République Algérienne Démocratique 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

MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité: Sciences Biologiques

Option: Ecologie et Biodiversité Animales des Ecosystèmes Continentaux

Présenté par :

M^r^ MEZANI Samir

SUJET

Bioécologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera: Bruchidae) dans des parcelles de variétés de fèves différentes et de féverole dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou).

Devant le jury composé de : **Soutenu le : 03 / 11 / 2011**

KELLOUCHE Abdellah	Professeur	UMMTO	Président
MEDJDOUB Ferroudja	Maître de conférences	UMMTO	Rapporteur
AMROUN Mansour	Maître de conférences	UMMTO	Examinateur
SADOUDI Djamila	Maître de conférences	UMMTO	Examinatrice
AOUAR Malika	Maître de conférences	UMMTO	Examinatrice

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer tout d'abord mes remerciements les plus profonds et les plus chaleureux à madame MEDJDOUB-BENSAAD F. Maître de conférences A à l'Université MOULOUD MAMMERI de Tizi-Ouzou, d'avoir proposé et dirigé ce travail, pour sa disponibilité, ses conseils précieux et ses encouragements qu'elle m'a prodigués tout au long de ce mémoire.

Mes remerciements les plus cordiaux s'adressent à monsieur le Professeur KELLOUCHE A. pour avoir accepté de présider ce jury, qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.

Je tiens à remercier vivement M^{r} AMROUN M., M^{me} SADOUDI-ALI AHMED D. et M^{me} AOUAR-SADLI M., maîtres de conférences A au département de Biologie à l'Université de Tizi-Ouzou, qui ont accepté d'évaluer ce travail.

Je remercie également M^{r} CHIKHI N., directeur de la station météorologique de BOUKHALFA, ainsi que toute son équipe pour avoir mis à ma disposition toutes les données climatiques qui me sont nécessaires.

Un grand merci assez particulier s'adresse à Aicha, Fatiha et Nassima pour leur soutien. Je ne saurai oublier de remercier également, Messaoud, Djidji, Djilali, Safia (Foufa), Ahmed et toute ma promotion.

Que tous les enseignants ayant contribué à ma formation trouvent ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je remercie encore mon petit frère Younes pour son aide dans l'outil informatique et ma petite sœur Lynda. Je voudrais aussi remercier vivement Karima, Roukia, Katia et Baya pour leur sincère amitié et leur soutien.

Enfin … je ne peux finir sans évoquer le soutien et la compréhension de tous les gens de mon entourage ; famille, amis (es) …

Un grand merci à tous.

Liste des abréviations

- **T° moy/ max (°C) :** Température moyenne maximale en degré Celsius
- **T° moy/ mini (°C) :** Température moyenne minimale en degré Celsius
- **T° moy/ mensu (°C) :** Température moyenne mensuelle en degré Celsius
- **Var :** Variété
- **H.R :** Humidité Relative
- **P :** pluviométrie
- **Nb. :** Nombre
- **SCE :** Somme des Carrés des Ecarts
- **DDL :** Degrés De Liberté
- **CM :** Carré Moyen
- **F :** Fonction observé de Fischer
- **Prob :** probabilité
- **S :** Semaine
- *** :** Différence significative
- **** :** Différence hautement significative
- ***** :** Différence très hautement significative
- $\mathbf{t_{obs}}$ **:** Valeur observée de Student
- $\mathbf{t_{th.}}$ **:** Valeur théorique de Student

Liste des tableaux

Tableau I : Evaluation de la superficie et production de la fève et féverole en Algérie..... 9

Tableau II : Superficie et production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou 10

Tableau III : La production (qx) des différentes cultures des légumineuses ..... ….11

Tableau IV: Superficie agricole utile occupée par les différentes légumineuses 11

Tableau V : Activité des adultes de *B. rufimanus* selon la variété étudiée, le sexe, l'emplacement sur les différentes parties de la plante et suivant la période d'échantillonnage..... 38

Tableau VI : Taux d'infestetion des parcelles selon la variété étudiée .....…52

Liste des figures

Figure 1 : Les fleurs et les fruits de *V. faba* L. 5

Figure 2 : Variétés de la fève (*V. faba* major L.) et la féverole (*V. faba* minor) présentes en Algérie 8

Figure 3 : Forme du dernier segment abdominal chez le mâle (a) et la femelle (b) de *B. rufimanus* 18

Figure 4 : Les dégâts causés par *B. rufimanus* sur les graines de *V. faba*..... 22

Figure 5 : Situation géographique de la région d'étude..... 25

Figure 6 : Variation des températures moyennes mensuelles, maxima et minima ..... ….26

Figure 7 : Variation des moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%)..... ….27

Figure 8 : Variation des moyennes mensuelles des pluviométries (en mm)..... ….27

Figure 9 : Variation des moyennes mensuelles de la vitesse du vent (en m/s). 28

Figure 10 : Evolution temporelle de la longueur moyenne des 10 tiges échantillonnées 31

Figure 11 : Effectifs d'adultes de *B. rufimanus* capturés en fonction du nombre moyen d'inflorescences de *V. faba* et d'étages de gousses. 35

Figure 12 : Variation spatio-temporelle du nombre d'adultes capturés par semaine dans les cornets foliaires, les fleurs, les feuilles et les autres parties de la plante. ..... ….42

Figure 13 : Densité moyenne des œufs pondus par les femelles de *B. rufimanus*. 46

Figure 14 : Densité moyenne des œufs pondus par les femelles de *B. rufimanus*. 45

Figure 15 : Etat du développement des organes reproducteurs des adultes de *B. rufimanus* capturés..... 50

Figure 16 : Etat du développement des organes reproducteurs des adultes de *B. rufimanus* capturés..... 51

Figure 17 : Evolution temporelle de la densité des larves, des nymphes et des adultes de *B. rufimanus* au niveau du champ et au stock 64

Figure 18 : Cycle biologique de *B. rufimanus* dans les différentes parcelles d'étude 65

Sommaire

SOMMAIRE

Introduction générale.....01

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

1. Introduction 03
2. Origine et répartition géographique 03
3. Position systématique.....04
4. Description de l'espèce: *V. faba*.....04
5. Intérêts culturaux de la fève 06
   5-1- Intérêt agronomique.....06
   5-2- Intérêt alimentaire.....06
6. Les variétés de la fève (*V. faba*).....07
7. Situation de la culture de la fève en Algérie 09
   7.1. Aire de production.....09
   7.2. Importance régionale de la culture de la fève 10
8. Contraintes de la culture de la fève en Algérie 12
   8.1. Contraintes abiotiques.....12
   8.2. Contraintes culturales et socio-économiques 13
   8.3. Contraintes biotiques.....13

Chapitre II : Synthèse bibliographique sur la bruche de la fève : *Bruchus rufimanus*

1. Introduction 16
2. Présentation de la bruche de la fève *B. rufimanus* 16
   2.1. Origine et aire de répartition 16
   2.2. Position systématique.....17
   2.2. Description de l'insecte.....17
3. Biologie de *B. rufimanus*.....19
   3-1- Modifications physiologiques.....20
   3-2- Modifications biochimiques 20
   3-3- Modifications comportementales 20
4. Dégâts causés par *B. rufimanus* sur la fève.....20
   4.1. Pertes pondérales.....21

4.2. Perte de germination.....21
4.3. Dépréciation des graines.....21
4.4. Baisse de rendement.....21
5. Méthode de lutte contre *B. rufimanus*.....22
5.1. Lutte préventive.....22
5.2. Lutte curative.....22

Chapitre III : Bioécologie de la bruche de la fève (*B. rufimanus*) dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou)

Première partie : Dynamique des populations de *B. rufimanus*

Introduction.....24
1. Présentation de la zone d'étude.....24
2. Situation géographique.....24
2.1. Facteurs climatiques.....25
3. Matériels et techniques d'étude.....29
3.1. Observation au champ.....29
3.1.1. Phénologie de la plante hôte.....29
3.1.2. L'insecte ravageur *B. rufimanus*.....30
3.1.2.1. L'activité des adultes.....30
3.1.2.2. La ponte.....30
3.2. Etude des organes reproducteurs.....30
4. Résultats et discussion.....31
4.1. Résultats.....31
4.1.1. Phénologie de la plante hôte.....31
4.1.1.1. Evolution temporelle de la taille moyenne des tiges.....31
4.1.2. Effectifs et activité des adultes de *B. rufimanus*.....32
4.1.2.1. Evolution temporelle du nombre d'adultes capturés en fonction de la période de floraison et de fructification de la plante hôte.....32
4.1.2.2. Evolution spatio-temporelle du nombre d'individus capturés sur les différentes parties de la plante pour chaque semaine dans les différentes parcelles durant la période d'étude.....36
4.1.2.3. Exploitation des résultats par une étude statistique.....38

4.1.2.3. Evolution temporelle du nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *B. rufimanu* 43
4.1.3. Etude des organes reproducteurs des adultes de *B. rufimanus* pendant et après la phase de floraison 48
4.1.4. Estimation de l'infestation des gousses dans les quatre parcelles d'étude 52
4.2. Discussion 53

Deuxième partie : Cycle de développement de *B. rufimanus* par rapport à la phénologie de la plante hôte

1. Introduction 60
2. Matériels et méthodes 60
3. Résultats 61
3.1. Développement embryonnaire 61
3.2. Développement post-embryonnaire 61
3.2.1. Parcelle à variété Séville 62
3.2.2. Parcelle à variété Aguadulce 62
3.2.3. Parcelle à variété Muchaniel 62
3.2.4. Parcelles à Féverole 63
4. Discussion 66

Conclusion générale 69
Références bibliographiques 72
Annexes

Introduction générale

Les Légumineuses alimentaires sont considérées comme les plantes à graines les plus cultivées par l'homme et depuis longtemps occupent une place importante, dans l'alimentation humaine. Elles jouent un rôle important dans le développement de l'économie nationale, des pays du Maghreb (KHALDI et *al*., 2002). Vu leurs adaptations faciles aux différents milieux, nous pouvons les rencontrer dans la plupart des régions du monde.

La fève et la féverole (*Vicia faba* L.) sont les légumineuses à graines, les plus cultivées pour l'alimentation humaine au Maghreb (KHARRAT et *al*., 2002), suivies du pois chiche (*Cicer arietinum* T.), le pois (*Pisum sativum* C.), la lentille (*Lens culinaris* L.), le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). En Algérie, elles représentent, en milieu rural et au niveau des ménages à revenus limités, une grande part de la ration alimentaire (AMAMRA, 2002). Dans ce pays, la fève seule est la plus importante parmi les légumineuses alimentaires, avec 58 000 hectares soit 44,3% de la superficie totale réservée à cette catégorie de culture (BOUSSAD et DOUMANDJI, 2004). Ses teneurs élevées en protéines (25%) et en glucides (53%), lui confèrent une valeur nutritive très élevée (LARRALD et MARTINEZ, 1991). De ce fait, elle présente un bon potentiel nutritionnel, pour remplacer certaines sources protéiques conventionnelles (TAWATIA et VIRK, 1996).

Selon GIOVE et ABIS (2007), en 2005 les pays méditerranéens ont produit 1 093 000 tonnes de fèves, soit 25% de la production mondiale. L'Algérie, avec 27 000 tonnes occupe le 17ème rang au niveau mondial et le 6ème rang au niveau continental, devancée par l'Éthiopie (516 000 tonnes), l'Egypte (350 000 tonnes), le Soudan (112 000 tonnes), le Maroc (73 000 tonnes) et la Tunisie (45 000 tonnes)**.** La fève est utilisée en tant qu'engrais vert, pour les sols pauvres dans les régions arides d'Algérie (CHAFI et BENSOLTANE, 2009).

Malgré la stimulation et les encouragements accompagnant la culture des légumineuses, notamment la fève, le problème d'ordre abiotique comme le froid hivernal, les gelées printanières, la chaleur, la salinité….etc et biotique, à savoir les maladies, les plantes parasites et les insectes ravageurs, reste un véritable obstacle, empêchant l'augmentation des rendements (MAATOUGUI, 1996).

Parmi les ravageurs, les insectes occupent une place importante. Plusieurs sont nuisibles et parmi ceux inféodés à la fève, nous citons la sitone du pois *Sitona lineatus*, le puceron noir *Aphis fabae* et la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (Boh) qui se développe au stade larvaire, à l'intérieur des graines et les rendent inconsommables. Cet insecte est le ravageur le plus redoutable (LABORIUS et SABA (1977). Ses larves provoquent aussi des

modifications quantitatives et qualitatives des réserves, contenues dans les graines et réduisent leur pouvoir germinatif (GAIN, 1978).

La biologie et l'écologie de ce Coléoptère sont peu connues en Algérie et seules quelques études lui ont été consacrées (MOUHOUCHE et SADOU, 2001 ; MEDJDOUB-BENSAAD, 2007 et LARDJANE-HAMITI, 2009). C'est pourquoi, l'étude du processus de colonisation et d'infestation de la fève par cette bruche, constitue une étape importante permettant de disposer des informations nécessaires, pour préserver les récoltes contre les déprédations de ce ravageur, avant d'élaborer des méthodes de lutte.

En vu de toutes ces données, et afin de compléter ces travaux, l'élaboration d'une stratégie de lutte contre ce déprédateur nécessite une connaissance de certains aspects de sa bioecologie, dans les conditions de nos agrosystèmes, notamment la dynamique des populations, et cela par une comparaison sur le terrain des parcelles de variétés de fèves différentes et de la féverole dans la région de Tizi-Rached.

Le présent travail est scindé en plusieurs parties structurées comme suit :

- Le premier chapitre sera consacré à la présentation de la plante hôte *Vicia faba*.
- Dans le deuxième chapitre, nous présenterons une synthèse bibliographique sur la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh.
- Le troisième et le dernier chapitre comprend la partie expérimentale où nous présenterons la zone d'étude, sa caractéristique climatique, la technique d'étude, ainsi que la dynamique des populations et cycle de développement de ce ravageur.

Chapitre I

Généralités sur la plante hôte : la fève *Vicia faba*

1. Introduction

La famille des Légumineuses est très diverse avec trois sous familles : Mimosoideae, Caesalpinioideae, et Papilionoideae (DOYLE et LUCKOW, 2003). La diversité de cette famille végétale, qui comprend environ 20 000 espèces (GEPTS et *al*., 2005) offre des possibilités énormes d'exploitation.

La sous famille des Papilionoideae regroupe les espèces cultivées les plus importantes économiquement comme le soja, le haricot, le pois, la luzerne, l'arachide, le pois chiche et la fève (LAZREK-BEN FRIHA, 2008).

La fève (*Vicia faba*) est une plante herbacée annuelle. C'est une espèce diploïde (2n=12 chromosomes). Elle présente un cycle phénologique, à trois phases qui sont : une phase de germination, une phase de développement végétatif et une phase de reproduction.

2. Origine et répartition géographique

Selon MATHON (1985), la fève *V. faba* L. est une plante cultivée par l'homme depuis le Néolithique (7000 ans avant J.C), elle est originaire des régions méditerranéennes du Moyen-Orient.

Selon PÉRON (2006), la fève, le pois et la lentille sont les plus vieilles espèces légumières introduites en agriculture (10 000 ans)**.**

Cette plante figure parmi les légumes les plus anciennement cultivées, elle est citée dans la Bible comme étant d'un usage fréquent pour les offrandes funéraires (LAUMONNIER, 1979).

À partir de son centre d'origine, la fève s'est propagée vers l'Europe, le long du Nil, jusqu'en Ethiopie et de la Mésopotamie vers l'Inde. L'Afghanistan et l'Ethiopie deviennent par la suite, les centres secondaires de dispersion (CUBERO, 1974).

3. Position systématique

D'après ANONYME (1985) et DAJOZ (2000), la fève est classée comme suit :

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous-embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous-classe : Dialypétales
- Série : Caliciflores
- Ordre : Rosales
- Famille : Fabacées (Légumineuses)
- Sous-famille : Papilionacées
- Genre : *Vicia*
- Espèce : *Vicia faba* L.

D'après KOLEV (1976), selon la taille des graines, cette espèce est subdivisée en trois sous espèces *Vicia faba* minor beck à petites graines appelée couramment féverole.
Vicia faba equina pers à graines moyennes.
Vicia faba major hartz à grosses graines.

4. Description de l'espèce (Figure 1)

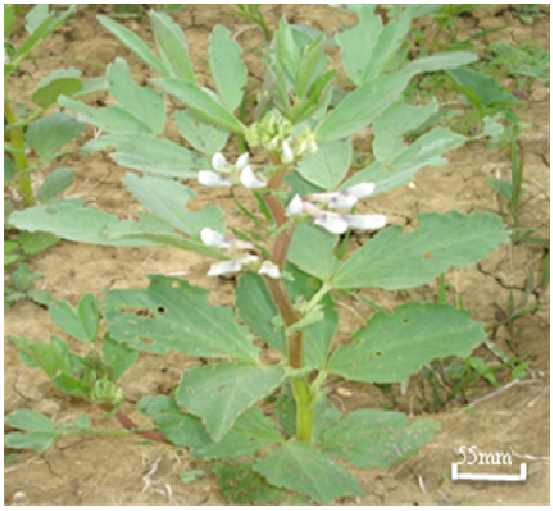
La fève est une plante herbacée annuelle présentant une tige simple, dressée, creuse et de section quadrangulaire, sans ramification se dressant à plus d'un mètre de haut (PERON, 2006).

Les feuilles, alternes de couleur vert glauque ou grisâtre, composées-pennées, sont constituées par 2 à 4 paires de folioles amples et ovales (CHAUX et FOURY, 1994).

Selon MAOUI et *al*. (1990), la fève possède des inflorescences en grappe de 4 à 5 fleurs en moyenne, situées à l'aisselle des feuilles. Les fleurs sont de couleur blanche ou faiblement violacée (CHAUX et FOURY, 1994).

Les fruits sont des gousses pendantes noircissant à la maturité (LAUMONIER, 1979). Les graines sont charnues, vertes et tendres à l'état immature, à complète maturité, elle développe un tégument épais et coriace de couleur brun-rouge, à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à couleur presque circulaire (CHAUX et FOURY, 1994).

Feuilles et fleurs de *V. faba* L.



Tige de *V. faba* L.

Gousses récoltées de *V. faba* L.

Graines de *V. faba* L.

Figure 1 : Les fleurs et les fruits de *V. faba* L. (Photographies originales, 2011)

5. Intérêts culturaux de la fève

5.1. Intérêt agronomique

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

Selon HAMADACHE (2003), la fève améliore la teneur du sol en azote, avec un apport annuel de 20 à 40 kg/ha ; elle améliore aussi sa structure par son système racinaire puissant et dense. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique.

5.2. Intérêt alimentaire

La fève (*V. faba*) est l'une des légumineuses à grains les plus communes, utilisée pour la consommation humaine et animale (GOYOAGA et *al*., 2011). Elle constitue un aliment nutritif très important surtout pour les populations à faible revenus, qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéine d'origine animale (DAOUI, 2007).

Selon GORDON (2004), cette légumineuse a une teneur en protéine élevée et est une excellente source de fibres solubles et insolubles, de glucides complexes, de vitamines (B9 et C) et de minéraux (en particulière le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer et le zinc).

Les graines de la fève (*V. faba* : variété major) sont incorporées dans la composition d'aliments du bétail, lorsqu'elles sont disponibles en grandes quantités, quant aux graines *V. faba* : variété minor, elles sont utilisées pour l'engraissement des animaux (MAATOUGUI, 1996).

D'après FATEMI (1998), l'évolution du niveau de consommation animale suit de près la tendance de la consommation humaine, ainsi la contribution de la fève à l'alimentation animale est en augmentation.

6. Les différentes variétés de la fève (*V. faba)* présentes en Algérie (Figure 2)

Il existe quatre variétés de fèves, et la féverole en Algérie, qui sont:

6.1. La Séville

C'est une variété précoce à gousses longues, renferment 5 à 6 grains volumineux. Sa tige est d'une hauteur de 70cm, se distinguant des autres variétés par la couleur de son feuillage, d'un vert assez franc (CHAUX et FOURY, 1994). Ses gousses présentent une largeur d'environ 3cm et une longueur de 25cm (LAUMONIER, 1979).

6.2. L'Aguadulce

C'est une variété demie précoce, très répandue en culture. Elle est caractérisée par une plante, de végétation haute de 1,10 à 1,20m. Elle possède des gousses de couleur vert franc, volumineuse et très longue, pouvant atteindre 20 à 25cm renfermant 7 à 9 graines. C'est une variété très productive (CHAUX et FOURY, 1994). Elle est introduite, avec la Séville, d'Espagne (ZAGHOUANE, 1991).

6.3. La Muchaniel

C'est une variété très précoce, elle a des gousses de couleur vert clair, de 20cm de longueur en moyenne, renfermant 5 à 6 grains blancs, elle est très productive (CHAUX et FOURY, 1994).

6.4. La Sidi Moussa

Elle est sélectionnée à El-Harrach en 1965, elle est convenable à tous les sols, résiste aux maladies cryptogamiques (*Botrytis*), aux insectes (*Aphis fabae*), aux plantes parasites (*Orobanche sp*) et aux nématodes (ZAGHOUANE, 1991).

5.5. La Féverole :

Cette culture a été sélectionnée par l'homme au Proche Orient ou en Afrique (ANONYME, 2007). Elle possède un système racinaire très repoussant et structurant, et de surcroit l'une des plus performantes, en matière de fixation de l'azote (THOMAS, 2008).

Selon LEBRETON et *al*. (2009), la féverole n'est pas sensible à l'*Aphanomyces* du pois, de plus les limaces sont très peu friandes de féverole, voir les repoussent et préfèrent les autres plantes, ce qui en fait une plante assez facile à installer et à réussir (THOMAS, 2008). En Algérie, la seule variété de féverole cultivée est « Sidi Aich » (ZAGHOUANE, 1991).

Figure 2 : Variétés de la fève (*V. faba* major L.) et la féverole (*V. faba* minor) présentes en Algérie (Photographies originales, 2011)

7. Situation économique de la culture de la fève en Algérie

7.1. Aires de production :

En Algérie la fève est semée en automne et fleuri entre février et avril (BENACHOUR et *al*, 2007). FELIACHI (2002) rapporte qu'elle est cultivée sur l'ensemble des zones agroécologiques d'Algérie : les plaines côtières, les plaines intérieures, les hauts plateaux, et dans la région de Biskra.

En raison de son exigence hydrique et thermique, 80% de la superficie de fèves est cultivée dans les zones de plaines côtières et intérieures, où les pluviométries annuelles moyennes sont respectivement 613 et 533mm/an. Leur faible importance dans les zones arides est due au froid et à la sécheresse terminale, au niveau des Hauts plateaux et à la faiblesse des ressources hydriques dans les zones Sahariennes (MAATOUGUI, 1996). Selon cet auteur, la fève est la plante la plus cultivée de l'espèce *V. faba* durant les années 1981-1990 (58000 ha en moyenne). De 1984 à 1996 les surfaces cultivées sont comprises entre 23000 et 73000ha, avec une production comprise entre 137 000 et 410 000 quintaux. Dans ces conditions, les rendements varient de 2,67 à 9,77qx/ha, respectivement (MAATOUGUI, 1996 et ANONYME, 1997).

Les données statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève en Algérie pour la décennie 1999-2009 sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau I : Evaluation de la superficie et production de la fève et féverole en Algérie (ANONYME, 2009)

Compagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
1999-2000	34250	128950	3,8
2000-2001	31450	212300	6,8
2001-2002	33610	229330	6,8
2002-2003	34050	307000	9,0
2003-2004	36777	320530	8,7
2004-2005	35082	268860	7,7
2005-2006	33537	242986	7,2
2006-2007	31284	279735	8,9
2007-2008	30688	235210	7,7
2008-2009	32278	364949	11,3
Moyenne	**33300,6**	**258985**	**7,79**

Il en ressort de ces données que la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève en Algérie est de 33300,6ha, elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi, dont la moyenne de dix années est de 258985qx. Nous constatons également des fluctuations du rendement, qui présente une moyenne de 7,79qx/ha.

Le rendement maximal a été noté durant la compagne agricole 2008-2009 avec 11,3qx/ha, par contre le rendement minimal est enregistré durant l'année 1999-2000 avec 3,8qx/ha. Ces variations du rendement peuvent être expliquées, par la mauvaise conduite des cultures ainsi que les conditions climatiques.

En effet, selon BOUGHDAD (1994), les superficies, les productions et les rendements de la fève varient d'une année à une autre, suivant les conditions climatiques.

7.2. Importance régionale de la culture de la fève

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

Comme la plupart des régions d'Algérie, la culture de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou s'étend sur de grandes surfaces.

Les données statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou, pour la décennie 2000-2010 sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau II : Superficie et production de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou (ANONYME, 2010).

Compagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2000-2001	767	8700	11,34
2001-2002	916	9164	10.00
2002-2003	962	8733	9.08
2003-2004	917	9260	10.09
2004-2005	890	8124	9.13
2005-2006	674	7133	10.58
2006-2007	667	7388	11.08
2007-2008	675	7440	11.02
2008-2009	727	8415	11.57
2009-2010	803	10222	12,73
Moyenne	**799,8**	**8457,9**	**10,66**

D'après le tableau ci-dessus, la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève dans la wilaya de Tizi-Ouzou de la décennie 2000-2010 est de 799,8ha. Elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi, dont la moyenne de dix années est de 8457,9qx. Nous constatons également des fluctuations du rendement, qui présente une moyenne de 10,66qx/ha.

Le rendement maximal a été noté durant la compagne agricole 2009-2010 avec 12,73qx/ha, par contre le rendement minimal est enregistré durant l'année 2002-2003 avec 9,08qx/ha, qui correspond à la plus importante superficie de 962ha. Ces variations du rendement peuvent être expliquées par la mauvaise conduite des cultures, l'alimentation irrégulière en eau, due aux conditions climatiques, ainsi que les dégâts causés par les ravageurs (insectes et acariens) et par les maladies virales et cryptogamiques de cette culture.

