21	2	2	0	0	0	0	1	2	6	1	4	86
Total	119	104	86	111	17	12	1	1	4	3	2	13	37	2	4	516

Tableau 9 : Fluctuations des populations des pucerons ailés au niveau de la parcelle de fêverole.

Date de sortie	<i>A. gossypii</i>	<i>B. helichrysi</i>	<i>A. pisum</i>	<i>H. lactuacae</i>	<i>M. persicae</i>	<i>R. padi</i>	<i>M. vicia</i>	<i>A. solanae</i>	<i>M. rosae</i>	<i>M. euphorbiae</i>	<i>P. sp</i>	<i>A. craccivora</i>	<i>A. fabae</i>	<i>B. brassicae</i>	Total
07.03.2013	0	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
17.03.2013	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
21.03.2013	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8
28.03.2013	0	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	16
03.04.2013	9	4	0	9	0	0	0	0	1	0	0	0	14	0	37
10.04.2013	5	7	0	4	0	0	0	3	0	7	0	0	2	2	30
17.04.2013	1	7	0	7	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	17
25.04.2013	9	19	1	22	0	0	0	0	3	1	2	0	5	1	63
01.05.2013	7	10	1	9	1	1	0	2	2	0	1	0	0	0	34
08.05.2013	22	19	1	17	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	66
16.05.2013	6	8	2	5	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	25
23.05.2013	27	16	3	8	1	0	1	1	0	1	7	3	3	0	71
31.05.2013	17	17	0	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	41
Total	103	117	8	93	6	1	3	6	6	10	18	6	34	3	414

Tableau 10 : Effectifs des espèces de pucerons recensées sur les deux variétés de fève.

Espèces	<i>A. fabae</i>	<i>A. gossypii</i>	<i>A. craccivora</i>	Total
V1S1	109	90	0	199
V1S2	389	5	46	440
V1S3	588	169	0	757
V1S4	737	0	0	737
V1S5	836	0	0	836
V1S6	491	0	0	491
V1S7	164	0	0	164
V1S8	107	0	0	107
V1S9	39	0	0	39
V1S10	22	0	0	22
V1S11	6	0	0	6
V1S12	0	0	0	0
V2S1	27	13	0	40
V2S2	242	17	0	259
V2S3	121	87	43	251
V2S4	178	55	82	315
V2S5	343	20	0	363
V2S6	155	213	12	380
V2S7	181	62	0	243
V2S8	41	56	10	107
V2S9	103	1	22	126
V2S10	14	2	19	35
V2S11	47	0	71	118
V2S12	10	4	17	31
V2S13	0	0	0	0

Résumé

L'objectif de cette étude, menée dans la région de Tizi-Rached, consiste à déterminer la diversité et l'abondance des pucerons et des insectes auxiliaires aphidiphages sur une culture de fève à variété Séville et sur une culture de féverole. L'inventaire des populations de pucerons et d'auxiliaires aphidiphages a été réalisé à l'aide de pièges jaunes et d'observations sur plante.

Il ressort de cette étude, une richesse spécifique de 16 espèces de pucerons pour la variété Séville et 14 espèces de pucerons pour la féverole appartenant à deux sous-familles, les Aphidinae et les Pemphiginae.

Les résultats du contrôle visuel ont permis de montrer qu'*A. fabae* est particulièrement le plus menaçant au niveau des parcelles échantillonnées. Les résultats du piégeage montrent une dominance d'*A. fabae* au niveau de la parcelle de Séville avec une fréquence de 23,06% et une prédominance de *B. helichrysi* avec 28,26% au niveau de la parcelle de féverole.

L'évolution de la population globale des pucerons ailés capturés par piégeage a permis de montrer que l'activité la plus intense des ailés est enregistrée du 17 avril jusqu'au 8 mai pour la culture de Séville et du 16 mai au 23 mai pour la culture de féverole.

Les prédateurs trouvés sont : *C. algerica*, *H. variegata* et *Syrphidae sp.* Les coccinelles sont les prédateurs aphidiphages les plus abondants, notamment l'espèce *H. variegata*. Pour les parasitoïdes, une seule espèce a été identifiée, il s'agit du *Lysiphlebus ambiguus*. L'activité de ces auxiliaires reste très faible et insuffisante.

Mots-clés : diversité, abondance, pucerons, aphidiphages, Séville, féverole, Tizi-Rached.

Abstract

The purpose of this study, conducted in the region of Tizi-Rached, is to determine the diversity and abundance of aphids and aphidophagous beneficial insects on a culture of faba bean variety Séville and a culture of tick bean. The inventory of aphids and related beneficial populations was conducted by using yellow traps and observations on plants.

It appears from this study, species richness of 16 species of aphids for the Séville variety and 14 species of aphids for tick bean belonging to two subfamilies, the Aphidinae and Pemphiginae.

The visual counting of aphids shows that *A. fabae* is especially most menacing in all sampled plots. The results of trapping show a dominance of *A. fabae* in Séville plot with a frequency of 23, 06% and a dominance of *B. helichrysi* with 28, 26% in tick bean plot.

The evolution of the overall population of winged aphids caught by trapping has shown that the most intense activity of adults is recorded April 17th until May 8th to the culture of Séville and May 16th to May 23th for the culture of tick bean.

Predators found are: *C. algerica*, *H. variegata* and *Syrphidae sp.* Ladybirds were the most abundant aphidophagous predators, including species *H. variegata*. For parasitoids, one species has been identified, it is the *Lysiphlebus ambiguus*. The activity of these auxiliaries remains very weak and insufficient.

Keywords: diversity, abundance, aphids, aphidophagous, Séville, Tick bean, Tizi-Rached.