7.2.2. Production de la culture de la fève par rapport aux autres cultures de légumineuses alimentaires dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

La fève occupe la première place par rapport aux autres légumineuses alimentaires, avec une superficie annuelle de 65 000 hectares et une production comprise entre 20000 et 38000 tonnes (ZAGHOUANE, 1991).

La superficie occupée par la fève est très importante, ce qui traduit une production plus importante, soit 10222qx par rapport à la production des autres légumineuses (ANONYME, 2010). Le bilan de récolte (en quintaux) des légumineuses, durant la campagne agricole 2009-2010 est donné dans le tableau suivant :

Tableau III : La production (qx) des différentes cultures des légumineuses pendant la campagne agricole 2009/2010 dans la région de Tizi-Ouzou (ANONYME, 2010).

Espèces	Fèves	Pois chiches	Pois secs	Haricots secs	Lentilles	Total
Production (qx)	10222	730	171	381	56	**11560**

7.2.3. Superficie agricole utile occupée par la fève par rapport aux autres légumineuses

La superficie agricole utile occupée par les légumineuses alimentaires pendant la saison agricole 2009–2010 est présentée dans le tableau IV. Ce dernier nous montre que la superficie occupée par la culture de la fève est plus importante, que celle occupée par les autres légumineuses cultivées dans la région de Tizi-Ouzou. Cette superficie est estimée à 803 hectares au total, ce qui traduit son importance dans notre région (ANONYME, 2010).

Tableau IV: Superficie agricole utile occupée par les différentes légumineuses pendant la saison agricole 2009/2010 (ANONYME, 2010).

Espèces	Fèves	Pois chiches	Pois secs	Haricots secs	Lentilles	Total
Superficie semée (ha)	803	62	15	32	6	**918**

8. Contraintes de la culture de fève en Algérie

En Algérie la culture de la fève est soumise à un certain nombre de contraintes, qui limitent sa production, son développement et son extension. Ces contraintes sont résumées comme suit :

8.1. Contraintes abiotiques

8.1.1. Le froid hivernal et les gelées printanières

D'après MAATOUGUI (1996), c'est la principale contrainte dans la zone des Hauts Plateaux et les plaines intérieures, elle provoque la coulure des fleurs et la mortalité des plantes.

8.1.2. La sécheresse terminale

La sécheresse, caractéristique structurelle du climat sur les Hauts Plateaux et les plaines littorales à sol léger, constitue le stress abiotique le plus important, pour l'instabilité et la production de la fève (EL BOUHAMDI et SADIKI, 2002). Le faible rendement de la culture de cette espèce en Algérie est dû en grande partie à l'insuffisance des précipitations printanières et leur irrégularité (ZAGHOUANE et *al*., 2000), cette contrainte constitue un facteur limitant de la production dans les Hauts Plateaux et les plaines côtières, car la culture de la fève exige beaucoup d'eau (GERARD, 1990).

Selon GREEN et *al*. (1986), les rendements de la fève deviennent plus importants, en milieux irrigués.

8.1.3. La chaleur

C'est la plus néfaste surtout dans les zones Sahariennes, ainsi que dans les Hauts Plateaux et les plaines intérieures, dans le cas de ces dernières, c'est le Sirocco qui affecte la production de gousses et limite aussi la grosseur des graines (MAATOUGUI, 1996).

Les fortes chaleurs (au- dessus de 22-25°C de moyenne journalière) causent un arrêt de croissance, une chlorose et peuvent même anéantir complètement la végétation ; à un degré moindre, elles nuisent à la qualité du grain, le rendant précocement amer et farineux (CHAUX et FOURY, 1994).

8.1.4. La salinité

La salinité du sol est un facteur de stress osmotique très limitant pour les plantes (LAZREK et *al*., 2002). C'est une contrainte qui concerne notamment les zones Sahariennes, où les fèves sont irriguées avec des eaux assez chargées en Sodium. L'effet du sel sur les plantes et sur les propriétés physiques et chimiques du sol réduit la productivité (MAATOUGUI, 1996).

8.2. Contraintes culturales et socio-économiques

8.2.1. Les contraintes culturales

Selon ZAGHOUANE (1991), les contraintes sur la conduite culturale des fèves en Algérie se caractérisent par :

- L'insuffisance de contrôle des mauvaises herbes,
- L'absence de mécanisation,
- Les semences cultivées sont souvent vectrices de plusieurs maladies,
- L'indisponibilité de semences certifiées,
- Les prix exorbitant et l'indisponibilité des intrants, tels que : les fertilisants, les herbicides et les pesticides.

8.2.2. Les contraintes socio-économiques

Ces contraintes constituent un handicap pour le développement intensif, car le niveau de technicité des agriculteurs est insuffisant. Ces derniers sont freinés par le manque de mains d'œuvres, ainsi que son coût très élevé (ZAGHOUANE, 1991).

8.3. Contraintes biotiques

La fève est sujette à un très grand nombre de maladies cryptogamiques et aux attaques des ravageurs et parasites supérieurs.

- **Plantes parasites " l'Orobanche "**

C'est une plante holoparasite sans chlorophylle, qui dépend entièrement de son hôte, pour réaliser son cycle biologique (KHARRAT, 2002). Elle occasionne des pertes considérables, pouvant entraîner la destruction totale de la fève (KHARRAT et *al*., 2002 ; ABBES et *al*. , 2010). Cette herbe parasite a des fleurs gamopétales et appartient à la famille des Orobanchacées (CLEMENT, 1981). D'après HAMADACHE (2003), l'espèce la plus connue en Algérie est l'Orobanche spécieuse (*Orobanche crenata* Forsk).

Selon AIT ABDELLAH et HAMADACHE (1996), la fève émet des exsudats racinaires, favorisant la germination et la levée de la graine d'Orobanche à partir du mois d'avril. L'Orobanche émet aussi à son tour des suçoirs, au niveau de la racine de la fève et détourne la sève élaborée à son profit.

- **Maladies cryptogamiques**

Les principales maladies cryptogamiques qui affectent la fève sont :

La rouille: causée par *Uromyces fabae*, elle se manifeste par la présence, sur les deux faces le la feuille, de nombreuses petites pustules pulvérulentes de couleur brun-roux**,** auréolées de vert clair (CHAUX et FOURY, 1994). Elle constitue un facteur limitant pour la production des fèves dans plusieurs pays. En Algérie, les pertes de rendement en grains secs ont été estimées entre 15 et 20% (MESKINE et *al*., 2002).

Le botrytis: la maladie des taches chocolatées causée par *Botrytis fabae*, est l'une des maladies les plus dévastatrices affectant la fève (ABOU-ZEID, 2002 ; STODDARD et *al*., 2010). Les premiers symptômes sont les tâches foncé-brunes invisibles, entourées par un anneau orange-brun sur les feuilles, les fleurs et les tiges (STODDARD et *al*., 2010). RHAÏM et *al.* (2002) ont rapporté qu'une attaque sévère par celle-ci peut engendrer des pertes de rendement, allant jusqu'à 100% lorsque les conditions favorables se prolongent.

L'anthracnose : Causée par *Aschophyta fabae*, elle se manifeste par des petites tâches claires, qui évoluent en grosses tâches sur les feuilles. Cette maladie entraîne des dégâts dès la levée de la végétation et provoque l'éclatement des tiges et des gousses (PLANQUAERT et GIRARD, 1987). Elle provoque aussi des pertes en quantité et en qualité sur la fève (KHARRAT, 2002).

Le mildiou : les agents, responsables sont *Peronospora fabae* et *Peronospora viciae*. Il provoque une décoloration jaunâtre à la face supérieure des feuilles liée à la présence d'un feutrage blanc-gris à la face intérieure. Les attaques précoces de mildiou entraînent le nanisme des plantes, ainsi qu'une déformation des tiges et des pétioles (CHAUX et FOURY, 1994).

- **Sensibilité aux déprédateurs**

Les nématodes

Ditylenchus dipsaci est un nématode qui limite le développement de la culture de la fève (MAOUI et *al*., 1990). Il provoque le gonflement et la déformation de la tige, avec la décoloration des différentes parties de la plante. Les nématodes peuvent rester sous le manteau de la graine en développement, tuent celle-ci ou réduisent au moins sa vigueur et causent la souillure (ABBAD ANDALOUSSI, 2001).

Les insectes

Quelques insectes attaquent les cultures des fèves et peuvent occasionner des dégâts considérables, les plus répandus sont :

La sitone du pois (*Sitona lineatus*), est un charançon brun grisâtre, dont les adultes découpent des encoches en U sur le bord des feuilles de la fève, et leur larves vivent sous terre et se nourrissent des nodosités fixatrices d'azote, sur les racines de la fève (AVERSENQ et *al*., 2008).

Le puceron vert du pois (*Acyrthosiphon pisum*), peut compromettre toute la récolte lorsque l'infestation survient avant la floraison. Il pompe la sève et cause des pertes de rendement non négligeables et peut même transmettre des virus, qui tuent complètement la plante (BOUHACHEM, 2002).

Le puceron noir de la fève (*Aphis fabae*), c'est un puceron piqueur suceur, il vit en colonies compactes, à l'extrémité des plantes de fève. Il provoque l'enroulement, le dessèchement et la chute des feuilles (HAMADACHE, 2003). De plus, cet insecte peut transmettre plus de 30 virus pathogènes (BLACKMAN et EASTOP, 2007).

Lixe poudreux des fèves (*Lixux algerus),* ce charançon Curculionidae provoque l'affaiblissement de la plante, réduction du poids moyen des graines, ainsi que le dessèchement précoce et diminution du rendement (MAOUI et *al*., 1990).

La bruche de la fève (*B. rufimanus*), la femelle pond ses œufs sur les gousses et les larves de ce Coléoptère se développent aux dépens des graines, qui perdent leur pouvoir germinatif et leur poids (BOUGHDAD, 1994). La bioécologie de ce ravageur fait l'objet de cette présente étude.

Chapitre II

Synthèse bibliographique sur la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH.)

1. Introduction

Les Bruchidae sont des insectes extrêmement spécialisés (JOHNSON, 1981). Ils tiennent une place intermédiaire entre les Chrysomelidae et les Curculionidae (HOFFMANN, 1945 ; AUBERT, 1971).

On trouve des membres de la famille des Bruchidae sur tous les continents (hormis L'Antarctique) et en particulier dans les régions chaudes du globe, où l'on observe la plus grande diversité spécifique (KERGOAT, 2004). Avec plus de 60 genres et 1 700 espèces décrites à ce jour (SOUTHEGATE, 1979 ; JOHNSON, 1994), les bruches ne représentent qu'une minorité des 135 000 espèces de Coléoptères phytophages (KINGSOLVER, 2004).

Les adultes femelles pondent leurs œufs sur les gousses, ou les graines de leurs plantes hôtes. D'après SOUTHGARTE (1979) et JOHNSON (1981), il existe 33 familles végétales, qui peuvent servir de plantes hôtes aux Bruchidae, 84% d'entre elles sont des légumineuses.

Selon KERGOAT (2004), les bruches sont des Coléoptères de petite taille (4 mm en moyenne, mais certaines espèces peuvent atteindre 25 mm), au corps généralement trapu et de couleurs ternes (à dominante brunâtre). Les larves de ces insectes sont séminivores et se développent principalement dans des graines de Fabaceae (JOHNSON, 1981). Elles sont de type « rhynchophorien », recourbées, grasses, blanches, apodes ou pourvues d'ébauches de pattes spiniformes, glabres avec une tête sclérifiée. Elles subissent 04 à 06 mues au cours de leur évolution (HOFFMANN et *al*., 1962).

D'après ces mêmes auteurs, les Bruchidae doivent être considérées comme des insectes les plus nuisibles aux légumineuses potagères et fourragères, dont elles détruisent les graines. Elles s'attaquent aussi à d'autres végétaux sur lesquels leurs dégâts sont très secondaires. Les bruches du pois, du haricot, de la lentille et de la fève, etc.… constituent un véritable fléau.

2. Présentation de la bruche de la fève *B. rufimanus*

2.1. Origine et aire de répartition

La bruche de la fève (*B. rufimanus* BOH) est un coléoptère Bruchidae monovoltin (une seule génération par an), qui est inféodé au genre *Vicia,* notamment à la fève cultivée *Vicia faba,* qui représente sa principale plante hôte (HOFFMANN et LABEYRIE, 1962). Elle serait originaire d'Egypte (BALACHOWSKY, 1962).

Son aire de distribution géographique est très vaste, elle est rencontrée dans toute l'Europe Moyenne et Méridionale et autour du bassin méditerranéen depuis l'Algérie jusqu'à l'Egypte (LEPESME, 1944 et HOFFMANN, 1945).

D'après BISHARA et WEIGAND (1991), ses dégâts sont signalés sur le continent asiatique. Elle est aussi présente aux Iles Canaries, en Amérique et au Maroc (HOFFMANN, 1945 et BOUGHDAD, 1994).

2.2. Position systématique

Selon HOFFMANN et *al*. (1962), APPERT et DEUSE (1982), la systématique de la bruche de la fève est la suivante :

Embranchement	: Arthropodes
Sous/embranchement	: Ptérygotes
Classe	: Insectes
Section	: Néoptères
Sous/section	: Endoptérygotes
Ordre	: Coléoptères
Sous/ordre	: Phytophages
Famille	: Bruchidae
Genre	: *Bruchus*
Espèce	: *Bruchus rufimamus* BOHEMAN (1833).

2.3. Description de l'insecte

2.3.1. Les œufs

Les œufs de *B. rufimanus* sont lisses et ne présentent pas d'ornementations visibles du chorion. Ils ont un aspect gélatineux de 0,5mm de long et 0,25mm de large (BALACHOWSKY, 1962). Selon TAUPIN (2003), Ils sont déposés isolement et en nombre très variable, sur les gousses.

2.3.2. Les larves

Les larves de la bruche de la fève mesurent 5 à 6mm de long, caractérisées par une tête brune, corps blanc légèrement jaunâtre et incurvé. Leur plaque pro-thoracique présente une série de dix dents (HOFFMANN, 1945). Chez les larves du premier stade, cette plaque est sous forme de **H** et bien visible, ce qui facilite sa reconnaissance (BOUGHDAD, 1994).

Selon CASARI et TEIXEIRA (1997), elles sont sub-cylindriques en forme de **C**, leur couleur est d'un blanc ocre, dont la capsule céphalique est brun pigmenté. Elles sont ovale hypognathe, rétractée et aplatie dorso-ventralement.

2.3.3. Les nymphes

La nymphe est de couleur blanc crème, ressemble à l'adulte, mais n'a pas encore acquis sa couleur brune. La tête n'est partiellement visible que du haut (CASARI et TEIXEIRA, 1997)

2.3.4. Les adultes

Selon HOFFMANN (1945), les adultes de *B. rufimanus* mesurent en longueur 3 à 5mm. Ils présentent un prothorax un peu moins long que large, avec une tâche blanche très vague devant l'écusson, qui est de couleur blanc roussâtre au niveau de sa base, dont les angles sont aigues et divergents. Le tibia postérieur est muni d'une grande pointe à l'angle interne. Les pattes antérieures sont entièrement jaunes, les pattes médianes et postérieures sont noires, le pygidium est de couleur gris pâle.

BOUGHDAD (1994) rapporte que les mâles présentent une échancrure à la face ventrale du dernier segment abdominal, ce qui permet de les différencier des femelles (Figure 3)

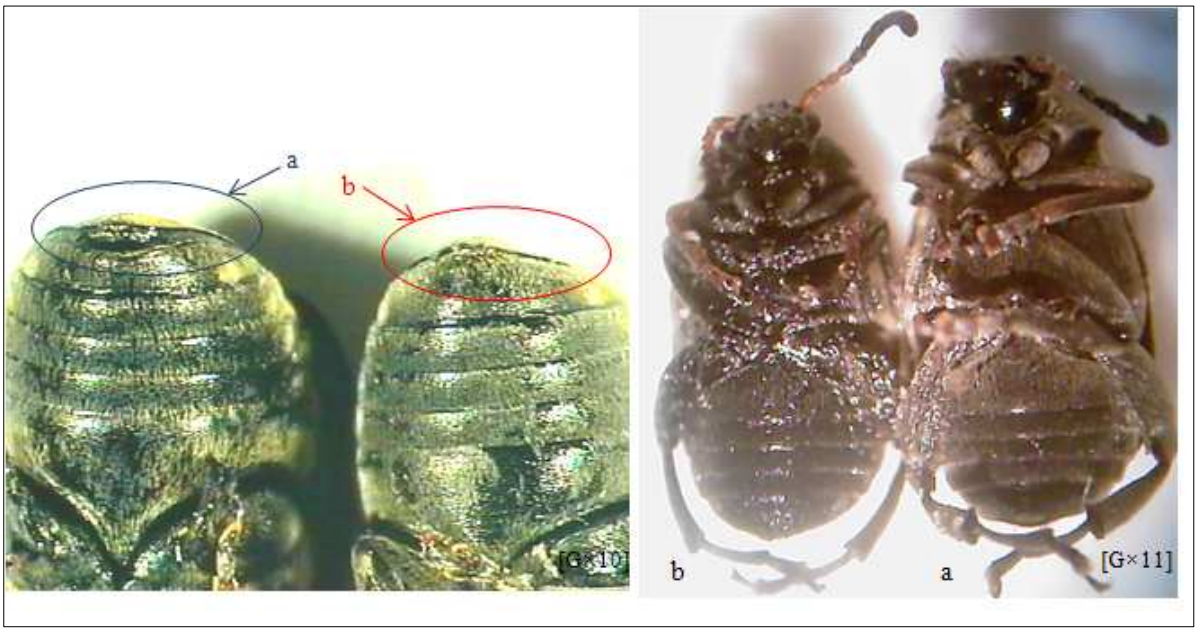


Figure 3 : Forme du dernier segment abdominal chez le mâle (a) et la femelle (b) de *B. rufimanus* (Photographies originales)

3. Biologie de *Bruchus rufimanus*

La bruche de la fève *Bruchus rufimanus* est un insecte spécialisé, il se développe au dépens des légumineuses de genre *Vicia*. *Vicia faba* représente sa principale plante hôte (JOHNSON et SLOBODOCHIKOF, 1979). Il présente un cycle biologique annuel, strictement dépendant de celui de sa plante hôte (FRANSSEN, 1956).

Par ailleurs, et contrairement aux bruches polyvoltines inféodées aux denrées stockées, son activité reproductrice est limitée à la période de végétation et de fructification de la fève. En dehors de cette période, l'insecte est en état de diapause imaginale appelée diapause reproductrice. Il passe l'hiver dans différents sites naturels (écorces d'arbres et les lichens), ou dans divers abris des entrepôts de stockage (YAO et YANG, 1985 ; HUIGNARD et *al*., 1990 ; CHAKIR, 1998) ou dans les graines de fève et de féverole, comme l'ont indiqué FRANSSEN (1956) et KAMEL (1982). Les adultes quittent les sites de diapause à la fin de l'hiver ; l'accroissement de la température joue un rôle prédominant.

La diapause reproductrice a été particulièrement bien étudiée chez les insectes, dont elle peut affecter les divers stades vitaux de l'œuf à l'adulte. Chez les adultes de certaines espèces, la diapause est marquée par un arrêt du développement des organes reproducteurs, qui se caractérise par un arrêt de l'activité reproductrice et s'accompagne de modifications éthologiques, physiologiques, anatomiques et biochimiques complexes (DENLINGER et *al.*, 2005). Ces adaptations facilitent le maintien des populations d'insectes, lorsque les conditions favorables à la reproduction et au développement des adultes ne sont pas réunies (TAUBER et TAUBER, 1976 ; CHIPPENDALE, 1982 ; TAUBER et *al.*, 1984).

Le déterminisme et les implications physiologiques de cet arrêt, diffèrent notamment selon qu'il s'agisse de la diapause qui équivaut à une phase de vie ralentie ‹‹ caractère obligatoire›› ou qu'il s'agisse de la quiescence simple blocage fonctionnel immédiatement réversible au retour des conditions favorables (SACCHI et TESTARD, 1971).

DUPONT (1990) précise le moment de la levée de la diapause reproductrice chez *B.rufimanus* ainsi que le comportement des adultes dans les cultures. Selon cet auteur, les populations d'adultes sont très abondantes dans les cultures et constate qu'au cours de trois années successives, la plupart des pieds de fèverole ont reçu la visite d'adultes de *B.rufimanus*.

Le phénomène de ponte est conditionné par l'état végétatif des fèves dans les cultures. La ponte a lieu sur les gousses vertes de la plante hôte et le développement larvaire se déroule exclusivement, à l'intérieur des graines lors de la maturation (BOUGHDAD, 1996).

3.1. Modifications physiologiques

Chez les femelles de *B. rufimanus* en diapause, les organes reproducteurs sont non fonctionnels et ne manifestent aucune phase vitellogenèse. Chez les mâles, la lumière des glandes annexes ne contient pas de sécrétion et leur diamètre est inférieur à celui des mâles sexuellement actifs (TRAN, 1992).

3.2. Modifications biochimiques

D'après CHAKIR (1998), la quantité de corps gras, est abondante chez les adultes diapausants, et relativement plus faible chez *B. rufimanus* sexuellement actifs. Elle diminue avec le déroulement de l'activité reproductrice. De même, la concentration des protéines totales et de proline dans l'hémolymphe semble évoluer avec la quantité de corps gras. Elle est relativement importante chez les adultes diapausants et connaît une réduction chez les adultes devenus sexuellement actifs.

3.3. Modifications comportementales

Chez les Bruchidae, les observations de WALKELAND (1934) et GENDUSO (1978) montrent que les adultes diapausants émergeant des graines au cours de l'été présentent un comportement migrateur (ils gagnent très rapidement les sites d'hivernation). En effet, des adultes de *B. rufimanus* ont été signalés dans des bosquets, sous les écorces des arbres ou sous les touffes de mousse durant la période hivernale dans la région centre en France (DUPONT, 1990) et sous les écorces d'eucalyptus au Maroc (CHAKIR, 1998). Ces adultes quittent les sites de diapause et gagnent les cultures de fève et de féverole, lors de la phase de floraison de ces légumineuses pendant le printemps.

5. Dégâts causés par *B. rufimanus* sur la fève (Figure 4)

B. rufimanus est un insecte qui vit aux dépens de graines de *V. faba* (LAHMAR, 1987). Les dégâts causés par ce Coléoptère sont plus importants sur les fèves et fèveroles de printemps, car il est sensible aux conditions météorologiques, les périodes sèches et chaudes lui sont favorables (TAUPIN, 1985 ; BERNE et DARDY, 1987). Ces dégâts se situent au moment de la fructification. Les larves constituent l'état nuisible de la bruche, car elles s'alimentent au dépens des réserves cotylédonaires des graines (MOUHOUCHE, 1997).

5.1. Pertes pondérales

Selon BOUGHDAD (1996), les pertes sont occasionnées en fonction du nombre de bruches adultes, développées par graines et de l'intensité de l'infestation des graines. Elles dépendent aussi du poids sec de la graine aux dépens de laquelle s'est développée la larve. En effet, les pertes moyennes en poids sec des cotylédons sont de 2,84%, pour les graines avec une seule bruche, 5,87% avec deux bruches, 8,27% avec trois bruches, 11,40% avec quatre bruches et 14,5% pour les graines avec cinq bruches.

5.2. Pertes de germination

CHITTENDEN (1912) cité par BALACHOWSKY (1962) a estimé que le pouvoir germinatif des graines est fortement diminué par les galeries larvaires. Il est de 60% lorsqu'il existe une seule galerie larvaire, et n'est plus que de 45% quand on en observe deux.

MEDJDOUB-BENSAAD (2007) rapporte que le taux de germination diminue au fur et à mesure que le nombre de bruche par graine augmente. Il serait de 84% pour les graines avec une bruche, 76% pour les graines avec 2 bruches et 58% pour les graines avec 03 bruches.

5.3. Dépréciation des graines

B. rufimanus provoque la dépréciation gustative et la qualité commerciale des graines de *V. faba* (BALACHOWSKY, 1962 ; BOUGHDAD, 1994). Ces dégâts gênent considérablement la vente du produit, le seuil toléré à l'exportation et l'industrie agro-alimentaire en France est fixé de 2 à 3% des graines bruchées. Ce seuil est de 10% pour l'alimentation animale (BERNE et DARDY, 1987 ; BOUGHDAD, 1994).

5.4. Baisse du rendement

Selon SADOU (1998), une graine bruchée donne un rendement inférieur, à celle d'une graine saine qui, malgré une infestation par la bruche au niveau du champ, à la récolte, le rendement est peu affecté, ce n'est qu'au niveau des stocks que les baisses vont se révéler. Ces graines bruchées vont affecter le rendement de l'année suivante.

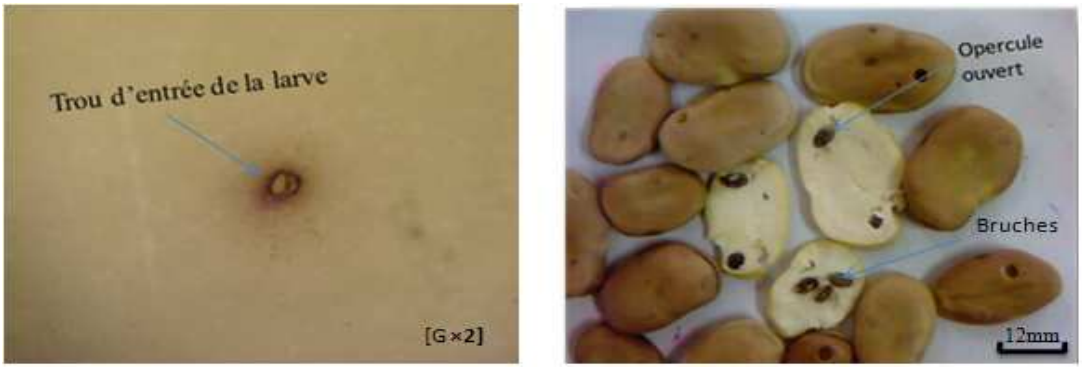


Figure 4 : Les dégâts causés par *B. rufimanus* sur les graines de *V. faba* (Originales).

6. Méthode de lutte contre *B. rufimanus*

6.1. Lutte préventive

Au départ, il est préconisé de ne pas répéter trop souvent la culture de la fève ou fèverole dans le même terrain, d'utiliser des graines saines ou les désinsectiser, de maintenir les locaux de stockage clos ou piéger les adultes à leur sortie, ou semer les graines âgées de deux années (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007).

LABEYRIE et MAISON (1954) pensent que les associations culturales entre céréales et une légumineuse, telles qu'elles sont pratiquées en Amérique de Sud et en Afrique peuvent limiter la contamination des gousses de légumineuses, par les Bruchidae.

6.2. Lutte curative

6.2.1. Lutte physique

D'après KUMAR (1991), la lutte physique signifie l'élimination du ravageur ou la détérioration physique de l'environnement de manière à le rendre inhospitalier ou inaccessible pour l'insecte.

Selon BALACHOWKY (1962), la diminution de l'humidité des graines de fève après les avoir passer dans un four chauffé à une température comprise entre 55°C et 60°C, pendant 30 minutes, défavorise le développement des bruches, même si elles ne sont pas tuées à la sortie de ce four. Cette méthode n'altère pas le pouvoir germinatif des graines.

SERPEILLE (1991) indique que le maintien des entrepôts de stockage à (-1°C) pendant un mois, entraîne la mortalité des adultes. L'utilisation du froid est un bon préventif, car à 2°C le développement des insectes est temporairement arrêté.

6.2.2. Lutte chimique

En absence de toute autre possibilité de protection, la lutte chimique parait donc nécessaire (BALACHOWSKY, 1992). Elle est indispensable pour contrôler efficacement les dégâts de la bruche de la fève au champ (SERPEILLE, 1991).

TAUPIN (2003) estime que la lutte contre *B. rufimanus* au niveau des champs doit obligatoirement viser les adultes. Tous les traitements doivent être réalisés, lorsqu'il y a eu au moins deux jours de très beau temps, et aux heures chaudes de la journée il recommande d'utiliser 02 matières actives efficaces, qui sont l'endosulfan et la bifenthrine.

Selon BOUGHDAD (1996), des essais de lutte chimique ont été réalisés au Maroc par MALAM (1989) mais sans succès. De cela, on peut conclure que la lutte, telle qu'elle est appliquée par ces auteurs n'est pas suffisante pour limiter les dégâts causés par *B.rufimanus*. Le combat contre cet insecte est très difficile (BERNE et DARDY, 1987).

Un test d'efficacité utilisant cinq produits sur les différents stades de développement de *B. rufimanus* montre que parmi ces matières seules, l'amitraze (4 ml/l) et le méthomyl (9,38 ml/l) possèdent une efficacité satisfaisante avec un pourcentage de mortalité des œufs de 54,31% et 49,14%, respectivement (MOUHOUCHE et SADOU, 2001).

6.2.3. Ennemis naturels

Selon HOFFMANN (1945), les ennemis naturels de la bruche de la fève sont peu nombreux. CHITTENDEN (1912) cité par BALACHOWSKY (1962) signale trois Hyménoptères Braconidae : *Sigalphus pallipes* Nees., *S.thoracicus* Curt. *et Chremylus rubigunosus* Nees. parasites de *B. rufimanus*. Il signale aussi la destruction d'œufs par l'Acarien *Pediculoides ventricosus* New. et Reduviidae : *Zelus renardii* Kol. FRANSSEN (1956) signale un autre Braconidae : *Sigalphus gibberosus* Szelp. au Pays Bas.

Selon BOUGHDAD (1994) ce sont les parasitoides, qui exercent l'impact régulateur le plus fort. *Sigalphus thoracicus* est considéré comme le Braconidae qui occasionne les plus fortes mortalités chez les larves âgées et les nymphes. Son action intervient après les dégâts de la bruche, mais se répercute sur ces générations futures.

Dans la région de Tizi-Ouzou, *Triaspis luteipes* (Hymenoptera : Braconidae) réduit l'action du ravageur, avec un taux de parasitisme de 3,31% ; 7,44% et 0,9% noté durant les années agricoles 2002, 2003 et 2004 respectivement (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007).

Des huiles essentielles testées contre *B. rufimanus* à savoir l'huile de nigelle et de moutarde ont montré leur efficacité, avec des taux de mortalité cumulé de 74,2% et 60,1% respectivement. Ces huiles montrent également une activité répulsive, hautement significative contre ce ravageur (SABBOUR et E-ABD-EL AZIZ, 2007).

Chapitre III

Bioecologie de la bruche de la fève (*B. rufimanus*) dans des parcelles de variétés de fèves différentes (*V. faba major*) et de féverole (*V. faba minor*) dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou).

Première partie : Dynamique des populations de *B. rufimanus*

1. Introduction

La bruche de la fève *B. rufimanus* est le principal phytophage attaquant les graines de cette légumineuse. Son cycle biologique annuel est strictement lié à sa plante hôte *V. faba*. La colonisation des cultures doit se faire nécessairement par des adultes à partir des sites d'hivernation comme les écorces d'arbres, les lichens, les anfractuosités du sol et les entrepôts de stockage (HOFFMANN et *al.*, 1962 ; DUPONT et HUIGNARD, 1990) ou à partir des graines non désinsectisées, qui hébergent encore des bruches vivantes lors du semis (DUPONT et HUIGNARD, 1990).

Dans cette partie de notre étude, nous avons jugé primordial d'examiner les processus d'infestation des fèves au champ, par cette bruche. Nous nous proposons ainsi de décrire le déroulement de la colonisation des fèves et de l'infestation des gousses des différentes variétés de *V. faba* major, ainsi que de la féverole.

Il sera tenté, à travers ces observations, de dégager les caractéristiques bioécologiques de ce ravageur liées aux conditions particulières de nos agrosystèmes et les facteurs susceptibles de favoriser sa dynamique, d'un point de vu pratique. La connaissance de ces facteurs permettra d'entreprendre une lutte appropriée contre *B.rufimanus*.

2. Présentation de la zone d'étude

Pour effectuer notre travail, nous avons semé trois parcelles de variétés de fèves différentes et une parcelle de féverole, d'une superficie d'environ 50m^2 chacune dans la même station dans la région de Tizi-Rached (Taboukert), durant la compagne agricole 2010-2011.

2.1. Situation géographique (Figure 5)

Nos parcelles d'étude sont situées à Taboukert, localisées dans la région de Tizi-Rached sise dans la vallée du Sébaou à 20 km à l'Est de la ville de Tizi-Ouzou, à une altitude de 200m. Elles sont délimitées au Nord, à l'Est, au Sud et à l'Ouest par des champs de cultures. Le terrain présente une exposition Est et une pente d'environ 30%. Le sol est de type limono-argileux.

Figure 5 : Situation géographique de la région d'étude (Source : Google map, 2011).

1.2. Facteurs climatiques

Le climat joue un rôle essentiel dans les milieux naturels. Il intervient en ajustant les caractéristiques écologiques des écosystèmes (RAMADE, 1993).

En effet, le climat intervient sur la physiologie des végétaux, réglant la phénologie des plantes. Ce qui, par contre coup, peut avoir une influence sur le comportement des insectes (AOUAR-SADLI, 2009).

Les facteurs écologiques, en particulier ceux en rapport avec le climat n'agissent jamais de façon isolée, mais simultanément. L'étude de chacun de ces facteurs représente une approche indispensable pour la compréhension des phénomènes écologiques (RAMADE, 1984).

DAJOZ (1982) rapporte que les êtres vivants ne peuvent se maintenir qu'entre certaines limites bien précises de certains facteurs climatiques. Parmi ces derniers les plus importants il faut citer : la température, l'humidité relative de l'air, les pluviométries et les vents, aussi bien dominants que particuliers comme le Sirocco.

a. Températures

La température est l'élément le plus important du climat, étant donné que tous les processus métaboliques en dépendent (DAJOZ, 2006). Elle caractérise, avec l'humidité de l'air et le sol, le microclimat du biotope (TURMEL et TURMEL, 1977). Ce facteur agit directement sur les activités biologiques et écologiques des êtres vivants, il contrôle leur croissance, leur répartition et leur activité locomotrice.

Les valeurs des températures moyennes mensuelles (en °C) enregistrées durant la période d'étude sont présentées dans le tableau V (voir annexe) et la figure suivante :

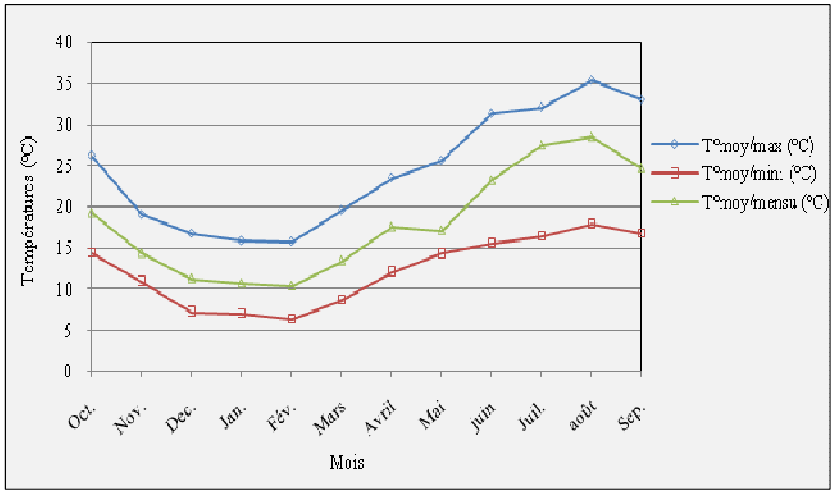


Figure 6: Variation des températures moyennes mensuelles, maxima et minima d'octobre 2010 à septembre 2011 (O.N.M.T.O., 2011)

D'après ces données, les températures moyennes les plus basses surviennent en janvier et février, avec respectivement 10,6 et 10,3°C, tandis que les plus élevées sont notées durant les mois de juillet et août, avec respectivement 27,5 et 28,5°C.

b. Humidité relative de l'air

L'humidité est la quantité de vapeur d'eau qui se trouve dans l'air (DREUX, 1980). Elle est considérée comme un facteur climatique important, qui ne peut être séparé des autres paramètres qui l'accompagnent telle la température (BOUSSAD, 2006), qui interfèrent sur les organismes vivants.

Selon DAJOZ (1985), l'humidité a une influence sur la longévité et la vitesse du développement des espèces, sur la fécondité et le comportement.

Les valeurs de l'humidité relative moyenne (en %) enregistrées durant la période d'étude sont présentées dans le tableau VI (voir annexe) et la figure 7.

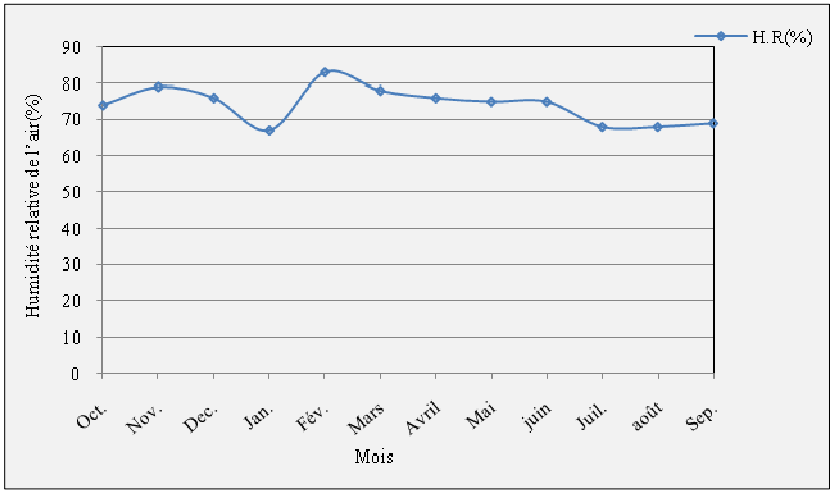


Figure 7: Variation des moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) d'octobre 2010 à septembre 2011 (O.N.M.T.O., 2011)

Le mois le plus humide est février avec la valeur de 83%. Par contre, janvier est le mois le plus faible en humidité avec un taux de 67%.

c. Pluviométries

La pluviométrie constitue un facteur écologique fondamental car l'activité trophique et reproductrice des êtres vivants sont influencées par ce facteur. RAMADE (1990) rapporte qu'en méditerranée le régime des précipitations est hivernal. Les pluies annuelles tombent surtout durant les trois mois d'hiver.

Les moyennes mensuelles des pluviométries (en mm) enregistrées pour la région de Tizi-Ouzou, durant la période d'étude sont présentées dans le tableau VII (voir annexe) et la figure ci-dessous :

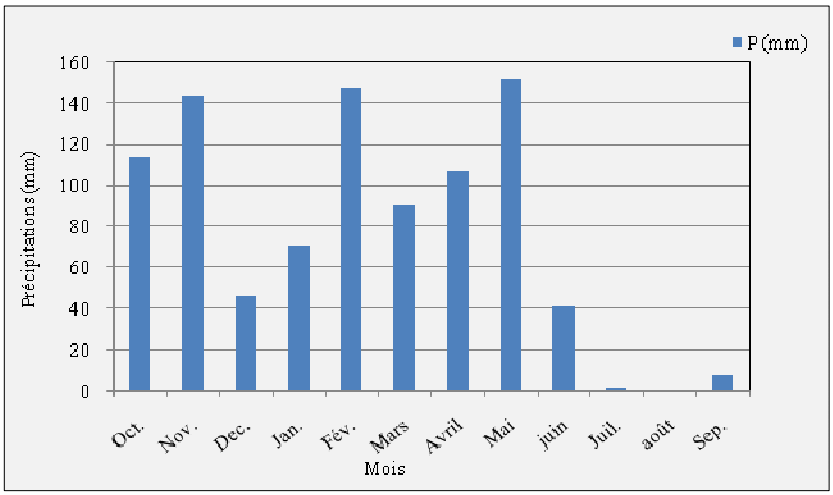


Figure 8 : Variation des moyennes mensuelles des pluviométries (en mm) d'octobre 2010 à septembre 2011 (O.N.M.T.O., 2011)

D'après la figure 8, notre région a reçu une bonne quantité de pluie durant les mois de février (146,9mm) et mai (151,9mm). Une faible quantité est enregistrée durant le mois d'août avec 0,2mm. Durant notre période d'étude nous avons enregistré un total de 612,2mm de pluies, ce qui est favorable au développement de la plante hôte *V. faba*.

d. vent

Le vent a des propriétés très variables selon son origine, sa vitesse et le milieu dans lequel il souffle (KLEIN et SANSON, 1925). Selon SELTZER (1946), le vent fait partie des facteurs les plus caractéristiques du climat, sa force est estimée d'après une échelle télégraphique dont les degrés sont les suivants : **0-1**vent calme, **1-2** vent faible, **2-3** vent modéré, **5-6** vent assez fort, **7-8** vent fort, **> 9** vent violent.

Les moyennes mensuelles de la vitesse du vent (en m/s) enregistrées pour la région de Tizi-Ouzou, durant la période d'étude sont présentées dans le tableau VIII (voir annexe) et la figure suivante :

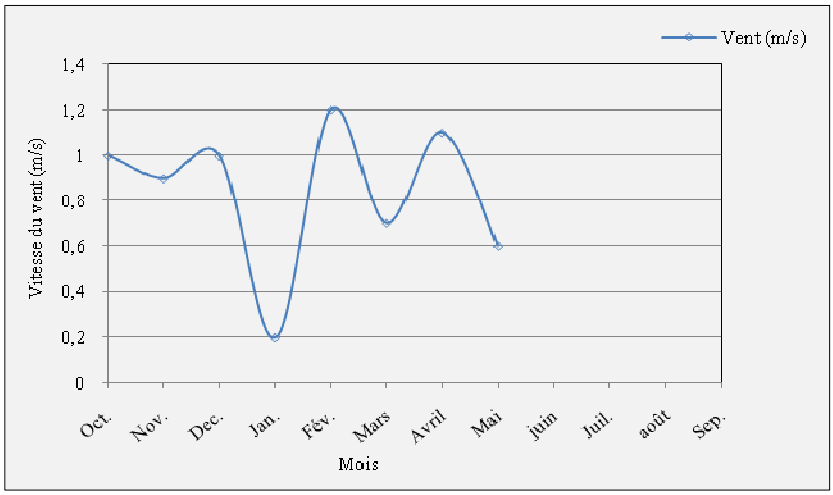


Figure 9 : Variation des moyennes mensuelles de la vitesse du vent (en m/s) de d'octobre 2010 à septembre 2011 (O.N.M.T.O, 2011)

Durant la période d'étude la vitesse du vent varie entre 0,2 et 1,2 m/s.

La région d'étude est caractérisée par un climat subhumide à hiver tempéré (LARDJANE-HAMITI, 2009). En année normale, les pluies commencent à tomber en général à partir des mois de Septembre-Octobre

e- Neige

Durant la période d'étude, nous n'avons pas noté des chutes de neige dans la région.

3. Matériels et techniques d'étude

Notre étude a été réalisée dans trois parcelles de variétés de fève différentes (*V. faba* major) à savoir la Séville, l'Aguadulce et la Muchaniel, et une parcelle de Féverole (*V. faba* minor), d'environ 50m^2 chacune dans la même station. Les parcelles sont semées de gauche à droite comme elles ont été citées, de manière rectiligne et distantes entre elles de 6m. La plantation de la légumineuse est effectuée en ligne, au niveau de chaque parcelle. Les graines semées sont écartées entre elles de 30cm, de façon à ce que les tiges soient réparties régulièrement dans chaque parcelle. Les graines proviennent des récoltes antérieures des agriculteurs (récolte 2009-2010), sans qu'elles soient désinsectisées et aucun apport en fertilisant n'a été fourni aux différentes parcelles.

Les différentes observations ont été réalisées sur 10 pieds sélectionnés par la méthode d'échantillonnage, complètement aléatoire au niveau de chaque parcelle.

Le choix des pieds : Méthode d'échantillonnage

Pour les enquêtes par échantillonnage, la première façon de constituer l'échantillon consiste à choisir une à une, et indépendamment les une des autres, chacune des unités (les pieds de fève) qui seront observées, en donnant à toutes les unités de la population des chances égales d'être choisis. La constitution d'échantillon de ce type peut être réalisée en numérotant, de façon continue toutes les unités de la population et en choisissant « au hasard » le nombre voulu de numéros, par tirage au sort.

Pour assurer le caractère aléatoire et simple du prélèvement d'un échantillon à l'aide de tables de nombre aléatoires, on associe tout d'abord à chaque individu de la population, un ou plusieurs groupes de chiffre. On lit ensuite les nombres figurant dans la table, à partir d'un point de départ et dans un ordre arbitrairement choisi, et on inclut dans l'échantillon les individus, dont les numéros apparaissent ainsi (DAGNELIE, 1992).

3.1. Observation au champ

3.1.1. Suivi de la Phénologie de la plante hôte

La phénologie de la plante *V. faba* est suivie depuis la période végétative, jusqu'à la période de fructification. Sur les 10 pieds échantillonnés, une seule tige par pied de fève échantillonné est marquée, et chaque semaine nous notons la longueur de ces tiges, le nombre d'inflorescences et le nombre d'étages de gousses, présents sur chaque tige.

Dès que les gousses apparaissent nous prélevons une fois par semaine 10 gousses issues des premières inflorescences et qui sont situées à la base des tiges (strate basse) et 10 gousses formées tardivement à partir des dernières inflorescences, situées en haut des tiges (strate haute). Leur taille est notée à l'aide d'une règle graduée.

3.1.2. L'insecte ravageur *B. rufimanus*

3.1.2.1. L'activité des adultes

Nous procédons chaque semaine à la capture des adultes de *B. rufimanus* présents dans les parcelles, le matin avant que la température ne dépasse 15°C, ce seuil correspond à la température d'activité imaginale de l'insecte.

Les adultes sont recherchés manuellement au niveau des fleurs, les feuilles, les cornets foliaires et les autres parties de la plante, ensuite ils seront dénombrés et sexés au laboratoire.

3.1.2.2. Suivi de la ponte et de l'infestetion des gousses

La période de ponte de *B. rufimanus* sur les gousses de *V. faba* se déroule durant toute la phase de fructification de la plante hôte. À chaque date d'observation dix gousses de la strate basse et dix de la strate haute sont ramenées au laboratoire, pour déterminer le nombre d'œufs présents sur chacune, à l'aide d'une loupe binoculaire.

À chaque observation, il n'est pas possible de différencier les œufs déposés le jour même et ceux déposés précédemment. Nous avons donc opté pour une analyse cumulative des pontes.

Au cours du suivi, un certain nombre d'œufs peuvent se décoller du péricarpe de la gousse après la pluie, ou être détruits par les prédateurs.

Le suivi de l'évolution de ponte est effectué en fonction du temps, du nombre d'adultes et de la taille des gousses.

3.2. Etat reproducteur des adultes de *B. rufimanus*

Les adultes capturés sur le terrain tout au long de la période d'étude sont ramenés au laboratoire. Leur sexe est déterminé, ensuite ils seront disséqués et les organes reproducteurs sont observés sous une loupe binoculaire, afin d'étudier leur stade de développement et de différencier ainsi, les adultes sexuellement actifs et ceux en diapause reproductrice.

Chez les mâles, la présence des glandes annexes fonctionnelles est un critère qui permet de distinguer les mâles sexuellement actifs. Par contre, chez les femelles c'est la présence d'ovocytes, en cours de vitellogenèse dans les ovarioles, qui indique qu'il y a eu induction de l'activité ovarienne.

4. Résultats et discussion

4.1.Résultats

4.1.1. Phénologie de la plante hôte

3.1.1.1. Evolution temporelle de la taille moyenne des tiges

Le tableau IX (voir annexe) et la figure suivante présentent la taille moyenne des tiges échantillonnées (en cm) :

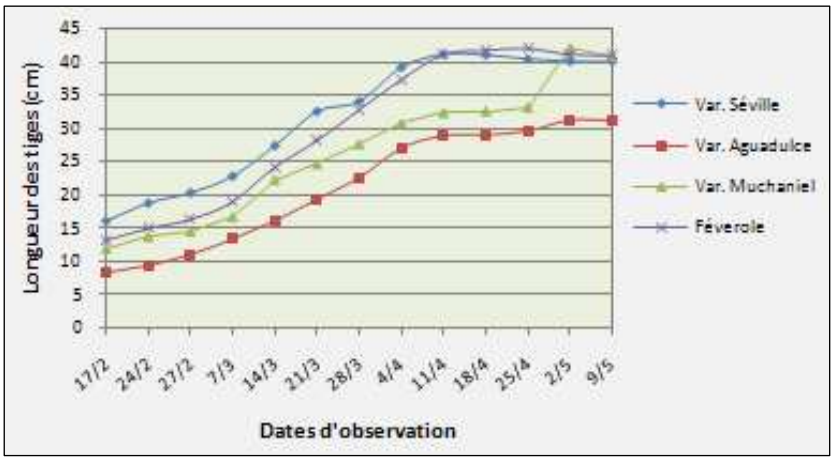


Figure 10 : Evolution temporelle de la longueur moyenne des 10 tiges échantillonnées dans les différentes parcelles d'étude (en cm)

Dix semaines environ après le semi, qui est réalisé le 10 décembre 2010 pour toutes les variétés de fèves et la féverole, les tiges de la parcelle à variété Séville, Aguadulce, Muchaniel et la parcelle à Féverole ont atteint une hauteur moyenne respective de 16±3,2cm, 8,3±2,3cm, 11,9±1,9cm et 13±2,1cm. D'après la figure ci-dessus, nous constatons que la croissance des tiges est progressive, jusqu'à ce qu'elle atteint son maximum moyen respectif de 41,1±7,1cm, 31,1±6,7cm, 41,9±6,5cm et 42,0±6,4cm, enregistré le 11 avril, 2 mai, 2 mai et 25 avril, respectivement. Après ces différentes dates, la croissance se stabilise. D'après les résultats obtenus, la bonne croissance des tiges est due aux conditions climatiques favorables, notamment les températures et la pluviomérie. En effet, nous avons enregistré des quantités de pluies importante, durant les mois de février et mai avec 146,9 et 151,9mm respectivement.

4.1.2. Effectifs et activité des adultes de *B. rufimanus*

4.1.2.1. Evolution temporelle du nombre d'adultes capturés en fonction de la période de floraison et de fructification de *V. faba* dans les différentes parcelles

Les résultats sont présentés dans les tableaux X, XI, XII et XIII (voir annexe) et la figure 11

4.1.2.1.1. Parcelle à variété Séville (Figure 11a)

Dans cette parcelle, les premières fleurs sont apparues vers la fin du mois de février où nous avons observé 0,7±0,6 inflorescences en moyenne. La pleine floraison est atteinte le 14 mars avec 4,5±0,8 inflorescences par tige, ce nombre régresse progressivement, pour s'annuler durant la 2ème semaine du mois d'avril. La floraison de la fève s'est échelonnée sur un mois et 5 jours.

Les jeunes gousses issues des premières inflorescences sont apparues le 28 mars, avec un nombre moyen d'étage de gousses de 2,4±1,5 étages par tige échantillonnée. Ce nombre augmente pour atteindre un pic de 2,6±1,5 étages en moyen le 11 avril. A partir de cette date le nombre moyen d'étages de gousses diminue progressivement.

L'arrivée des adultes de *B. rufimanus* dans cette parcelle a été tardive, les premières bruches sont capturées le 14 mars, à deux semaines environ après le début de floraison. À cette date la photophase est de 9h58mn (Tableau X en annexe), alors que la température moyenne journalière est de 16,80°C. Cette apparition coïncide avec le maximum d'inflorescences, qui leur sert de substrat trophique. Nous avons capturé durant cette journée un total de 14 adultes, dont 10 sont des mâles. L'effectif total est noté le 28 mars avec 31 bruches ; 17 mâles et 14 femelles, lorsque la longueur du jour est 10h20 avec une température moyenne journalière de 13,80°C. Ce qui coïncide avec le début de formation des gousses, qui leur sert de substrat de ponte. Dans cette parcelle nous avons capturé un total de 84 bruches, dont 54 sont des mâles (Sexe ratio=0,64).

A partir du 18 avril, nous avons observé une absence totale des adultes dans la parcelle, ce qui correspond à la fin de la colonisation de ce ravageur et qui est due, d'une part à l'absence des fleurs, malgré la présence des gousses et d'autre part à la fin de l'activité reproductrice de l'insecte.

4.1.2.1.2. Parcelle à variété Aguadulce (Figure 11b)

Dans cette parcelle, la floraison de la fève s'est échelonnée sur un mois et 4 jours. Elle a débuté vers la fin de la première semaine du mois de mars, avec une moyenne de 0,4±0,7 inflorescences par tige. La pleine floraison est atteinte le 28 mars avec 4,3±1,0 inflorescences. A partir de cette date, le nombre moyen d'inflorescences diminue progressivement, en raison de la formation des gousses, pour s'annuler durant le début de la 3ème semaine du mois d'avril.

Les premières gousses sont apparues le 28 mars avec un nombre moyen d'étages de gousses de 1,3±1,4 étages par tige échantillonnée. Ce nombre augmente, pour atteindre un pic de 2,3±0,48 étages en moyenne le 11 avril. A partir de cette date, le nombre moyen d'étages de gousses diminue progressivement.

La colonisation de la parcelle par les adultes de *B. rufimanus* a été tardive aussi dans cette parcelle, les premières bruches sont capturées le 14 mars avec 2 individus ; un mâle et une femelle, une semaine après le début de floraison. Ce nombre augmente pour atteindre un pic de 21 mâles et 16 femelles notés le 28 mars, ce qui coïncide avec la pleine floraison, qui leur sert de substrat trophique et le début de formation des gousses, qui leur sert de substrat de ponte. A cette observation, la photopériode est de 10h20mn (Tableau XI en annexe) avec une température moyenne journalière de 13,80°C. Le nombre de bruches diminue de plus en plus, 9 individus sont capturés le 4 avril, 4 individus le 11 avril et un seul individu est capturé le 18 du même mois. Cette diminution est due à la raréfaction des fleurs, à la maturation des gousses et probablement, à la fin de l'activité reproductrice du ravageur. A partir du 25 avril, aucune bruche n'a été observée ou capturée dans la parcelle où nous avons comptabilisé 61 adultes au total, dont 33 sont des mâles (Sexe ratio=0,54).

4.1.2.1.3. Parcelle à variété Muchaniel (Figure 11c)

Les premiers bouquets floraux sont observés le 27 février à raison de 0,6±0,7 inflorescences par tige en moyenne. Ce nombre augmente pour atteindre un maximum le 14 et le 21 mars, avec respectivement 3,6±1,0 et 3,6±0,9 inflorescences. Ce dernier diminue progressivement pour s'annuler au cours de la deuxième semaine du mois d'avril en raison de la formation des gousses. La durée de floraison dans cette parcelle est similaire à celle de la variété Séville, où elle a durée un mois et 5 jours.

La fructification de la plante hôte *V. faba* a débuté vers la dernière semaine du mois de mars où le nombre moyen d'étages de gousses est de 1,8±0,9, noté le 28 du même mois. Ce nombre augmente progressivement pour atteindre un pic le 2 mai avec 3,5±0,7 étages en

moyenne. Nous avons observé une diminution du nombre moyen d'étages de gousses le 9 mai.

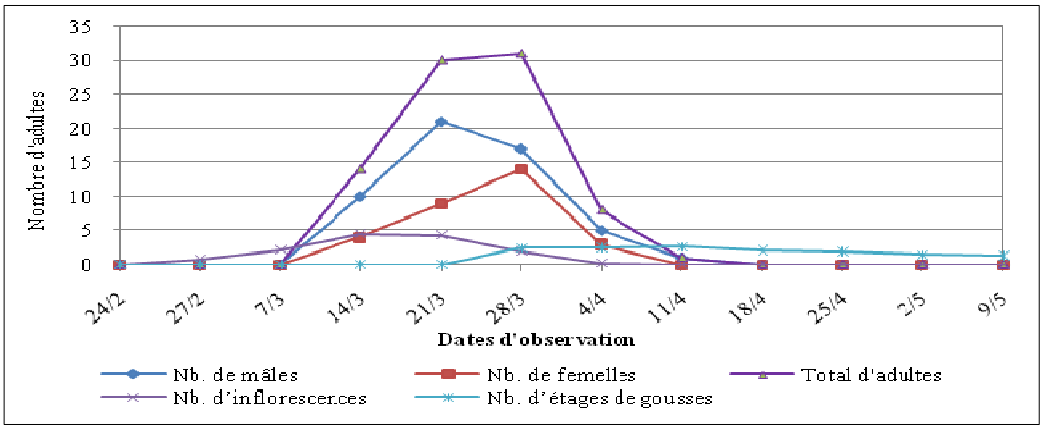
L'apparition des adultes de *B. rufimanus* dans la parcelle est identique à celle de la variété Séville notée le 14 mars, à raison de 3 mâles et 2 femelles qui coïncident avec la période de pleine floraison. Comme la Séville et l'Aguadulce, le maximum de bruches capturées est noté le 28 mars, avec 33 individus (20 mâles et 13 femelles). À cette date correspond la même température moyenne journalière pour les variétés précédentes (13,80°C). Le nombre d'adultes dans la parcelle diminue, nous avons observé 5 mâles et absence de femelles le 4 avril. A partir de cette date les bruches sont absentes dans la parcelle, ce qui est probablement du à l'absence des fleurs et diminution des étages de gousses. Nous avons comptabilisé un total de 54 individus dans cette parcelle. Le sexe ratio est de 63% en faveur des mâles.

4.1.2.1.4. Parcelle à Féverole (Figure 11d)

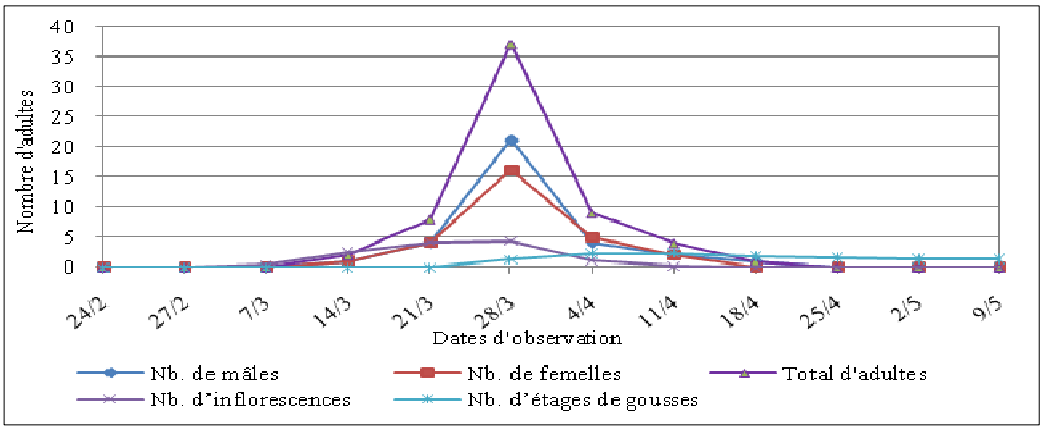
La période de floraison s'échelonne sur cinq semaines environ. Elle a débuté, comme la variété Aguadulce, le 7 mars avec une moyenne de 0,5±0,7 inflorescences par tige. La pleine floraison est observée vers la troisième semaine du mois de mars, avec une moyenne de 4,3±0,6 inflorescences par tige, notée le 21 mars. Ce nombre diminue progressivement pour s'annuler durant la deuxième semaine du mois d'avril, à raison de la formation des gousses.

Les premières gousses commencent à apparaître vers la fin mars, où le nombre d'étages de gousses est 2,4±1,5 en moyenne. Ce nombre augmente progressivement pour atteindre un maximum le 11 avril avec 5,2±1,2 étages. A partir du 18 avril, nous observons une diminution du nombre moyen d'étages de gousses.

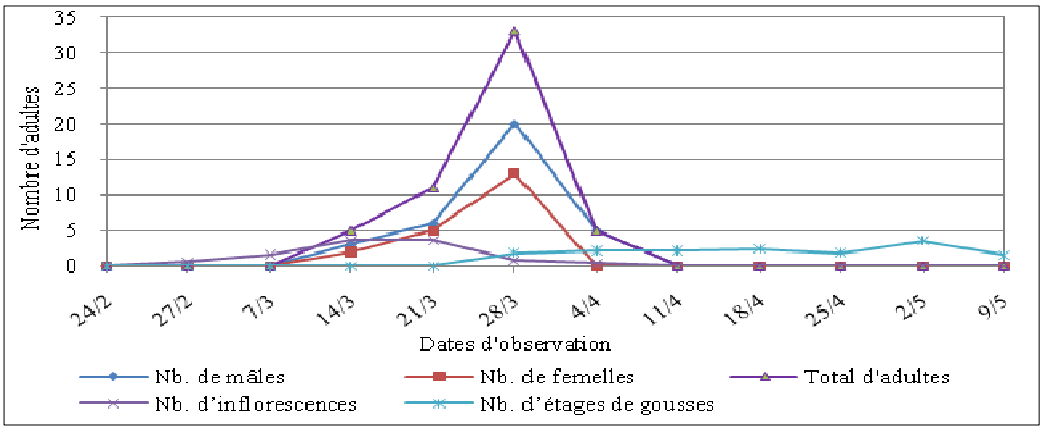
La colonisation des adultes de *B. rufimanus* dans cette parcelle a commencé le 14 mars avec 2 individus mâles, à une photopériode de 9h58mn (Tableau XIII en annexe) et une température moyenne journalière de 18,90°C. Cette température est favorable à l'activité du ravageur. L'effectif maximum est noté, comme toutes les variétés précédentes, le 28 mars avec 25 bruches, dont 14 mâles. Ce pic coïncide avec le début de la fructification. La présence des fleurs de *V. faba* et les conditions climatiques favorables, notamment les températures, dont la moyenne journalière est de 13,80°C, favorisent l'activité des bruches. A partir du 25 avril, nous avons observé une absence totale des adultes dans la parcelle où nous avons capturé 26 mâles, sur un total de 47 bruches (sexe ratio=0,55).



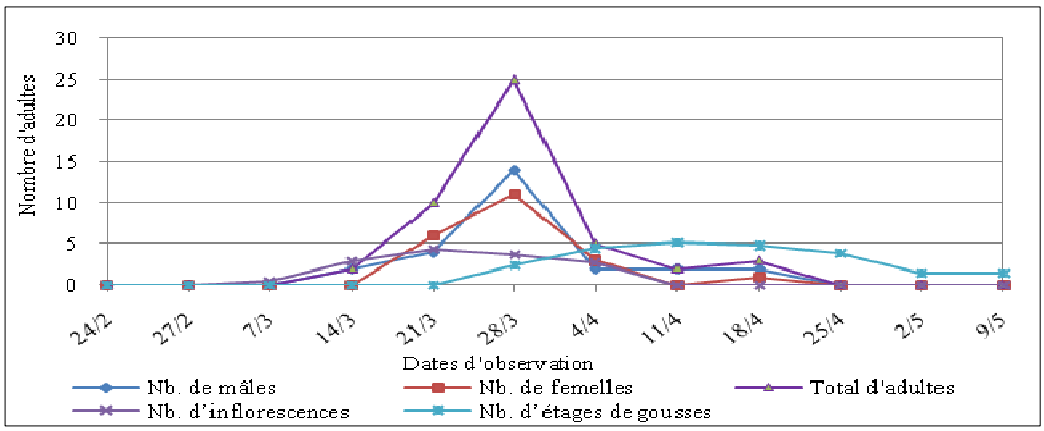
a



b



c



d

Figure 11 : Effectifs d'adultes de *B. rufimanus* capturés en fonction du nombre moyen d'inflorescences et d'étages de gousses de *V. faba* dans les différentes parcelles d'étude. a : Variété Séville, b : Variété Aguadulce, c : Variété Muchaniel, d : Féverole

4.1.2.2. Evolution spatio-temporelle du nombre d'adultes capturés sur les parties de la plante pour chaque semaine dans les différentes parcelles durant la période d'étude

Le nombre d'adultes capturés par semaine dans les cornets foliaires, les fleurs, les feuilles et les autres parties de la plante durant la période d'étude est présenté dans les tableaux XIV, XV, XVI et XVII (voir annexe) et la figure 12.

4.1.2.2.1. Parcelle à variété Séville (Figure 12a)

Le nombre d'adultes capturés de *B. rufimanus* varie dans le temps et dans l'espace. À la première semaine de notre échantillonnage, nous avons pu capturer dans cette parcelle 14 individus, dont la majorité sont des mâles trouvés dans les fleurs, suivi par les femelles également capturés dans ces dernières, avec respectivement 7 et 4 individus. Durant la troisième semaine nous avons observé un pic de 31 bruches, dont le plus important est noté pour les mâles, suivi des femelles dans les fleurs; la température moyenne enregistrée au cours de cette période est 18,60°C notée le 4 avril. Dans cette semaine, nous avons capturé 2 femelles dans les cornets foliaires et 4 dans les étages de feuilles.

Toutefois nous notons une diminution remarquable du nombre d'individus au cours de la quatrième semaine. Nous n'avons capturé qu'un seul individu mâle au niveau des feuilles.

A la dernière semaine d'échantillonnage, nous n'avons capturé aucun adulte de *B. rufimanus* dans cette parcelle, ce qui pourrait lier à la fin de la colonisation de ce ravageur.

Il est à signaler qu'aucun individu n'est capturé dans les autres parties de la plante, durant toute la période d'observation.

4.1.2.2.2. Parcelle à variété Aguadulce (Figure 12b)

Au cours des deux premières semaines, nous avons capturé 10 adultes, où le nombre de mâles est égal au nombre de femelles, au niveau des fleurs et au niveau des feuilles avec 3 et 2 individus, pour les deux sexes respectivement.

A la troisième semaine nous avons remarqué une augmentation du nombre d'individus, avec un maximum de 37 dont 13 mâles et 11 femelles capturés dans les fleurs, 7 mâles et une (1) femelle dans les cornets foliaires. À cette période la température moyenne est de 18,60°C notée le 4 avril. A partir de la quatrième semaine, nous avons noté une diminution du nombre d'adultes dans les différentes parties de la plante, pour se retrouver avec un seul individu mâle au niveau des feuilles, à la dernière semaine de notre période d'échantillonnage.

4.1.2.2.3. Parcelle à variété Muchaniel (Figure 12c)

Le nombre d'adultes de *B.rufimanus* capturés varie dans le temps et dans l'espace. Au cours de notre période d'étude, nous avons capturé 54 adultes répartis comme suit :

- 5 adultes sont capturés an niveau des cornets foliaires (3 mâles et 2 femelles)
- 35 adultes sont capturés au niveau des fleurs (20 mâles et 15 femelles)
- 13 adultes sont capturés au niveau des feuilles (9 mâles et 4 femelles)
- 1 seul adulte mâle est capturé dans les différentes parties de la plante.

Une importante diminution du nombre d'adultes est observée au cours de la quatrième semaine, avec seulement 5 individus capturés. Au cours des deux dernières semaines, nous n'avons trouvé aucune bruche.

4.1.2.2.4. Parcelle à Féverole (Figure 12d)

Durant la première semaine, nous avons capturé 2 mâles trouvés dans les fleurs. Vers la deuxième semaine, nous avons noté les adultes uniquement dans les fleurs, dont 4 mâles et 6 femelles.

Une augmentation importante du nombre d'individus capturés est enregistrée au cours de la troisième semaine d'observation, avec un pic de 25 adultes. Cela est dû probablement à l'élévation de la température durant cette période, avec 18,60°C notée le 4 avril.

L'analyse de la répartition des effectifs dans les différentes parties de la plante, au cours de cette semaine permet de dégager la structure spatio-temporelle suivante :

Le maximum d'individus est capturé dans les fleurs avec 12 mâles et 11 femelles

2 individus sont capturés dans les cornets foliaires

Aucune bruche n'est capturée dans les étages de feuilles et les autres parties de la plante

A partir de la quatrième semaine, nous notons une diminution remarquable du nombre d'adultes de *B. rufimanus* capturés. Cela est dû probablement aux jours de pluies enregistrés durant cette période le 11, 18 et 25 avril, avec respectivement 1,2, 0,5 et 43mm.

Au cours de la dernière semaine d'échantillonnage, nous avons capturé 3 individus, dont un mâle, une femelle et un mâle au niveau des autres parties de la plante, les étages de feuilles et les fleurs respectivement.

4.1.2.3. Exploitation des résultats par une étude statistique

Pour savoir s'il existe ou non de différences significatives de la dynamique des populations de *B. rufimanus* suivant les facteurs variété, sexe, leur présence sur les différentes parties de la plante et la période d'échantillonnage (semaines), nous avons eu recours à une analyse de la variance, à quatre critères de classification et le test de NEWMAN et KEULS. Il s'agit des méthodes de comparaison de moyenne de plusieurs populations, supposées de distribution normale à variance égale, résultant d'échantillons aléatoires simples et indépendants les uns des autres (DAGNELIE, 1973). Quant au test de NEWMAN et KEULS, le principe est de dégager les groupes homogènes au sein des populations étudiées. Il est basé essentiellement sur les plus petites différences significatives (PPDS) entre les moyennes obtenues. Cette analyse est réalisée, par un logiciel statistique (STAT-BOX) version 6.3

Selon DAGNELIE (1975), au seuil de signification $\alpha = 0,05$, si la probabilité calculée (P) est :

$P > 0,05 \rightarrow$ les variables montrent une différence non significative ;
$0,01 < P \leq 0,05 \rightarrow$ les variables montrent une différence significative ;
$0,001 < P \leq 0,01 \rightarrow$ les variables montrent une différence hautement significative ;
$P \leq 0,001 \rightarrow$ les variables montrent une différence très hautement significative
Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau XVIII : Activité des adultes de *B. rufimanus* selon la variété étudiée, le sexe, l'emplacement sur les différentes parties de la plante et suivant la période d'échantillonnage (moyenne±écart-type, les moyennes suivies d'une même lettre appartiennent au même groupe selon le test de NEWMAN et KEULS).

Facteurs	Niveaux	Activité des adultes (moyenne±écart-type)	ANOVA				
			S.C.E	DDL	C.M	F	Prob.
Variété	Séville Aguadulce Muchaniel Féverole	1,75±0,72 (a) 1,27±0,51 (b) 1,12± 0,31 (b) 0,98±0,44 (b)	16,10	3	5,37	4,78**	0,0057
Sexe	Mâles Femelles	1,52±0,52 (a) 1,04±0,52 (b)	11,02	1	11,02	9,81**	0,0031
Partie de la plante	Fleurs Feuilles Cornets foliaires Autres parties	3,69±0,68 (a) 0,96±0,48 (b) 0,44±0,55 (c) 0,04±0,30 (c)	390,85	3	130,28	116,05***	0
Période d'échantillonnage (semaine)	S3 S2 S4 S1 S5 S6	3,94±0,71 (a) 1,84±0,79 (b) 0,84±0,28 (c) 0,72±0,30 (cd) 0,22±0,43 (cd) 0,12±0,38 (d)	331,06	5	66,21	58,98***	0

L'analyse de la variance révèle une différence hautement significative de l'activité des adultes de *B. rufimanus,* dans les différentes variétés de fèves et la féverole (P=0,0057). Les adultes présentent une activité élevée pour la variété Séville par rapport aux autres, avec la moyenne de 1,75, suivie de l'Aguadulce, Muchaniel et Féverole avec le nombre moyen de 1,27, 1,12 et 0,98 respectivement.

L'effectif des adultes mâles et femelles répartis sur la plante hôte *V. faba* marque aussi une différence hautement significative (P=0,0031), le nombre de mâles observé est supérieur à celui des femelles avec un nombre moyen de 1,52 et 1,04 respectivement.

La dynamique des populations de ce ravageur varie de manière très hautement significative, en fonction des différentes parties de la plante hôte (P=0,0000). Les fleurs sont les plus visitées, avec un nombre moyen de 3,69 bruches, elles sont classées par le test de NEWMAN et KEULS dans le groupe (a). Cette fréquentation florale est suivie par les feuilles avec la moyenne de 0,96 bruches, elles sont classées dans le groupe (b). Par ailleurs, les cornets foliaires et les autres parties de la plante sont les moins visités, avec un nombre moyen de 0,44 et 0,04 adultes respectivement, ils sont classés dans le groupe (c).

La période d'échantillonnage (semaines) a un effet très hautement significative sur l'activité des adultes de *B. rufimanus* (P=0,0000). Le nombre d'adultes le plus élevé est noté à la troisième semaine de notre échantillonnage avec une moyenne de 3,94 individus, elle est classée par le test de NEWMAN et KEULS dans le groupe (a). Elle est suivie dans le groupe (b) et (c) par la deuxième et la quatrième semaine respectivement avec leur nombre moyen respectif de 1,84 et 0,84 adultes. Les bruches observées à la première et cinquième semaine sont classées par le test de NEWMAN et KEULS dans le groupe (cd), avec une moyenne de 0,72 et 0,22 bruches respectivement.

La plus faible activité est observée au cours de la sixième semaine avec seulement 0,12 bruches en moyenne, elle est classée dans le groupe (d).

Etude de l'interaction des différents facteurs étudiés

1. **Interaction des facteurs Variété-sexe** (Tableau XIX en annexe)

L'analyse de la variance entre ces deux facteurs Variété-sexe ne révèle pas de différence significative pour la dynamique des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus,* dans les différentes parcelles de variétés de fève et la parcelle à féverole (P=0,2288). Le test NEWMAN et KEULS est non significatif dans ce cas.

2. Interaction des facteurs Variété-partie de la plante (Tableau XX en annexe)

L'analyse de la variance de l'interaction Variété-partie de la plante**,** révèle une différence hautement significative (P=0,0045). L'activité des adultes de *B. rufimanus* la plus importante est observée dans les fleurs pour la variété Séville, avec une moyenne de 5,08 adultes, classée dans le groupe (a). Elle est suivie dans le groupe (b) par la variété Féverole, Aguadulce et Muchaniel dans les fleurs aussi, avec leurs moyennes respectives de 3,58, 3,17 et 2,92 individus. L'activité la plus faible est notée pour la variété Séville dans les autres parties de la plante.

3. Interaction des facteurs Variété-période d'échantillonnage (Tableau XXI en annexe)

L'interaction entre les deux facteurs Variété-période d'échantillonnage pour la variable activité des adultes, suivant les variétés et les différentes périodes d'échantillonnage est hautement significative (P=0,0033). A la 3ème semaine de notre échantillonnage, nous avons observé une activité élevée pour les différentes variétés de fève et la féverole, cela confirme les résultats obtenus pour chaque facteur pris séparément. En revanche la deuxième semaine est notée uniquement pour la variété Séville. D'après le test de NEWMAN et KEULS, ces activités appartiennent au même groupe homogène (a). L'activité pour la variété Séville à la première semaine est classée dans le groupe (b), idem pour toutes les activités.

4. Interaction des facteurs Sexe-partie de la plante (Tableau XXII en annexe)

L'interaction entre les deux facteurs Sexe-partie de la plante manifeste une différence significative (P=0,0498). En effet, l'activité des adultes mâle est plus élevée au niveau des fleurs (groupe homogène a), suivie des femelles également sur les fleurs (groupe homogène b), avec des nombres moyens respectifs de 4,29 mâles et 3,08 femelles. L'activité la plus faible et nulle est notée dans les autres parties de la plante, pour les femelles (groupe e).

5. Interaction des facteurs Sexe-période d'échantillonnage (Tableau XXIII en annexe)

L'analyse de la variance ne révèle pas de différences significatives entre ces deux facteurs étudiés Sexe-période d'échantillonnage (P=0,4303), c'est-à-dire la présence des bruches selon les différentes périodes d'échantillonnages, ne diffère pas de manière significative, donc le test NEWMAN et KEULS est non significatif pour cette interaction.

6. Interaction des facteurs Partie de la plante-période d'échantillonnage
(Tableau XXIV en annexe)

Il ressort de l'analyse de la variance des résultats obtenus, que la dynamique des populations de *B. rufimanus* sur les différentes parties de la plante, diffère d'une manière

très hautement significative suivant les différentes périodes d'échantillonnage (P=0,0000). L'activité des adultes est plus élevée au cours de la troisième semaine de notre échantillonnage au niveau des fleurs, avec une moyenne de 11,75 adultes (groupe homogène a), suivie aussi des fleurs pendant la deuxième et la première semaine, avec des moyennes respectives de 5,75 (groupe b) et 2,12 adultes (groupe c). La présence la plus faible de ces insectes est marquée à la première semaine, au niveau des autres parties de la plante avec une moyenne de 0,24 adultes (groupe d).

7. Interaction des facteurs Variété-sexe-partie de la plante

(Tableau XXVa et XXVb en annexe)

L'activité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* varie de façon non significative dans les différentes variétés de *V. faba major* et *V. faba minor,* suivant les parties de la plante (P=0,1699), le test de NEWMAN et KEULS est non significatif dans ce cas là.

8. Interaction des facteurs Variété-sexe-période d'échantillonnage

(Tableau XXVIa et XXVIb en annexe)

L'activité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* varie de façon non significative dans les différentes variétés de *V. faba major* et de *V. faba minor,* suivant les périodes d'échantillonnage (P=0,392).

9. Interaction des facteurs Variété-partie de la plante-période d'échantillonnage

(Tableau XXVIIa et XXVIIb en annexe)

L'analyse de la variance révèle une différence très hautement significative de l'activité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus,* en fonction des différentes parties de la plante et périodes d'échantillonnage (P=0,0001).

10. Interaction des facteurs Sexe-partie de la plante-période d'échantillonnage

(Tableau XXVIIIa et XXVIIIb en annexe)

L'activité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* n'est pas significativement différente dans les différentes parties de la plante, suivant les périodes d'échantillonnage (P=0,5382).

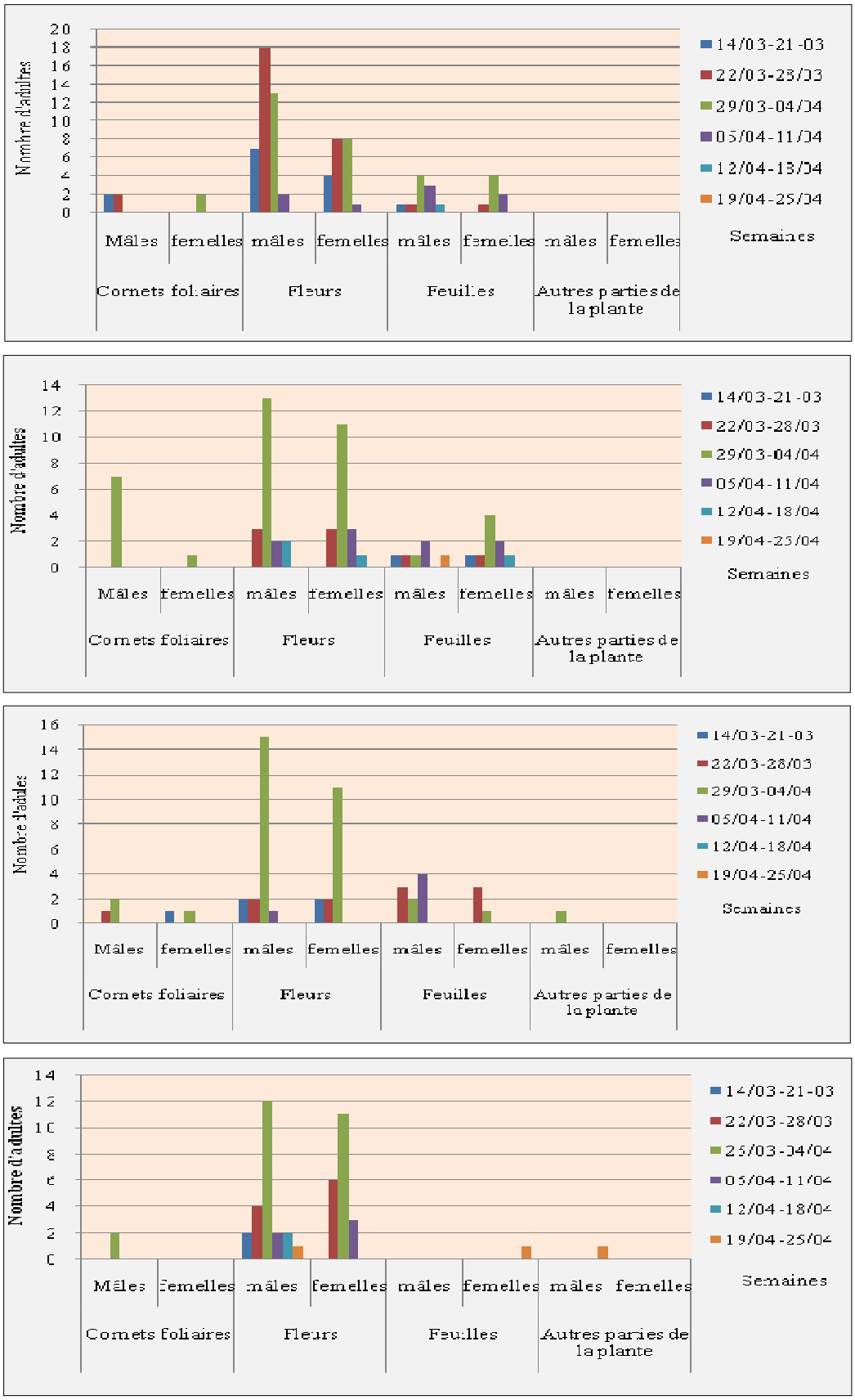


Figure 12 : Variation spatio-temporelle du nombre d'adultes capturés par semaine dans les cornets foliaires, les fleurs, les feuilles et les autres parties de la plante durant la période d'étude dans les différentes parcelles.

a : Variété Séville, b : Variété Aguadulce, c : Variété Muchaniel, d : Féverole

4.1.2.3. Evolution temporelle du nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *B. rufimanus* dans les différentes parcelles d'étude

Les résultats sont présentés dans les tableaux XXIXa et XXIXb, XXXa et XXXb, XXXIa et XXXIb, XXXIIa et XXXIIb (voir annexe) et les figures 13 et 14

4.1.2.3.1. Parcelle à variété Séville (Figure 13a et 14a)

La taille moyenne des gousses âgées issues des premières inflorescences sont observées le 28 mars, avec une taille moyenne de 5,6±0,9cm dès leur apparition, puis elle augmente pour atteindre un maximum de 13,7±2,5cm en moyenne le 25 avril.

Les gousses jeunes issues des dernières inflorescences atteignent une longueur de 10,9±3,1cm en moyenne à leur formation, notée le 18 avril. Ce nombre augmente, pour atteindre un pic de 12,0±2,7cm en moyenne, le 9 mai.

La ponte des œufs par les femelles de *B. rufimanus* a commencé le 28 mars pour les gousses âgées et 18 avril pour les gousses jeunes, avec respectivement 2,1±2,5 et 2,2±2,6 œufs par gousses déposés sur 70% de gousses. Le nombre moyen d'œufs atteint son maximum le 4 avril, pour les gousses de la strate basse avec 2,4±1,9 œufs par gousses déposés sur 90% de gousses échantillonnées. Pour la strate haute, le pic est observé au début de la ponte noté le 18 avril. La fin de l'oviposition est observée le 9 et 24 mai pour la strate basse et haute respectivement. Il est à signaler que dans cette parcelle, la ponte s'étend sur un mois et 4 jours pour la strate basse, où nous avons comptabilisé un total de 77 œufs, et 4 semaines pour la strate haute avec 40 œufs au total. Dans cette parcelle, le test de Student révèle une différence non significative, entre les œufs pondus sur les gousses âgées et les gousses jeunes *($t_{obs.}=1,02$ $t_{th.}=2,10$ pour un ddl de 18 $\alpha=0,05$ $P=0,16$).*

4.1.2.3.2. Parcelle à variété Aguadulce (Figure 13b et 14b)

Les gousses de la strate basse (gousses âgées) ont une taille moyenne de 5,5±0,8cm notée le 28 mars, cette taille atteint un maximum de 18,0±1,7cm en moyenne le 9 avril.

À leur formation, les gousses de la strate supérieure (gousses jeunes), ont une taille de 10,2±3,3cm notée le 18 avril, leur maximum de 17,5±2,6cm en moyenne est noté le 9 mai.

Les femelles ont commencé à pondre leurs œufs sur les gousses âgées et les gousses jeunes, avec respectivement 0,7±1,3 œufs/gousse où 3 gousses sur 10 sont infestées et 1,5±1,8 œufs/gousse déposés, sur 50% de gousses échantillonnées. Le nombre d'œufs pondus augmente progressivement, pour atteindre un maximum de 2,7±1,7 œufs/gousse sur les

gousses inférieures, où 10 gousses sur 10 sont infestées noté le 11 avril. Le nombre moyen d'œufs par gousse diminue à partir du 18 avril. Une légère augmentation est observée le 16 mai, avec 1,4±2,5 œufs/gousse et s'annule le 24 mai à raison du desséchement des gousses. Sur les gousses supérieures la ponte est apparue le 18 avril, elle régresse à partir de cette date jusqu'au 16 mai où nous avons noté une légère augmentation avant qu'elle ne régresse à nouveau. Sur un total de 138 œufs pondus dans cette parcelle, seulement 45 œufs sont déposés sur les gousses jeunes. D'après le test de Student, le nombre d'œufs pondus sur les gousses âgées, n'est pas significativement différent de celui pondus sur les gousses jeunes *($t_{obs.}$=1,44 $t_{th.}$=2,10 pour un ddl de 18 α = 0,05 P=0,08).*

4.1.2.3.3. Parcelle à variété Muchaniel (Figure 13c et 14c)

Nous avons observé les gousses qui mesurent en moyenne 5,8±1,0cm de longueur le 28 mars; ce sont des gousses de la strate basse issues des premières inflorescences. La taille de ces gousses augmente progressivement pour atteindre un maximum de 12,1±2,6cm en moyenne le 9 mail.

Les gousses de la strate haute sont apparues 3 semaines, après l'apparition des premières gousses notées le 18 avril, avec une longueur moyenne de 8,6±2,8cm. Leur croissance continue pour atteindre un maximum de 11,2±1,7cm en moyenne, le 9 mai.

Les premières pontes sur des gousses âgées ont été notées durant la dernière semaine du mois de mars, au moment de leur formation et après 2 semaines de l'arrivée des femelles, vu la disponibilité des fleurs de *V. faba* dans la parcelle, avec 1,7±1,5 œufs/gousse. Le maximum d'œufs est observé à la première semaine du mois de mai, avec 3,4±2,1 œufs/gousse déposés sur 90% des gousses, mesurant 10,6±2,8cm en moyenne. Le nombre d'œufs a diminué vers le début de la deuxième semaine du mois de mai, au moment où nous avons noté un taux d'infestation des gousses de 60%. Vers la troisième semaine du mois de mai nous avons enregistré un autre pic, moins important qui est de 2,7±2,7 œufs/gousse, malgré l'absence totale des adultes dans la culture. Cela est du peut être au phénomène de migration des adultes d'une parcelle à une autre, ou vers les alentours des cultures pour chercher une autre source trophique, ils assurent ainsi leur retour sur la culture de la fève pour gagner le substrat de ponte.

Les œufs sont déposés sur les gousses de la strate haute dès leur apparition notés le 18 avril. À cette date nous avons observé une densité moyenne de 1,1±0,7 œufs/gousse déposés sur 80% des gousses échantillonnées. Le maximum d'œufs déposés par les femelles de *B.*

rufimanus sur ces gousses est de 2,6±2,2 œufs/gousse et 8 gousses sur 10 sont infestées, cette observation est effectuée le 2 mai. A cette date leur taille moyenne est de 10,8±2,3cm. La diminution du nombre moyen d'œufs pondus sur ces gousses a été notée, dès la deuxième semaine du mois de mai. Seulement 79 œufs sont déposés sur les gousses jeunes, contre 155 œufs sur les gousses âgées dans cette parcelle. Le test de Student a montré une différence non significative de l'infestation des gousses de ces deux strates *($t_{obs.}=1,63$ $t_{th.}=2,10$ pour un ddl de 18 $\alpha = 0,05$ $P=0,06$).*

4.1.2.3.4. Parcelle à Féverole (Figure 13d et 14d)

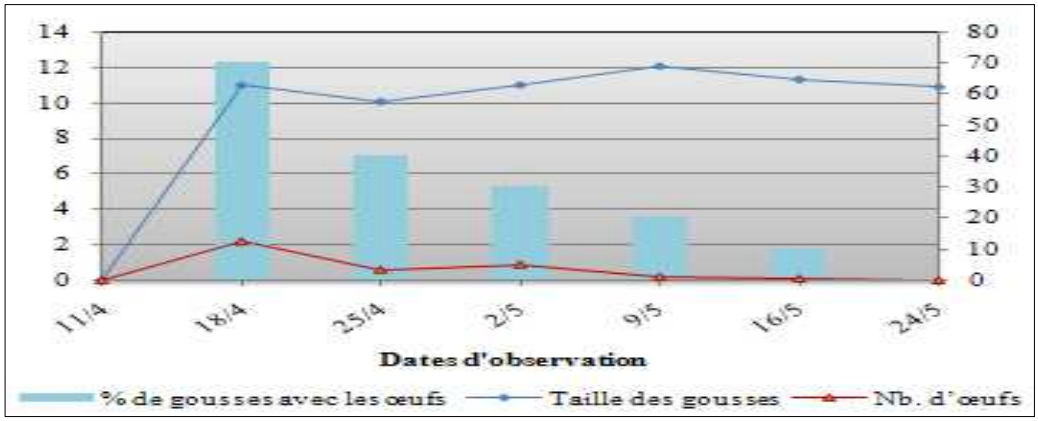
Une longueur moyenne de 3,7±3,2cm est observée sur les gousses âgées à leur formation notée le 28 mars. La taille de ces gousses augmente progressivement, pour atteindre un maximum de 6,7±0,8cm en moyenne, le 18 avril.

Les gousses de la strate haute résultant des dernières inflorescences sont observées le 18 avril, avec une longueur moyenne de 6,3±2,8cm. Leur croissance continue pour atteindre un maximum de 6,3±1,1cm en moyenne le 16 mai.

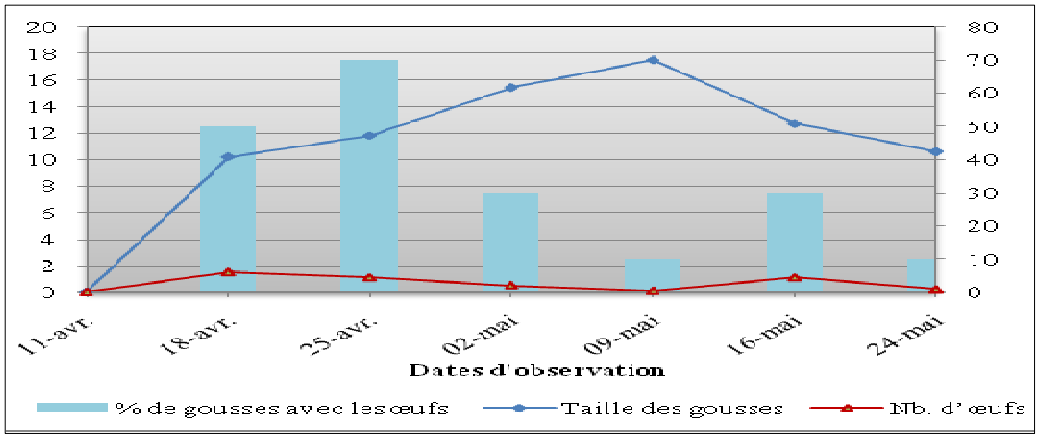
Les gousses âgées ont commencé à recevoir les œufs par les femelles de *B.rufimanus* dès leur apparition notée le 28 mars. Date à laquelle nous avons noté une densité moyenne de 0,1±0,3 œufs/gousse et 1 gousse sur 10 est infestée, soit 1 semaine après l'arrivée des adultes femelles sur la culture. Le maximum de ponte est observé le 11 avril avec 1,1±1,0 œufs/gousse comptabilisés sur 60% des gousses échantillonnées, lorsqu'elles mesurent 6,3±1,3cm en moyenne. Cette densité diminue légèrement durant la troisième semaine du mois d'avril pour s'annuler le 25 mai.

Les gousses jeunes issues des dernières inflorescences ont commencé à recevoir les œufs dès leur apparition le 18 avril, avec une densité moyenne de 0,9±0,8 œufs/gousse lorsqu'elles mesurent 6,3±1,2cm en moyenne et 6 sur 10 gousses sont infestées. Le maximum d'œufs pondus par les femelles de *B.rufimanus* sur ces gousses est de 1,1±1,0 œufs/gousse, lorsque la taille moyenne de ces dernières a atteint 5,7±2,3cm (6 gousses sur 10 sont infestées) et 6,2±2,2cm (7 gousses sur 10 sont infestées) noté respectivement le 2 et 9 mai. La densité moyenne des œufs diminue légèrement, pour s'annuler le 24 mai. Dans cette parcelle l'oviposition a durée un mois et 15 jours environ, où nous avons comptabilisé un total de 94 œufs, dont 50 sont déposés sur les gousses de la strate basse. L'infestation varie d'une manière non significative sur les gousses de la strate basse et celles de la strate haute *($t_{obs.}=0,29$ $t_{th.}=2,10$ pour un ddl de 18 $\alpha = 0,05$ $P=0,39$).*

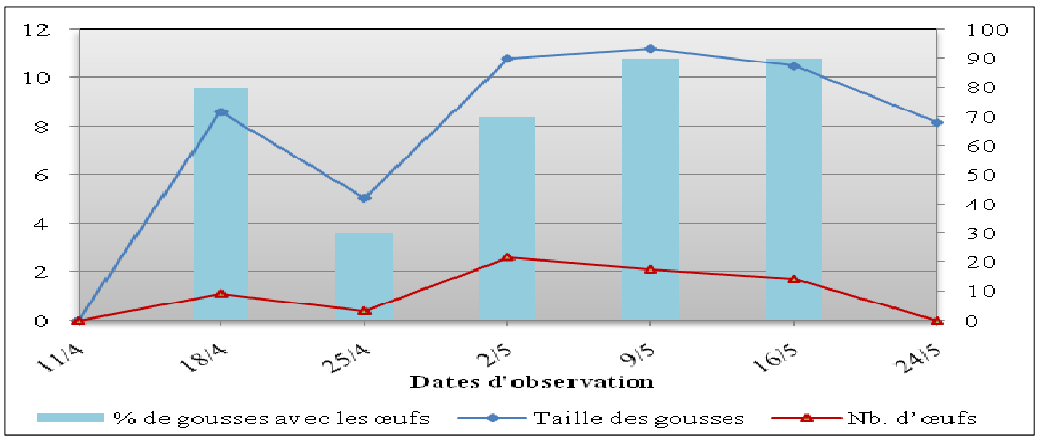
Figure 13 : Densité moyenne des œufs pondus par les femelles de *B. rufimanus* sur les gousses âgées de *V. faba* dans les différentes parcelles d'étude
a : Variété Séville, b : Variété Aguadulce, c : Variété Muchaniel, d : Féverol



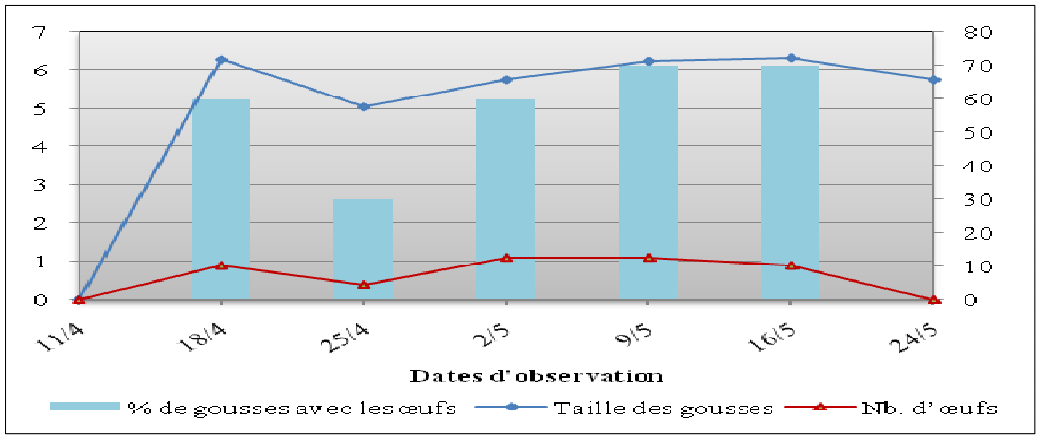
a



b



c



d

Figure 14 : Densité moyenne des œufs pondus par les femelles de *B. rufimanus* sur les gousses jeunes de *V. faba* dans les différentes parcelles d'étude
a : Variété Séville, b : Variété Aguadulce, c : Variété Muchaniel, d : Féverole

4.1.3. Etude des organes reproducteurs des adultes de *B. rufimanus*

Les résultats sont présentés dans les tableaux XXXIII, XXXIV, XXXV et XXXVI (voir annexe) et les figures 15 et 16

4.1.3.1. Parcelle à variété Séville (Figure 15a et 16a)

La dissection des adultes capturés pendant la floraison, révèle que 91,49% des mâles ont des organes reproducteurs fonctionnels (testicules avec phase de spermatogenèse, glandes annexes sécrétrices), et seulement 8,51% sont en diapause reproductrice. Par contre, 28,57% des femelles prélevées ont des ovocytes mûrs dans les oviductes latéraux.

La quantité de corps gras diminue progressivement, aussi bien chez les mâles que chez les femelles.

Les mâles et les femelles prélevés après cette période de floraison, ont tous des organes reproducteurs fonctionnels à 100%.

4.1.3.2. Parcelle à variété Aguadulce (Figure 15b et 16b)

Pendant la floraison, dans cette parcelle nous avons trouvé 93,55% des mâles avec des organes reproducteurs fonctionnels après dissection, seulement 6,45% sont en diapause reproductrice. Le pourcentage des femelles sexuellement actives est également élevé ; avec une valeur de 56%.

Les mâles et les femelles prélevés après cette période, ont tous des organes reproducteurs fonctionnels à 100%.

4.1.3.3. Parcelle à variété Muchaniel (Figure 15c et 16c)

Les dissections montrent que 56,67% des mâles présentent des organes reproducteurs fonctionnels pendant la floraison et 43,33% sont en diapause reproductrice. Les femelles sexuellement actives présentent un pourcentage de 26,32%.

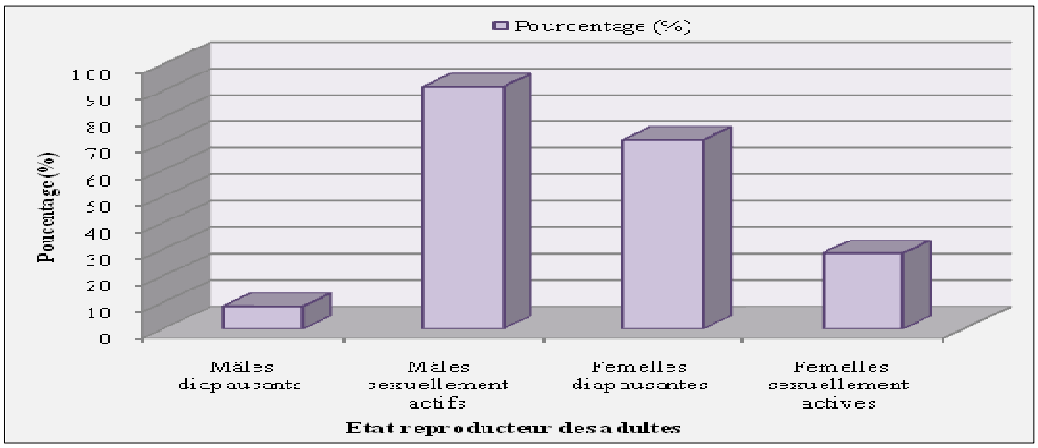
Après la phase de floraison tous les mâles sont sexuellement actifs à 100%. Par ailleurs, à cette période l'absence totale des femelles est notée.

Pendant cette période, les effectifs d'adultes deviennent de plus en plus faibles, annonçant ainsi la fin de l'activité imaginale et les adultes ne présentent à ce moment, que très peu de corps gras.

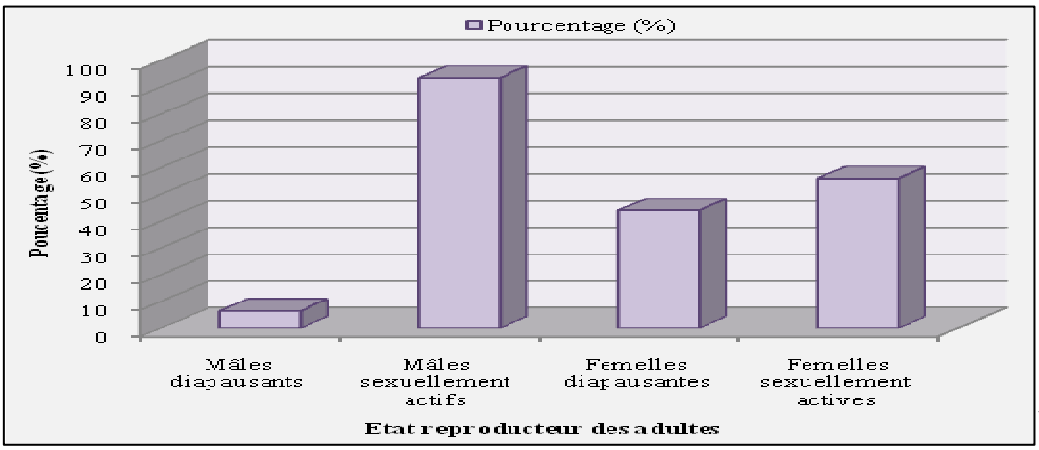
4.1.3.4. Parcelle à Féverole (Figure 15d et 16d)

Pendant la phase de floraison, le pourcentage des mâles sexuellement actifs est de 90%, alors que ceux en diapause est de 10%. En revanche, le pourcentage des femelles ayant des ovocytes mûrs est de 17,65%, celui des femelles diapausantes est de 82,35%.

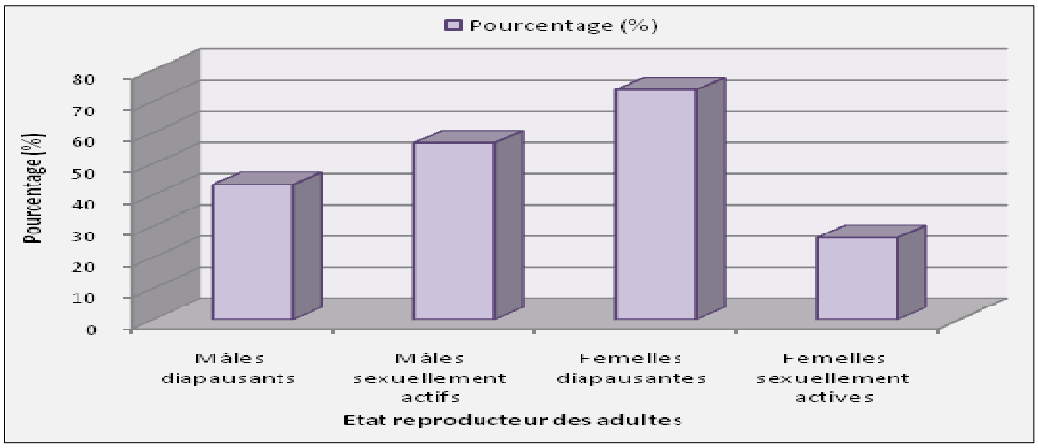
Après la floraison tous les mâles sont sexuellement actifs à 100%. Alors que le pourcentage des femelles sexuellement actives est de 75%.



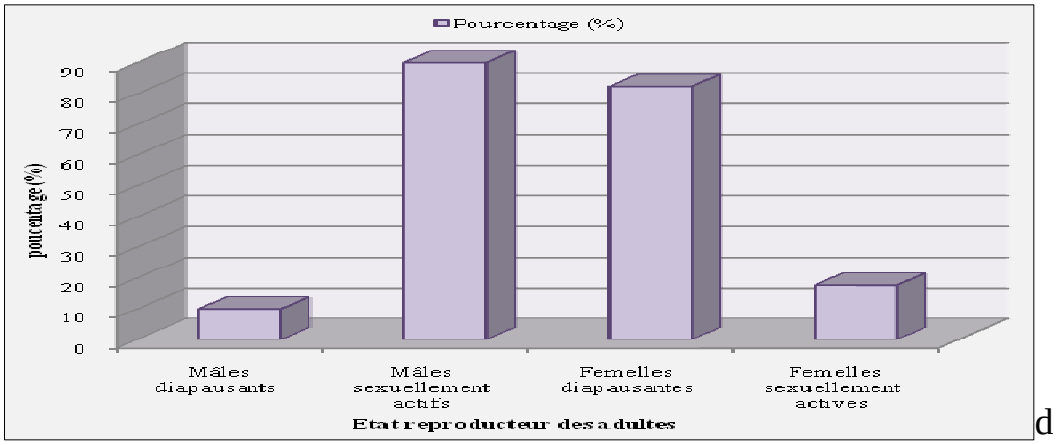
a



b

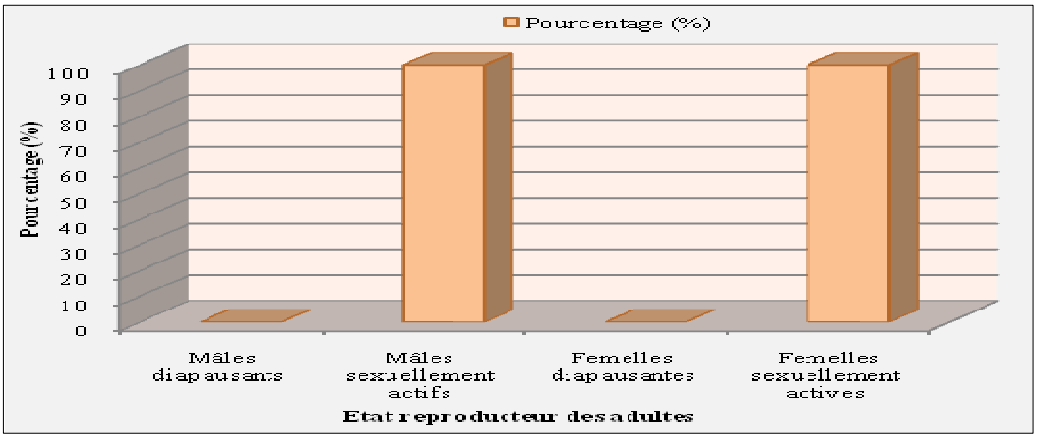


c

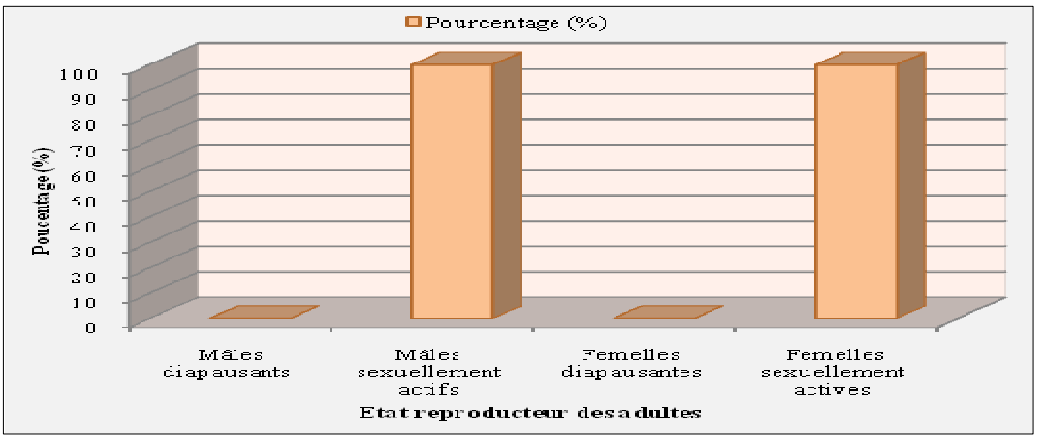


d

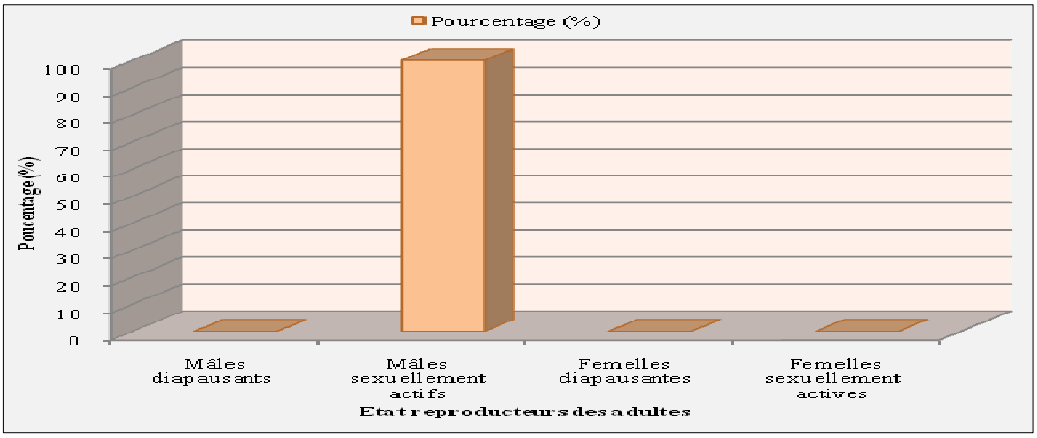
Figure 15 : Etat du développement des organes reproducteurs des adultes de *B. rufimanus* capturés dans les différentes parcelles de *V. faba* pendant la phase de floraison
a : Variété Séville, b : Variété Aguadulce, c : Variété Muchaniel, d : Féverole



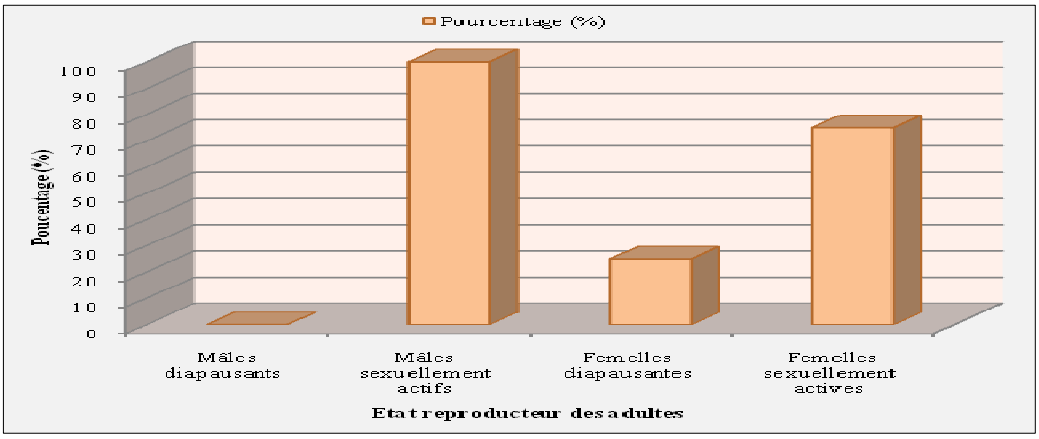
a



b



c



d

Figure 16 : Etat du développement des organes reproducteurs des adultes de *B. rufimanus* capturés dans les différentes parcelles de *V. faba* après la phase de floraison.
a : Variété Séville, b : Variété Aguadulce, c : Variété Muchaniel, d : Féverole

4.1.4. Estimation de l'infestation des gousses dans les quatre parcelles d'étude

Pour mettre en évidence l'existence ou non de différence significative de l'infestation des gousses par les femelles de *B. rufimanus* entre les variétés de fèves et la féverole dans les quatre parcelles d'étude (Tableau XXXVII en annexe), nous avons utilisé l'analyse de la variance (ANOVA) au seuil 5%, à un seul critère de classification (Variété), complétée par le test de NEWMAN et KEULS.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous:

Tableau XXXVIII : Taux d'infestetion des parcelles selon la variété étudiée (Résultats de l'analyse de la variance)

Facteur	**Niveau**	**Moyenne± écart-type**	**Groupes homogènes**	**Analyse de la variance (ANOVA)**				
				S.C.E	**DDL**	**C.M**	**Test F**	**Prob.**
Variété	Muchaniel Aguadulce Séville Féverole	2,34±1,40 1,38±0,78 1,17±0,90 0,91±0,42	A AB AB B	11,67	3	3,89	3,262*	0,03633

L'analyse de la variance a révélé que la variété agit de façon significative sur le taux d'infestation par les femelles de *B. rufimanus,* dans les parcelles de *V. faba* étudiées (P=0,03633)

La variété Muchaniel est la plus attaquée, elle est classée par le test NEWMAN et KEULS dans le groupe (a) avec une moyenne de 2,34 œufs pondus par gousse de *V. faba.* Elle est suivie par la variété Aguadulce et Séville, ces deux dernières sont classées dans le groupe (ab) avec des moyennes respectives de 1,38 et 1,17 œufs/gousse.

La Féverole est la moins infestée, elle est classée dans le groupe (b), avec une moyenne de 0,91 œufs/gousse

4.2. Discussion

Durant notre période d'étude, nous avons initié un travail sur la bioecologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus,* dans trois parcelles de variétés de *V. faba major* différentes et une parcelle de *V. faba minor,* d'environ 50m^2 chacune dans la région de Tizi-Rached.

La croissance des tiges de la plante hôte *V. faba* a durée environ 2 mois et 15 jours pour les quatre parcelles d'études. Durant cette période, nous avons constaté une bonne croissance de ces tiges dans les différentes parcelles de variétés de fèves différentes, à savoir la Séville, l'Aguadulce et la Muchaniel, et la parcelle à Féverole. Ceci peut 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 février et mai 2011, avec 146,9 et 151,9mm respectivement.

Les fèves demandent des pluviométries de plus de 450mm/an et un approvisionnement en eau régulier, au cours de leur période de végétation (MAATOUGUI, 1996). Durant la période d'étude (décembre 2010 à mai 2011), notre région a reçu une quantité de pluie de 612,2mm (O.N.M., 2011).

LAUMONIER (1979) rapporte que *V. faba* craint les fortes chaleurs, c'est pour cette raison qu'elle est cultivée en automne et en hiver pour éviter la coulure, car elle résiste au froid de 3 à 4 degré.

Dans la parcelle à variété Séville, la floraison de la fève s'est échelonnée sur un mois et 5 jours. Une semaine après, la variété Aguadulce a donné ces premières inflorescences. La période de floraison a duré un mois et 4 jours pour cette variété. Pour la variété Muchaniel, la durée de floraison est similaire à celle de la variété Séville, où elle a durée un mois et 5 jours. Cela pourrait expliquer leurs mêmes exigences vis-à-vis des conditions climatiques, qui règnent dans les deux parcelles. Pour la féverole et comme la variété Aguadulce la période de floraison s'échelonne sur cinq semaines environ. Cette différence d'une semaine pour la variété Aguadulce et la Féverole, par rapport aux autres variétés pourrait s'expliquer par les basses températures enregistrées pendant cette période, qui, ont probablement retardé la nouaison de la plante. Ce stade phénologique dépend des conditions climatiques, particulièrement les conditions hydriques du sol et les températures (SAXENA, 1991).

Avant la floraison, nous n'avons observé aucun adulte de *B. rufimanus* dans les parcelles. D'après nos résultats, l'arrivée des premières bruches coïncide avec la période de floraison de la plante hôte *V. faba* ; la parcelle à variété Séville et Muchaniel sont colonisées à la pleine floraison, l'Aguadulce et la Féverole au début de floraison. Nos résultats concordent

avec ceux trouvés par DUPONT et HUIGNARD (1990) sur des champs de féverole, CHAKIR (1998) sur fèves, MEDJDOUB-BENSAAD (2007) et LARDJANE-HAMITI (2009) sur une variété de fève dite « variété locale », où la colonisation par les adultes de *B. rufimanus* commence à partir de la floraison. Par contre BOUGHDAD (1994) a noté que les adultes ont été observés sur la plante à partir de sa levée. Cette colonisation des cultures de fèves et de féverole par les adultes de *B. rufimanus* peuvent provenir des sites d'hivernation, comme les graines semées hébergeant encore des bruches vivantes au moment du semi (FRANSSEN, 1956 ; ROBERT et *al*., 1975 ; BOUGHDAD, 1994 et MEDJDOUB-BENSAAD, 2007), ou dans les sites naturels tel l'écorce des eucalyptus (CHAKIR, 1998).

Les adultes ne deviennent sexuellement actifs qu'après ingestion du pollen de *V. faba,* nécessaire à la maturation des gonades. Avant la floraison de cette légumineuse, ces adultes se nourrissent de pollen d'autres plantes fleurissant avant l'hôte (Crucifères, Ombellifères…) (DUPONT et HUIGNARD, 1990 ; BENEDICT et *al*., 1991), ce qui favorise davantage leur activité reproductrice (CHAKIR, 1998), comme ils peuvent absorber du miellat de pucerons (FRANSSEN, 1956) et/ou d'autres substances sucrées comme c'est le cas chez d'autres insectes (DE LUCA, 1966 ; FLETCHER et PROKOPY, 1991). En effet, c'est à partir de ce stade phénologique, que la densité des populations imaginales commence à augmenter quand la photopériode et la température deviennent favorables comme l'a observée MEDJDOUB-BENSAAD (2007). Selon DUPONT (1990), la température semble être l'un des principaux signaux qui déclenche le départ des sites de diapause et pour TRAN (1992), c'est la diminution de la photopériode qui provoque l'induction de la diapause et son accroissement entraîne la rupture de cette dernière. LARDJANE-HAMITI (2009) rapporte que les changements de températures, l'humidité relative de l'air, le vent et la photopériode, favorisent la sortie des sites d'hivernation et la colonisation des fèves au champ par les bruches. Selon ce même auteur, l'humidité relative élevée et les fortes pluies obligent les adultes à s'abriter dans les cornets foliaires, leur activité est importante quand les températures sont voisines de 17°C. Pour FRANSSEN (1956), 15°C correspond à la température favorable pour l'activité imaginale de *B.rufimanus.* De même, pour SINHA (1983), FLINN et HAGTRUM (1990), c'est la température et l'humidité qui affectent beaucoup la dynamique des populations des insectes.

Après la floraison de la fève, le nombre d'adultes dans les cultures diminue au fur et à mesure que l'on s'approche de la maturité des gousses. En effet, selon LARDJANE-HAMITI (2009), les adultes passent sur les fleurs d'autres plantes adventices telles *Linaria reflexa*, *Anagallis arvensis*, *Calendula arvensis*, *Chrysanthemum sp*, *Pisum sativum* et une

Renonculacées, sur lesquelles ils poursuivent leurs activités alimentaires. Cette alimentation pollinique doit constituer en l'absence de fleurs de fève un apport énergétique, permettant le maintien de l'activité reproductrice.

Des observations faites par KOPTUR et LAWTON (1988) sur une espèce voisine *Vicia sativa*, montrent que la fin de la floraison provoque un arrêt de la production de nectar par les nectaires extra-floraux. Il nous paraît vraisemblable que ce phénomène se retrouve chez *Vicia faba.*

A partir des résultats obtenus, nous constatons que l'activité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* varie dans le temps et dans l'espace dans les différentes variétés de fèves et la féverole. En effet, pour la variété Séville, les adultes de *B. rufimanus* présentent une activité élevée par rapport aux autres avec la moyenne de 1,75 et un total de 84 bruches, suivie de l'Aguadulce, Muchaniel et Féverole avec le nombre moyen de 1,27, 1,12 et 0,98 et des totaux de 61, 54 et 47 bruches respectivement. Nous avons observé une activité élevée pour les mâles par rapport aux femelles, avec un nombre moyen de 1,52 et 1,04 respectivement, pour les différentes parcelles. La partie de la plante la plus visitée par les adultes de *B. rufimanus*, pour chaque hôte, est les fleurs avec un nombre moyen de 3,69 bruches, dont les mâles sont les plus prédominants. Cette fréquentation florale est suivie par les feuilles avec la moyenne de 0,96 bruches. Par ailleurs, les cornets foliaires et les autres parties de la plante sont les moins visités avec un nombre moyen de 0,44 et 0,04 adultes respectivement. LARDJANE-HAMITI (2009) rapporte que les fleurs servent de nourritures et d'abri (lieu de repos) pour les adultes de *B. rufimanus*. Ces derniers utilisent surtout les fleurs ouvertes où le pollen est abondant et l'accès relativement plus facile. A ce propos, DUPONT (1990) signale que cette fréquentation florale est la conséquence d'une activité trophique importante.

Durant la période d'échantillonnage le nombre d'adultes le plus élevé est noté à la troisième semaine, avec une moyenne de 3,94 individus pour les différentes hôtes. Elle est suivie par la deuxième et la quatrième semaine, avec leur nombre moyen respectif de 1,84 et 0,84 adulte. Les bruches observées à la première et cinquième semaine présentent une activité moyenne de 0,72 et 0,22 bruches respectivement. La plus faible activité est observée au cours de la sixième semaine, avec seulement 0,12 bruches en moyenne. Cette diminution du nombre d'adultes dans les parcelles pourrait s'expliquer par la raréfaction des fleurs qui, servent de substrat trophique.

Les périodes de colonisation des différentes parcelles à savoir la Séville, l'Aguadulce, la Muchaniel et la Féverole par les adultes de *B. rufimanus*, sont de 5 semaines, 6 semaines, 4

semaines et 6 semaines environ respectivement. Ils reprennent leur activité trophique aux dépens des graines de pollen de la plante hôte.

Selon MEDJDOUB-BENSAAD (2007), l'apparition des fleurs de *V. faba* permet la levée de la diapause et celle des premières gousses permet ensuite, l'induction de la ponte. Il en résulte ainsi, une parfaite synchronisation entre la période d'activité de la ponte et celle de formation des gousses. Le suivi de la période de l'oviposition montre que les œufs sont déposés sur les gousses âgées et les gousses jeunes, dès qu'elles sont disponibles.

La ponte des œufs par les femelles de *B. rufimanus* a commencé le 28 mars pour les différentes parcelles d'études. Cette activité de ponte s'échelonne sur une période d'environ 8 semaines pour la variété Séville, Muchaniel, Féverole et 9 semaines pour la variété Aguadulce. MEDJDOUB-BENSAAD (2007) rapporte que la période de ponte varie d'une année à une autre suivant les régions, elle s'étale sur une période allant de 1 mois à 2 mois et demi et couvre largement la période de croissance des gousses. Au Pays Bas, FRANSSEN (1955) indique que la durée de la période de ponte est de 17 jours en 1951 et de 4 jours en 1954. Pour LARDJANE-HAMITI (2009), la durée d'oviposition s'étale sur une période allant de 57 et 64 jours. Sous les conditions climatiques Marocaine, BOUGHDAD (1994) a noté que cette période est de 49 jours, ce résultat est analogue à celui que nous avons obtenu pour les variétés Séville, Muchaniel et la Féverole. Dans le même ordre d'idées BOUGHDAD et LAUGE (1997) notent une période d'oviposition de 32 jours.

Outre l'état végétatif de la plante, les conditions climatiques peuvent perturber l'activité de ponte. Selon DERLINGER et *al.* (2005), les écarts de températures diurnes peuvent moduler l'activité et la période de ponte. Lorsque l'humidité relative est élevée, l'émission des œufs par les femelles de la bruche est difficile (BOUGHDAD, 1994).

Selon nos résultats, les femelles de *B. rufimanus* ne manifestent aucune différence significative pour la ponte des œufs entre les gousses âgées et les gousses jeunes et ce pour toutes les variétés de fèves et la féverole, contrairement aux résultats de DUPONT (1990) et MEDJDOUB-BENSAAD (2007) qui indiquent que les femelles préfèrent pondre sur les gousses âgées que sur les gousses jeunes, car les gousses précoces ou âgées sont plus exposées et reçoivent par conséquent plus d'œufs que les gousses tardives (jeunes).

CHAKIR (1998) rapporte qu'au champ, les adultes ne deviennent sexuellement actifs qu'après ingestion du pollen de *V. faba*. Cette alimentation spécifique semble nécessaire et s'effectue préalablement à toute activité sexuelle. A ce titre, les grains de pollen des fleurs de la fève, principale source alimentaire des imagos, doit renfermer certaines substances

permettant le démarrage de l'activité reproductrice. Les femelles ayant ingéré du pollen deviennent, quelques jours après sexuellement actives.

La période de ponte de *B.rufimanus* coïncide avec la phase de fructification de sa plante hôte. En effet, la ponte débute lorsque les premières gousses apparaissent sur les tiges de la fève et se poursuit, jusqu'à ce que celles-ci aient atteint leur maturité.

A la fin de la période d'oviposition et bien que l'activité ovarienne se poursuive plus au moins intensément, les gousses reçoivent de moins en moins d'œufs à cause de la réduction de l'activité de ponte, mais vraisemblablement aussi à cause de l'augmentation de l'effectif des gousses, qui doit entrainer la dispersion des pontes, ce qui a été observé par CHAKIR (1998).

Durant la période de floraison et pour toutes les variétés de fèves et de féverole, la majorité des mâles ont tous des organes reproducteurs développés et fonctionnels (testicules avec phase de spermatogenèse, glandes annexes sécrétrices) et cette activité testiculaire se poursuit jusqu'à la fin de la colonisation. L'activité ovarienne des femelles de *B. rufimanus* est moins importante pour la variété Séville, Muchaniel et la Féverole. Par contre, pour la variété Aguadulce cette activité est élevée pendant cette période et se poursuit même, après ce temps et cela pour les autres plantes hôtes.

Nos résultats rejoignent ceux de DUPONT (1990) et TRAN (1992), qui ont constaté que dès leur arrivée dans les parcelles de fèves, les adultes mâles de *B. rufimanus* présentent des organes reproducteurs apparemment fonctionnels. Le premier auteur explique cette observation, par une préalable alimentation des adultes aux dépens de fleurs d'autres plantes adventices, au cours de leur migration. Chez *B. pisorum*, PAJNI et SOOD (1975) indiquent que les mâles sont sexuellement actifs, dès leur émergence dans les parcelles.

Selon TRAN et HUINGNARD (1992), le démarrage de la vitellogenèse de *B. rufimanus* se synchronise avec la floraison de la fève, le fonctionnement ovarien dépend de l'ingestion des grains de pollen de la plante hôte par les femelles. Les conditions de températures, prévalant au cours de l'apparition des premières fleurs de la plante peuvent ajuster un décalage dans le temps de cette vitellogenèse. Pour LARDJANE-HAMITI (2009), les adultes capturés, pendant et la fin de la phase de floraison, ont tous des organes reproducteurs développés et fonctionnels.

MEDJDOUB et *al.* (2011) rapportent que les bruches capturés dans les parcelles semés à des altitudes et à des dates différentes dans la région de Tizi-Ouzou, ont des quantités faibles de protéines dans leur hémolymphe au début de leur colonisation, puis augmentent avec l'alimentation pollinique, riche en protéines, en sucre et en vitamines.

La réduction de la quantité du corps gras, doit être en rapport avec la reprise de l'activité des adultes (recherche de la plante hôte, déplacement, alimentation et partenaire sexuel).

Pour ce qui concerne l'oviposition, l'analyse de la variance nous affirme qu'il y a une différence significative entre le nombre d'œufs pondus cumulés de *B .rufimanus* sur les quatre parcelles testées de fève et de féverole, les femelles de *B. rufimanus* expriment une préférence marquée pour *V. faba major* variété Muchaniel. Elle est suivie par la variété Aguadulce et Séville. La Féverole est la moins infestée. Cette différence est probablement liée à la taille des gousses qui sont plus importantes chez la Muchaniel et au niveau des populations des femelles dans la parcelle et la teneur en élément nutritifs de la graine.

En effet, l'infestation dépend des niveaux de populations de l'insecte et de la durée d'exposition des gousses, ou de leur taille (surface) relativement grande susceptible de porter davantage d'œufs. Si les femelles sont sexuellement mûres lors de l'apparition des premières gousses, celles-ci supportent une concentration d'œufs très élevée, comme l'a observé SPEYER (1949) cité par BALACHOWSKY (1962), DUPONT (1990) et MEDJDOUB-BENSAAD (2007). DUPONT et HUIGNARD (1990) ont démontré expérimentalement que le taux d'infestation due à *B.rufimanus* dépend de la densité de plants de *V. faba*, par unité de surface et que l'abondance des ennemis naturels de la bruche diffère selon les régions.

A travers le monde la résistance des plantes cultivées aux attaquent des insectes a fait l'objet de plusieurs travaux. Parmi ceux-ci il est intéressant de citer l'étude de BOUFFARD (1996), sur la résistance par antibiose de la pomme de terre, de la féverole et du chou chinois à *M. persicae* et *Aulacorthum solani.*

En Egypte, le centre des recherches agronomiques d'El Giza, dans le cadre d'un projet pour la sélection 4 variétés de fève résistantes à *A. craccivora*, en collaboration avec le centre international des recherches agronomiques dans les zones arides (ICARDA), a évalué au bout de 4 années la résistance de 7156 variétés de fève provenant de l'Egypte, du Soudan et de l'Ethiopie. Parmi ce nombre, 114 variétés sont retenues pour leur résistance à *A. craccivora* (EL DEFRAOUI et *al.*, 1991).

Dans la région d'Etay El-Baroud en Egypte, EBADAH et *al*. (2006) ont décrit la susceptibilité de six variétés de fève (Giza 714, G 716, G 843, G429, G643 et G461) à l'infestation par *B. rufimanus*, ils ont constaté que Giza 716 est la variété la plus résistante avec un faible taux d'infestation de 13,4%.

En Pologne, KANIUCZAK (2006) a décrit la susceptibilité de 13 cultivars de féveroles à l'infestation de grains provoqués par les larves de *B. rufimanus* en 2003–2004. Le

pourcentage le plus élevé des graines endommagées a été enregistré sur le cultivar Bobas (63.5%), en 2003 et sur les cultivars Optimal et Martin (32.0 et 32.0%, respectivement) en 2004. Le plus bas pourcentage des graines infestées a été noté sur le cultivar Tim (38.2%) en 2003, et sur des cultivars Akord et Sonet (1.2 et 1.7%, respectivement) en 2004.

Soixante huit cultivars de fève *V. faba* L. ont été testés en plein champ dans la région de Batna, pour leur résistance au puceron noir de la fève *Aphis fabae* Scopoli. Parmi ceux-ci, 19 cultivars se sont montrés les plus résistants, où le cultivar 126 noté plus élevé, tandis que 11 sont classés très sensibles tels les cultivars 107, 125, 139 et 140. L'analyse statistique entre le niveau de la résistance et les caractères morphologiques montre que les cultivars très sensibles ont des folioles plus larges, que les cultivars résistants (MERADSI, 2008).

Après l'émission des œufs par les femelles de *B. rufimanus* sur les gousses de *V. faba* et après développement embryonnaire, la larve néonate pénètre le péricarpe de la jeune gousse en formation et se développe parallèlement à l'évolution de la graine. Cette larve subit les différentes mues, jusqu'à atteindre le stade adulte. Ainsi sera déterminé le cycle de ce ravageur, qui sera l'objet de la deuxième partie de ce chapitre.

Deuxième partie : Cycle de développement de *B . rufimanus* sur les parcelles de *V. faba var. major* L. ainsi que sur la parcelle de féverole.

1. Introduction

Nous avons procédé à la récolte des graines de la fève et la féverole vers la fin mai. Comme nous l'avons signalé auparavant, au début de la fructification, les femelles de *B. rufimanus* pondent leurs œufs sur les gousses vertes. La découverte et la distribution de ces œufs est en relation, avec les caractéristiques physique et chimique de la gousse (DUPONT, 1990).

Après émission des œufs sur les gousses jeunes en formation, la jeune larve traverse le péricarpe de cette dernière et pénètre dans la graine.

Les larves correspondent à la seule étape biologique nuisible de la bruche, elles vivent aux dépens des réserves cotylédonaires de *Vicia faba* (BOUGHDAD, 1994).

Le développement larvaire se déroule dans des conditions trophiques différentes. Il démarre aux champs dans des graines vertes et continue pendant le stockage, à l'intérieur des graines mûres et sèches. La nymphose se déroule à l'intérieur des graines stockées ; c'est à partir des lieux d'entreposage, qu'il aura dissémination des adultes vers les milieux d'hivernation, ou directement vers les champs de fèves.

Dans cette partie, nous nous proposons de suivre, dans les conditions du champ et du laboratoire le développement des larves, parallèle à l'accroissement et à la maturation des graines, afin de préciser le nombre de stades larvaires, la durée de développement de chaque stade et ainsi déterminer la durée du cycle de ce ravageur, dans les conditions de nos Agrosystèmes.

2. Matériels et méthodes

Pour suivre le développement post-embryonnaire de *B. rufimanus* au champ et en stock, durant l'année agricole 2010-2011, nous avons prélevé chaque semaine, des différentes parcelles de *V. faba* cultivées, dix gousses de la strate basse (gousses âgées) et dix gousses de la strate haute (gousses jeunes) du début de ponte à la récolte pour les observer sous la loupe binoculaire au laboratoire.

Les prélèvements sont effectués sur dix tiges, situées sur différents pieds de chaque hôte, afin d'avoir des échantillons représentatifs du développement des gousses et des larves.

Les gousses âgées et les gousses jeunes sont observées, pour dénombrer les œufs sur leur péricarpe et les larves dans les graines.

Au moment de la récolte, dans chaque parcelle, nous avons prélevé des gousses mûres, que nous avons gardées au laboratoire. Ce stock de grains permet de suivre la durée du développement des larves des différents stades, les nymphes et les adultes par prélèvement de 33 graines de chaque parcelle, durant un intervalle de 10 jours, jusqu'à ce que toutes les graines examinées n'hébergent, que des adultes. Les graines sont disséqués à l'aide d'un scalpel et les individus des différents stades de développement de *B. rufimanus* sont observés et comptés, sous une loupe binoculaire.

Pour ajuster le cycle du ravageur à celui de sa plante hôte, nous avons fait un suivi pour la durée de chaque stade larvaire, ainsi que leur date d'apparition. Ceci a été réalisé aussi pour les nymphes et les adultes. L'échelonnement des pontes dans le temps conduit à des chevauchements, entre les stades larvaires et à la présence des différents stades, dans une même graine.

3. Résultats

3.1. Développement embryonnaire

Durant notre période d'étude, les premières pontes sont notées le 28 mars dans les différentes parcelles d'études. Dans la parcelle à variété Séville et Aguadulce, la durée du développement embryonnaire est de 26 jours. En revanche, ce dernier est de 35 et 42 jours chez la Muchaniel et la Féverole, respectivement.

3.2. Développement post-embryonnaire

Durant notre période d'étude expérimentale au champ et au laboratoire, le suivi du développement post-embryonnaire nous a mené à réaliser le cycle de développement de *B. rufimanus,* dans les différentes parcelles de fèves et la féverole.

Les résultats obtenus du développement des stades larvaires, du stade nymphal et des adultes de *B.rufimanus* sont présentés dans des tableaux XXXIX, XXXX, XXXXI et XXXXII (voir annexe) et les figures 17 et 18.

3.2.1. Parcelle à variété Séville (figure 17a)

Dans toutes les parcelles, le cycle de développement de *B. rufimanus* dure 5 mois environ, soit du 28 mars, où nous avons observé les premières pontes jusqu'au 25 août, date à laquelle nous avons noté l'émergence des premiers adultes. Dans cette parcelle, le développement larvaire s'effectue en quatre stades et s'échelonne sur 4 mois.

Le premier stade larvaire (L_1), est apparu le 25 avril et dure environ un (1) mois (4 semaines).

La présence du deuxième stade larvaire (L_2) s'est échelonnée sur 91 jours environ ; soit 13 semaines.

Les larves du troisième stade (L_3) ont été observées dans cette parcelle, sur une période d'environ 14 semaines ; soit du 31 mai au 4 septembre.

Le quatrième stade larvaire (L_4) apparaît le 6 juin et se maintient jusqu'au 14 septembre, son développement dure 98 jours (environ 14 semaines).

Les nymphes sont observées durant une période du 5 août au 14 septembre (5 semaines environ). Les adultes sont émergés des graines vers le 25 août.

3.2.2. Parcelle à variété Aguadulce (figure 17b)

Dans cette parcelle, la durée du premier stade larvaire (L_1) est similaire à la variété Séville, il dure environ 4 semaines.

Le développement de la larve du deuxième stade (L_2) dure environ 108, jours (soit 15 semaines et 4 jours).

La larve du troisième stade (L_3) s'est échelonnée sur 105 jours (15 semaines)

Le quatrième stade larvaire (L_4) et comme la variété Séville, dure en moyenne 98 jours (14 semaines)

La nymphe est observée durant 45 jours (environ 6 semaines), elle a durée du 15 au 25 août où émergent les premiers adultes.

3.2.3. Parcelle à variété Muchaniel (figure 17c)

Dans la parcelle à variété Muchaniel, le premier stade larvaire (L_1) dure en moyenne 29 jours (4 semaines environ).

La durée des autres stades larvaires est estimée comme suit :

Le développement de la larve du deuxième stade (L_2) dure en moyenne 105 jours (environ 15 semaines)

La larve du troisième stade (L_3) dure en moyenne 95 jours (environ 13 semaines et 5 jours).

Le quatrième stade larvaire (L_4) dure en moyenne 88 jours (environ 12 semaines et 5 jours).

Nos résultats montrent que le stade nymphal a duré environ 45 jours ; soit 6 semaines et 4 jours. L'émergence du premier adulte est observée le 25 août.

3.2.4. Parcelles à Féverole (figure 17d)

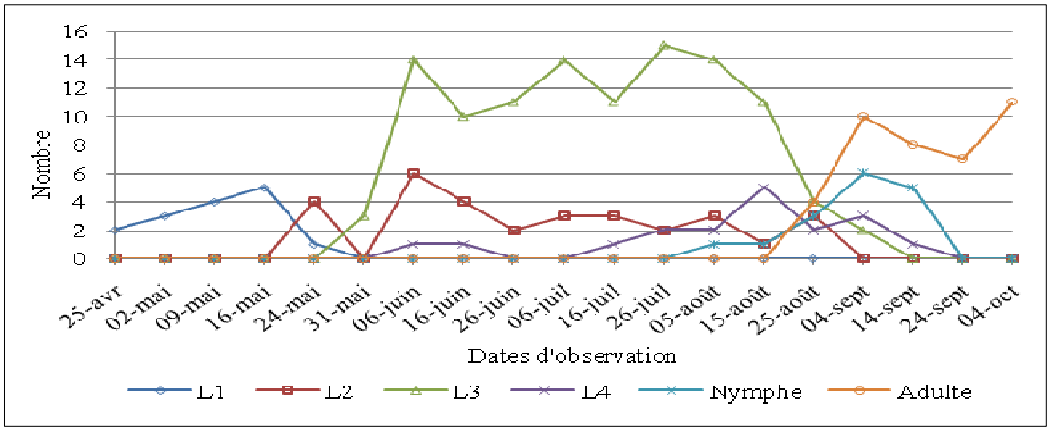
Pour la parcelle à féverole, le premier stade larvaire (L_1) dure 15 jours (soit 2 semaines).

D'après nos résultats, le développement de la larve du deuxième stade (L_2) s'échelonne sur 84 jours (12 semaines).

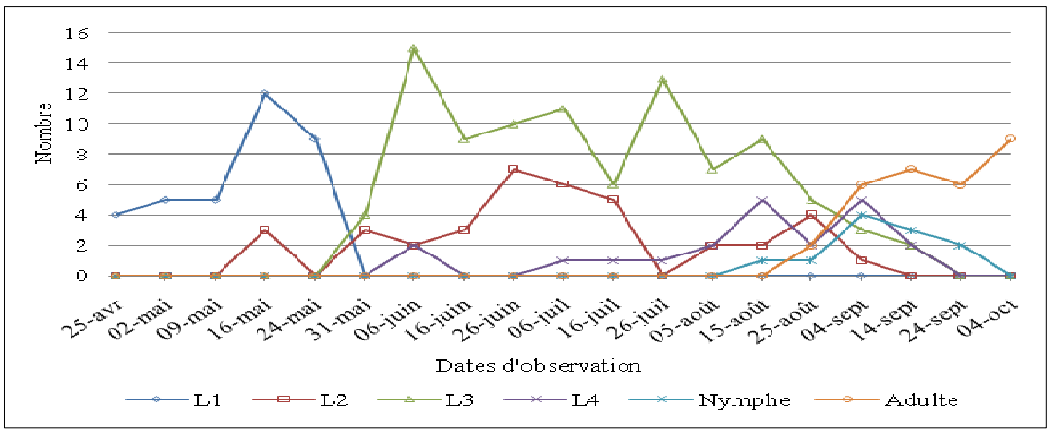
La larve du troisième stade (L_3) dure en moyenne 105 jours (15 semaines)

Le quatrième stade larvaire (L_4) dure en moyenne 98 jours (soit 13 semaines).

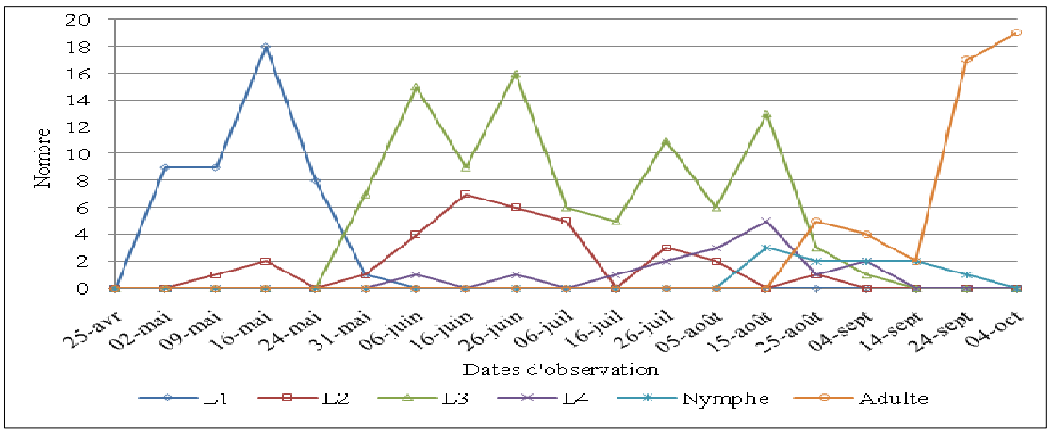
La nymphose a duré du 15 au 25 août, elles ont rencontrées durant une période allant du 15 août au 24 septembre (environ 6 semaines). Les adultes sont observés le 25 août.



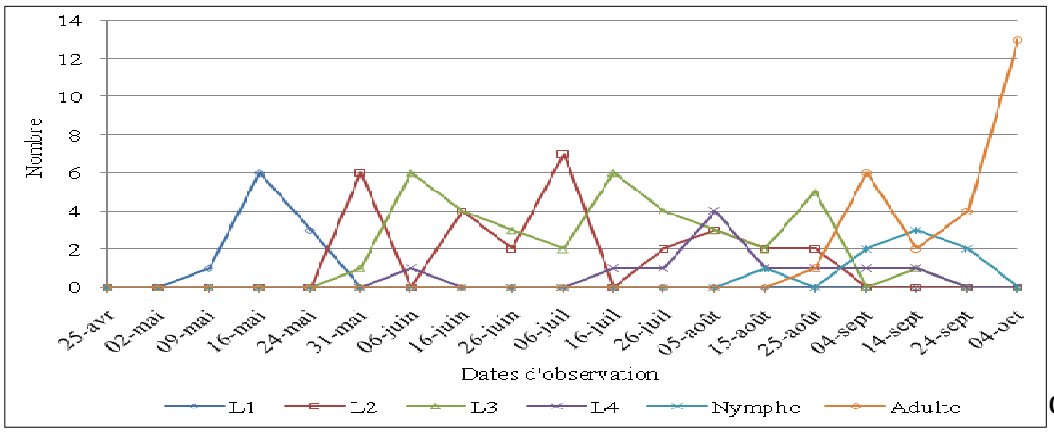
a



b



c



d

Figure 17 : Evolution temporelle de la densité des larves, des nymphes et des adultes de *B. rufimanus* au niveau du champ et au stock dans les différentes parcelles d'étude.
a : Variété Séville, b : Variété Aguadulce, c : Variété Muchaniel, d : Féverole

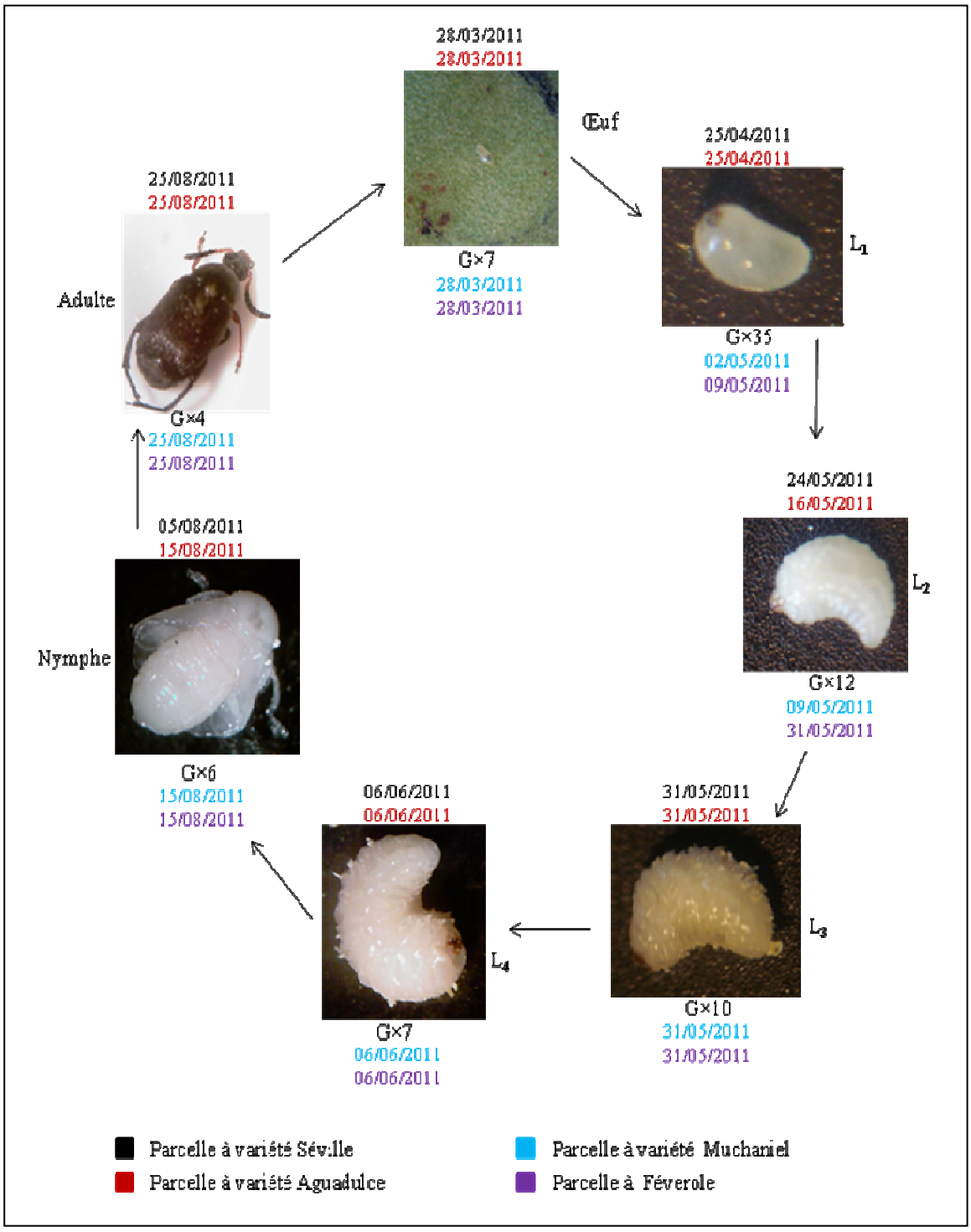


Figure 18 : Cycle biologique de *B. rufimanus* dans les différentes parcelles d'étude (Originale)

4- Discussion

Durant notre période d'étude, la durée du développement embryonnaire chez *B. rufimanus* est de 26 jours, sur la variété Séville et Aguadulce. Pour la variété Muchaniel et la Féverole, cette durée est de 35 et 42, jours respectivement. Nous avons noté les premières pontes le 28 mars. Selon CAMBELL (1920), l'incubation des œufs de *B. rufimanus* dure 9 à 18 jours avec une moyenne de 13 jours. TAUPIN (1985) et MEDJDOUB et *al.* (2007) rapportent que la durée de l'incubation est de 10 jours, à 22°C. BOUGHDAD (1994), estime que le développement embryonnaire s'effectue entre 5 et 20 jours, selon la date de la ponte.

Pour LARDJANE-HAMITI (2009), la durée du développement embryonnaire varie d'une année à une autre, elle s'étale sur 36 jours environ. KAMITO et SAKAI (1931) ont constaté une durée moyenne de 11 jours.

Après l'éclosion des œufs pondus par les femelles de *B. rufimanus* sur les gousses de *V. faba* et après développement embryonnaire, les larves néonates pénètrent dans la gousse et s'installent dans la graine en croissance. Le développement larvaire démarre au champ, dans des graines vertes et continue pendant le stockage à l'intérieur des graines mûres et sèches. Sa durée dépend de la vitesse d'évolution de la graine et aussi, de la rapidité de croissance de la culture. La nymphose s'effectue à l'intérieur de la graine stockée.

D'après nos résultats, le développement des larves du premier stade s'est effectué entièrement au champ, dans les différentes parcelles. Leur présence s'échelonne sur 31 jours dans la parcelle à variété Séville et Aguadulce, 29 jours sur la variété Muchaniel et la plus courte durée de leur présence est de 15 jours sur la Féverole. En Algérie, MEDJDOUB-BENSAAD (2007) note que la durée du premier stade larvaire varie entre 31 et 77 jours en moyenne, pour LARDJANE-HAMITI (2009), la présence de ce stade s'échelonne sur environ 80 jours. Au Maroc, BOUGHDAD (1994) montre que la durée de ce stade larvaire est de 24 à 36, 26 à 39 et 18 à 27 jours en 1989, 1990 et 1991, respectivement.

Le deuxième stade larvaire se développent dans les graines mûres et sèches. Nos résultats sont différents aux observations de BOUGHDAD (1994), qui dit qu'environ 99% des larves du 2ème stade se développent au champ, et seule une faible proportion se rencontre dans les graines après la récolte. Pour MEDJDOUB-BENSAAD et KHELLIL (2008), le 2ème stade larvaire a lieu sur les gousses vertes. LARDJANE-HAMITI (2009) rapporte que les larves du deuxième stade évoluent dans les graines vertes, avec une faible proportion et

continuent dans les graines sèches. La durée du développement de ce stade L_2 varie entre 84 et 108 jours, sous nos conditions. C'est le stade qui dure le plus longtemps. L'étalement important de ce stade s'explique par l'échelonnement de la ponte, qui s'effectue aussi bien sur les jeunes gousses, que sur les gousses mûres encore vertes, ainsi probablement dû aux conditions climatiques défavorables comme le froid. CHAKIR (1998) attribue ce ralentissement au changement de l'état physique et probablement nutritionnel des graines, au cours de leur croissance.

Les larves du troisième stade se développent exclusivement dans les graines sèches. La durée de ce stade est de 98, 105, 95 et 105 jours, respectivement sur les variétés Séville, Aguadulce, Muchaniel et la Féverole. Selon MEDJDOUB-BENSAAD et *al*. (2007), ce stade de développement dure environ 98 jours, pour LARDJANE-HAMITI (2009), il s'étale de 70 à 77 jours. Nos résultats sont similaires à ceux de BOUGHDAD (1994) qui observe aussi 105 jours pour la L_3.

Les larves du 4ème stade sont également prélevées dans les graines sèches entreposées, ces larves s'observent sur une période de 88 à 98 jours dans les différentes parcelles testées. C'est une durée très courte, qui est probablement liée aux conditions climatique favorables, notamment les températures qui ne diffèrent pas dans le temps, aussi bien au niveau du champ, qu'à l'entrepôt de stockage, qui favorisent un développement si rapide des larves de ce stade. Cependant, LARDJANE-HAMITI (2009) observe un étalement important de ce stade entre 70 à 98 jours. Selon BOUGHDAD (1994), le 4ème stade larvaire, met le plus de temps pour se développer.

La durée du développement du stade nymphal est comprise entre 35 et 42 jours, cette nymphose se déroule à l'intérieur des graines sèches. Dans les conditions de nos agrosystèmes, les nymphes se transforment en adultes durant une période de 20 jours en moyenne. Cette durée ne serait en moyenne que seulement de 6 jours pour BALACHOWSKY (1962). JUCHNOWICZ (1957) cité par HOFMANN et *al*. (1962) indique une période de nymphose de 13 jours. BOUGHDAD (1994) estime qu'au Maroc, ce stade dure deux semaines, et plus de deux semaines respectivement dans la région de Ain Sbit et Meknès.

Dans les différentes parcelles d'études, les adultes de *B. rufimanus* sont apparus durant la 3ème semaine du mois d'août (25 août). Nos résultats rejoignent ceux trouvés par MEDJDOUB-BENSAAD et *al*. (2010) qui rapportent que, les premiers adultes émergent des graines à partir de la troisième semaine du mois d'août. De même pour

LARDJANE-HAMITI (2009), les imagos apparaissent vers la troisième semaine du mois d'août. La connaissance du devenir de ces adultes, notamment leur survie et leur évasion de ces lieux, permet de mieux comprendre les conditions d'infestation des fèves au champ.

Le cycle biologique entier (de l'œuf jusqu'à l'apparition des premiers adultes) de *B. rufimanus* s'échelonne, pour la population étudiée, sur quatre mois et 27 jours, dans les différentes parcelles étudiées. Nos résultats concordent avec ceux trouvés par MEDJDOUB-BENSAAD (2007) et LARDJANE-HAMITI (2009). Le premier auteur rapporte que *B. rufimanus* accomplit son cycle de développement, durant les quatre années agricoles (2002, 2003, 2004 et 2005), sur une période allant de 4 mois et une semaine à 5 mois et demi. Pour le 2ème auteur, l'accomplissement du cycle est de 4 mois et 23 jours à 5 mois et 8 jours.

Au Maroc, le développement larvaire de *B.rufimanus* dure en moyenne 14 à 15 semaines, selon les années (BOUGHDAD, 1994). KAMITO et SAKAI (1931) constatent que la vie larvaire dure 75 jours, pour JUCHNOWICZ (1957), 40 jours suffisent. TAUPIN (1985) estime que ce développement s'étale de 2 à 3 mois, en France.

Le développement larvaire s'effectue ainsi en quatre stades et se déroule dans des conditions trophiques différentes. Les L_1 évoluent exclusivement dans les graines vertes et les L_2 dans les graines mûres et sèches, les L_3 et les L_4 dans les graines sèches entreposées. Par contre CHAKIR (1998) et MEDJDOUB-BENSAAD (2007) soulignent que les larves L_1 et L_2, se développent dans les graines vertes, les L_4 dans les graines mûres et sèches et entre ces deux extrêmes, les L_3 évoluent en partie dans les graines en maturité et dans les graines sèches.

Conclusion générale

Au terme de notre travail, divers aspects de l'écologie et de la biologie de la bruche de la fève ont été étudiés dans la région de Tizi-Rached et au laboratoire. Notre travail a pour objectif, la connaissance des conditions de la colonisation du ravageur, en rapport avec les stades phénologiques de sa plante hôte *Vicia faba*, les facteurs favorisant son activité et les processus de l'infestation des parcelles de *V. faba*, à savoir la Séville, l'Aguadulce, la Muchaniel et la féverole au champ, afin de mettre au point des méthodes de lutte adaptées aux conditions de nos agrosystèmes.

Bruchus rufimanus est une espèce monovoltine pourvue d'une aptitude colonisatrice, son cycle est étroitement lié à celui de sa plante hôte. En l'absence de l'hôte, la bruche observe une diapause reproductrice.

La colonisation des champs par *B.rufimanus* se fait par les adultes, soit en accompagnant la graine, dès le semis soit à partir des sites d'hivernation.

Les mécanismes déterminant la colonisation des plantes hôtes comportent principalement des facteurs de l'environnement, en l'occurrence la photopériode, la température et vraisemblablement l'hygrométrie, dans le cas des bruches hivernant à l'intérieur de la graine. Dans le cas où les bruches hivernent à l'extérieur de cette dernière, la colonisation des champs conduit l'insecte à dépenser plus d'énergie, dans la recherche de l'hôte par rapport aux bruches accompagnant les semences.

D'après nos résultats, la colonisation des champs de *V. faba* s'effectue progressivement et coïncide avec la période de floraison de la plante hôte *V. faba* ; la parcelle à variété Séville et Muchaniel sont colonisées à la pleine floraison, l'Aguadulce et la Féverole au début de floraison. Ce stade parait dépendre des facteurs climatiques et de la phénologie de la plante hôte. Après la floraison de la fève, le nombre d'adulte diminue, au fur et à mesure que l'on s'approche de la maturité des gousses.

La plante hôte, comme source de nourriture, joue un rôle déterminant dans la dynamique des populations de *B. rufimanus.*

La diapause entraine la synchronisation des périodes de reproduction de la bruche et de sa plante hôte. Les fleurs permettent un ajustement plus fin, entre la ponte et la formation des gousses.

A partir des résultats obtenus, nous constatons que l'activité des adultes mâles et femelles de *B. rufimanus* varie dans le temps et dans l'espace, dans les différentes variétés de fèves et la féverole.

Plusieurs facteurs favorisent la reproduction de l'insecte et entrainent un étalement important de l'activité de ponte, à savoir la température, hygrométrie et photopériode.

Au champ les différentes activités imaginales (alimentation, ovogenèse et oviposition) sont en fonction des effectifs de fleurs et de gousses.

Les œufs sont déposés sur les gousses dès leur formation dans les différentes parcelles, lorsque les femelles sont essentiellement actives après l'ingestion du pollen de la plante hôte. La ponte a lieu tout au long de la période de formation des gousses, elle diminue avec la maturité et le vieillissement de ces dernières.

L'activité de ponte s'échelonne sur une période d'environ 8 semaines, pour la variété Séville, Muchaniel, Féverole et 9 semaines, pour la variété Aguadulce.

D'après les résultats obtenus, les femelles de *B. rufimanus* ne manifestent aucune différence significative pour la ponte des œufs sur les gousses âgées et les gousses jeunes et ce, pour toutes les variétés de fèves et la féverole.

Le développement larvaire se fait parallèlement au développement des graines. Ce développement débute, à l'intérieur des graines vertes et se poursuit lorsque, les graines sont devenues mûres et sèches. Le cycle du développement entier (de l'œuf jusqu'à l'apparition des premiers adultes) se déroule en quatre mois et 27 jours, dans les différentes parcelles d'étude.

Durant la période de floraison et pour toutes les variétés de fèves et de féverole, la majorité des mâles ont tous des organes reproducteurs développés et fonctionnels et cette activité reproductrice se poursuit, jusqu'à la fin de la colonisation. L'activité ovarienne des femelles de *B. rufimanus* est moins importante, pour la variété Séville, Muchaniel et la Féverole. Par contre, pour la variété Aguadulce cette activité est élevée pendant cette période de floraison et se poursuit même après ce temps et cela, pour les autres plantes hôtes.

Les résultats de notre étude montrent que le taux d'infestation des gousses est significativement différent, dans les différentes parcelles. Il est plus élevé sur la variété Muchaniel, suivi par la variété Aguadulce puis Séville. La Féverole est la moins infestée. Cela signifie que la ponte ne se fait pas au hasard, autrement dit, le ravageur exprime une préférence pour la variété Muchaniel.

La lutte contre la bruche doit, vu la rentabilité de la culture, débuter par des techniques culturales moins coûteuse : telles l'usage de semences saines, l'élimination des plantes adventices, qui constituent une nourriture additionnelle, pour l'insecte.

La lutte chimique au champ, doit viser les adultes, afin d'empêcher la ponte. La destruction des adultes avant leur évasion des stocks, permet de réduire la source d'infestation.

Les possibilités des déplacements des adultes font que la lutte doit être entreprise dans toute la région, avec sensibilisation des agriculteurs.

L'extraction des substances des plantes ayant une activité insecticide ainsi que leur utilisation, peut constituer une solution à la fois efficace et économique.

D'après nos résultats et vu la sensibilité de la variété Muchaniel aux attaques de *B. rufimanus*, nous recommandons aux agriculteurs, à ne pas utiliser cette culture comme semence dans notre région d'étude. La Féverole est donc préconisée, vu qu'elle est moins sensible à l'égard de ce bio-agresseur.

Références bibliographiques

ABBAD ANDALOUSSI F., 2001. Screening of *Vicia faba* for resistance to the ‘‘giant race’’of *Ditylenchus dipsaci* in Morocco. Nematol.Mediterr.29, 29–33.

ABBES Z., KHARRAT M., SHAABAN K. et BAYAA B., 2010. Comportement de différentes accessions améliorées de féverole (*Vicia faba* L.) vis –à-vis d’*Orobanche crenata* Forks. et *Orobanche foetida* Poir. Cah. Agric, 19 n°3: 194-199.

ABOU-ZEID N. M., 2002. Current status of food legumes diseases in Egypt. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.

AIT ABDELLAH F. et HAMADACHE A., 1996. Effet de la période de semis, de la variété et de l’utilisation du Glycophosphate sur le contrôle de l’Orobanche chez la fève (*Vicia faba*) dans une zone sub-humide numéro spécial fève N° 29 , 27-30.

AMAMRA M., 2002 : Le Développement du Secteur des Légumineuses Alimentaires en Algérie : point de Vue de la Profession. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.

ANONYME, 1985. Séminaire national sur les légumes secs, caractéristiques, exigences et potentiel de production des différentes variétés de légumes secs I.T.G.C, 15p.

ANONYME, 1997. Cultures industrielles : La lentille, la fève, le pois chiche, le soja, la betterave à sucre. Laboratoire d’agriculture. I. N. A. 15 p.

ANONYME, 2007. La féverole de la plante à ses utilisations. Intérêt cultural de la fève, 15p.

A**NONYME, 2009**. Ministère de l’agriculture. Direction des statistiques agricoles et des enquêtes économiques. Analyse statistique de l’évolution de la culture des principaux produits agricoles durant la période 1999– 2009, 60p.

ANONYME, 2010. Statistiques agricoles. Direction des services agricoles de la wilaya de Tizi-Ouzou. 1p.

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

APPERT J. et DEUSE J., 1982. Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques. Ed. G-P. Maisonneuvre et Larose. Paris, 420p.

AUBERT L., 1971. Atlas des coléoptères de France, Belgique, Suisse, TH, Ed. Bourrée, Paris, 380 p.

AVERSENQ P., GOUTIER J. et GUEGUEN M., 2008. Le truffaut. Anti-maladies et parasites. Larousse. Edition Octavo. 224p.

BALACHOWSKY A.S., 1962. Entomologie appliquée à l’agriculture. Ed. Masson et Cies, Tome I. Vole I, 564 p.

BENACHOUR K., LOUADI K. et TERZO M., 2007. Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenoptera ; Apoidea) dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba* L. var major) (Fabacae) en région de Constantine (Algérie). Ann. Soc. Entomol. Fr. (n.s), 43 (2) : 213-219.

BENEDICT J.H., WOLFENBARGER D.A., BRYANT Jr V.M. et GEORGE D.M., 1991. Pollens ingested by boll weels (Coleoptera: Curculionidae) in soutern Texas an north eastern Mexico. J. Econ. Entomol. 84(1) : 126-131.

BERNE J.J. et DARDY J.M., 1987. La bruche sur fèverole : Un ravageur bien difficile à maîtriser. Phytoma. Défense des cultures. Phytoma, N° 338, pp 30-32.

BISHARA A. et WEIGAND C., 1991. Statut of insect pests of faba bean in the Mediterranean region and methods of control. Options méditerranéennes. Present statut and future persects of faba bean production, I.C.A.R.D.A. Serie A, N° 10, pp 67-74.

BLACKMAN R.L. et EASTOP V.F., 2007. Taxonomic issues (Chapter 1). In: VAN EMDEN H.F., HARRINGTON R. (Eds.), Aphids as Crop Pests. CABI International, Oxford shire, U.K. 968-1003.

BOUFFARD M.G., 1996. Etude de quelques critères de résistance par Antibiose à *Myzus persicae* (Sulz.) et à *Aulacorthum solani* (Kltb) chez trois plantes-hôtes (pomme de terre, féverole et choux chinois). Mémoire Dipl. d'agro. appro., protection des cultures, Ecole Nati. Sup. agro., Montpellier, 27 p.

BOUGHDAD A., 1994. Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus* (Boh.) sur *Vicia faba* L. au Maroc : Thèse d'Etat en Sciences, N° 3628 Université de Paris-Sud Orsay, 182 p.

BOUGHDAD A., 1996. *Bruchus rufimanus*, un insecte ravageur des graines de *V.faba* L au Maroc. Réhabilitation of faba bean Ed actes. pp 179-184.

BOUGHDAD A. et LAUGE G., 1997. Cycle biologique de *Bruchus rufimanus* (Boh.) (Coleopterra : Bruchidae) sur *Vicia faba* L var. minor (légumineuse) au Maroc.

BOUHACHEM S., 2002. Les pucerons de la féverole en Tunisie. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.

BOUSSAD F. et DOUMANDJI S., 2004. Les principaux ravageurs et prédateurs de la fève inventoriés à la ferme pilote d'El-Alia. Lab. Entomo.Dép.Zoo.Agri.et for., Inst.Nat.Agro. , El-Harrach, p 9.

BOUSSAD F., 2006. Relations invertébrés fève (*Vicia.faba* L.) – comportement d'*Aphis fabae* Scopoli sur quatre variétés de fève dans la banlieue d'El-Harrach. Thèse Magister. Agro. Inst. Nat. Agro. El-Harrach, 179 p.

CAMBELL R.E., 1920. A suggestion of a possible control of pea and bean weevils. J. Econ. Entomol 12: 284-288.

CASARI S.A. et TEIXEIRA E.P., 1997. Description and biological notes of final larval instra pupa of some seed beetles (Coléoptère : Bruchidae), Annales de la société entomologique de France. Vol 33, N°3, pp 295-323.

CHAFI M.H. et BENSOLTANE A., 2009. *Vicia faba* (L), A Source of Organic and Biological Manure for the Algerian Arid Regions. World J. Agric. Sci., 5 (6): 698-706.

CHAKIR S., 1998. Biologie de *Bruchus rufimanus* (BOH) (Coleoptera : Bruchidae) et processus d'infestation aux champs. Thèse de doctorat es-sciences agronomiques Institut Agro et vet HASSAN II Maroc 124p.

CHAUX C. et FOURY C., 1994. Production légumières secs, Tome 3, légumineuses potagères, légumes, fruits. Technique et documentation Lavoisier F75384 Paris Cedex 08, pp 3-15.

CHIPPENDALE G.M., 1982. Insect diapause, the seasonal synchrosium of life cycle, and management strategies. Ent. Exp.& appl. 31: 24-35.

CLEMENT J.M., 1981. Larousse agricole, 541p.

DAGNELIE P., 1973. Théories et méthodes statistiques applications agronomiques. Vol 1. Ed. Presses Agronomique de Gembloux, 378p.

DAGNELIE P., 1975. Théories et méthodes statistiques. Vol 2. Ed. Presses Agronomiques de Gembloux A. S. B. L., 463p.

DAGNELIE P., 1992. Statistique théorique et appliquée. Tome 1. Ed. GEMBLOUX, A.S.B.L. Belgique, 492 pages.

DAJOZ N., 1982. Elément d'écologie. Ed. GAUTHIER-Villars, Paris, p 503.

DAJOZ R., **1985.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, 505 p.

DAJOZ R., 2000. Eléments d'écologie. Ed. Bordas. Paris, 5ème édition. 540p.

DAJOZ R., 2006. Précis d'écologie. Ed. Dunod. Paris, 8ème édition. 631p.

DAOUI K., 2007. Recherche de stratégies d'amélioration de l'efficience d'utilisation du phosphore chez la fève (*Vicia faba* L.) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc. Thèse de doctorat. Science agronomiques et ingénierie biologique. Louvain. 227p.

DE LUCA Y., 1966. Alimentation des Bruchidae (Col.), Parasitica, 22 :26-54.

DENLINGER L., YOCUM G.D. et RINEHART J.P., 2005. Hormonal control of diapause. Comprehensive molecular insect science. Edited by Lawrence L. Iatrou Sarjeet et S. Gill., pp 615-649.

DOYLE J.J. et LUCKOW M.A., 2003. The rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic context. Plant Physiol 131:900-910.

DUPONT P., 1990. Contribution a l'étude des populations de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus (*BOH). Analyse des relations spatio-temporelles entre la bruche et sa plante hôte. Thèse de doctorat d'état. Université de Tours, 168p.

DUPONT P. et HUIGNARD J., 1990. Relationships between *Bruchus.rufimanus* (BOH) (Coleoptera: Bruchidae) and the phenology of its host plant *V.faba* L their importance in the special distribution of the insects, symp. Biol. Hung N°39, pp 255-263.

EBADAH I.M.A., MAHMOUD Y.A., MOAWAD S.S., 2006. Suceptibility of some faba bean cultivars to field infestation with some insect pests. Research journal of agriculture and biological sciences, 2 (6): 537-540.

EL BOUHAMDI K. et SADIKI M., 2002. Evaluation d'une collection de populations Marocaines locales de fève et de féverole pour la tolérance à la sécheresse. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.

EL-DEFRAWI G., EL-GANTIRY A.M., WEIGAND S. and KHALIL S.A., 1991. Screening of faba bean (*Vicia faba* L.) for resistance to *Aphis craccivora* Koch. *Arab. J. Pl. Prot.* **9** (2): 138-141.

FATEMI Z., 1998 . Les cultures des légumineuses alimentaires au Maroc. INRA, Domaine expérimental de Douyet. Fès, Morroco. N°148. 38p.

FELETCHER B.S. et PROKOPY R.J., 1991. Host location and oviposition in tephritid fruit flies. In: Reproductive behavior of insects. Individuals and populations. Bailey W.J. et Ridsdill-Smith J. (Eds). Chapman et Hall, New York. pp 139-171.

FELIACHI K., 2002. Le développement des légumineuses alimentaires et les perspectives de relance en Algérie. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.

FLINN P.W. et HAGTRUM D.W., 1990. Simulation comparing the effectiveness of various stored-gain management practices used to control *Rhysopertha dominica*. Environnemental Entomology 19, 725-729.

FRANSSEN C.J.H., 1955. De bestrijding van de Tuinbonenkever, *Bruchus rufimanus* Boh., volgens de Ouiwikkeling van het gawas, -T- Piziekten, 61, 52-55.

FRANSSEN C.J.H., 1956. De levenswijze en de besytrijding van de tuinboonkeverversl. Landbbouke. Onders.62 (10) : pp 1-75.

GAIN E., 1978. Note sur la germination des graines de légumineuses habitées par les bruches; C.R. 1897, 2ème semestre, T-CXXV, 3, pp. 195-197.

GENDUSO P., 1978. Insectes nuisibles aux légumineuses en Sicile. Observations sur l'hivernage des bruches univoltines *Boll. Inst. Ent. Agr. Oss. Fitopat. Palermo*. 10 : 169-176.

GEPTS P., BEAVIS W.D., BRUMMER E.C., SHOEMAKER R.C., STALKER H.T., WEEDEN N.F. et YOUNG N.D., 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.

GERARD C., 1990. La féverole, encyclopédique techniques agricoles. Partie production végétale : 2213p.

GIOVE R.M. et ABIS S., 2007. Place de la Méditerranée dans la production mondiale de fruits et légumes. Les notes d'analyse du CIHEAM 23 : 1-21

GORDON M.M., 2004. Haricots secs: Situation, Prospective et Agroalimentaire. Canada, pp 1-7.

GOYOAGA C.,BURBANO C., CUADRADO C., ROMERO R., GUILLAMO´N E., VARELA A., PEDROSA M.M. et MUZQUIZ M., 2011. Content and distribution of protein, sugars and inositol phosphates during the germination and seedling growth of two cultivars of *Vicia faba*. Journal of Food Composition and Analysis 24, 391–397.

GREEN C.F., HEBBLETHWAI A. et HELENE R., 1986. The practice irrigating of faba bean. Revue fabis news letter N° 5 Ed.ICARDA (Syrie), pp 26-31.

HAMADACHE A., 2003. La féverole. Inst. Techn. Gr. Cult (T.T.G.C) ,13p.

HOFFMANN A., 1945. Faune de France, Bruchidae, Ed. Paul le chevalier, Paris T44, 184 p.

HOFFMANN A. et LABEYRIE V., 1962. Sous famille des Bruchidae. In Balachowsky A.S., Entomologie appliquée à l'agriculture. Coléoptère, Tome I, Volume I, Ed. Masson et Cie, pp 185-188.

HOFFMANN A., LABEYRIE V. et BALACHOWSKY A.S., 1962. Famille des Bruchidae -in Entomologie appl. à l'agriculture, 434-494, (1), Balachowsky ed., Masson publ., Paris, 564p.

HUIGNARD J., DUPONT P. et TRAN B., 1990. Coevolutionary relations between bruchids and their host plants. The influence of the physiology of the insects. In K, Fuji et al (Eds) Bruchids and legume economics, ecology and coevolution, pp.191-179.

JOHNSON C.D. et SLOBODOCHIKOF C.N., 1979. Coevolution of Cassia (Leguminosae) and its seed predators (Bruchidae) Environ. Entomol. 8: 1059-1064.

JOHNSON C.D., 1981. Seed beetle host specificity and the systematic of the Leguminisae in: Advances in Legume Systematics POLHILL. R.M et REVEN, P.H. Eds. Royal Botanic Gardens. Kew, U. K: 995-1027.

JOHNSON C.D., 1994. The enigma of the relationships between seeds, seeds beetles, elephants, cattle and other organisms. Aridius 6: 1-4.

KAMEL A.H., 1982. Faba bean pests in Egypt. Faba bean improvement-Cairo, ICARDA, pp 271-275.

KANIUCZAK Z., 2006. WYSTĘPOWANIE ORAZ SZKODLIWOŚĆ STRĄKOWCA BOBOWEGO (*BRUCHUS RUFIMANUS* BOH.) NA BOBIKU. Progress in Plant Protection / Postępy w Ochronie Roślin, 46 (2) 473-475.

KERGOAT, 2004. Le genre *Bruchidius* (Coleoptera, Bruchidae) : un modèle pour l'étude des relations évolutives entre les insectes et les plantes. Thèse de Doctorat. Université Paris 6-Pierre et Marie Curie. 188p.

KHALDI R., ZEKRI S., MAATOUGUI M.E.H. et BEN YASSINE A., 2002 : L'Economie des Légumineuses Alimentaires au Maghreb et dans le Monde. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.

KHARRAT, 2002. Etude de la Virulence de l'Ecotype de Beja d'*Orobanche foetida* sur Différentes Espèces de Légumineuses. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.

KHARRAT, 2002. Sélection de Lignées de Féverole Résistantes à l'Anthracnose, Causée par *Ascophyta fabae.* Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.

KHARRAT M., SADIKI M. et MAATOUGUI M.E.H., 2002. Analyse de la Stabilité du Rendement de Lignées Améliorées de Fève et de Féverole dans la Région du Maghreb. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.

KHARRAT M., ZOUAOUI M., SAFFOUR K. et SOUISSI T., 2002. Lutte chimique contre l'*Orobanche foetida* sur lafève. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.

KINGSOLVER J.M. 2004. Handbook of the Bruchidae of the United States and Canada (Insecta : Coleoptera). U.S. Department, of Agriculture, Technical Bulletin Number 1912, 2 vol., 636 p.

KLEIN P. et SANSON J., 1925. Météorologie et physique agricoles. Ed. J. B. Baillière et fils, Paris, 464 p.

KOLEV N., 1976. Les cultures maraîchères en Algérie ; légumes, fruits, Ed J. BAILLIERE. Paris. Vol I, 207 p.

KOPTUR S. et LAWTON J.A., 1988. Interactions among vetches bearing extrafloral nectaries, their biotic protective agents, and herbivores, Ecology, 69 (1): 278-283

KUMAR R., 1991. La lutte contre les insectes ravageurs, 305 p.

LABEYRIE V. et MAISON P., 1954. Sur les relations entre la ponte d'*Acanthoscelides obtectus* dans la nature et les stades phénologiques de *Phaseolus vulgaris* - C. R. Ac. Sc. Paris, 238, 1920-1922.

LABORIUS A., SABA F., 1977. Les insectes nuisibles aux graines des légumineuses au Maroc et leur importance économique. Comm. Journ. Phytiatrie et phytopharmacie. Cvi. Med. A Rabat, pp71-73.

LAHMAR M., 1987 . Les insectes nuisibles aux cultures de légumineuses alimentaires au Maroc. Food Legume Improvment Procedings of Training Course, I.C.A.R.D.A, pp 60-62

LARDJANE-HAMITI A., 2009. Contribution à l'étude des populations de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOHEMAN 1833)) (Coleoptera : Bruchidae) durant les périodes de diapause et d'activité reproductrice. Analyse des relations spatio-temporelles entre la bruche et sa plante hôte. Thèse Magister. Inst. Bio.Tizi-Ouzou, 108p.

LARRALD J. et MARTINEZ J.A., 1991 : Nutritionnal value of faba bean : effect on nutrient utilization, protein turnover and immunity. Options méditerranéennes : present statut and future perspects of faba bean production, I.C.A.R.D.A. Série A, N°10, pp. 111-117.

LAUMONIER R., 1979 : Cultures légumières et maraîchères, Tome III. Ed.J.B. BAILLIERE, 276p.

LAZREK F., HUGUET T. et AOUANI M.E., 2002. Réponse au stress salin de lignées Tunisiennes de *Medicago truncatula.* Actes du Symposium Franco Maghrébin : Applications Biotechnologique de la Fixation de l'Azote, Hammamet, Tunisie, 15-18.

LAZREK-BEN FRIHA F., 2008. Analyse de la diversité génétique et symbiotique des populations naturelles tunisiennes de *Medicago truncatula* et recherche de QTL liés au stress salin. Thèse de doctorat. Sciences biologiques. Université de Toulouse. 255p.

LEBRETON J.C., LEGRAET S., GUIBERT S., MASSON F., RIGAUD J.P. et ROCTON L., 2009. La féverole d'hiver, chambre d'agriculture de l'Orne, 10p.

LEPESME P., 1944. Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés Ed. Paul. Le chevalier, Paris 335p.

MAATOUGUI M.E.H., 1996. Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance, in réhabilitation of *faba bean*. Ed. actes, Rabat (Maroc) 202 p.

MALAM K. M., 1989. Observations sur les conditions d'infestation de la fève par *Bruchus rufimanus*. Choix d'une époque favorable à une intervention chimique. Mémoire de fin d'étude, E.N.A, Meknès, 64 p**.**

MAOUI R., **SAY B., EL HADJ B., FRIKH A. et GIRARD C., 1990.** La culture de la fèverole en Tunisie. Ed. I.N.R.A.T, O.N.H., AGROPOL. et I.T.C.F., 16 p.

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

MEDJDOUB-BENSAAD F., 2007. Etude bioécologique de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH.1833) (Coleoptera : Bruchidae). Cycle biologique et diapause reproductrice dans la région de Tizi-Ouzou : Thèse de doctorat d'état. Université de Tizi-Ouzou. 130p.

MEDJDOUB-BENSAAD F., KHELIL M.A. et HUIGNARD J., 2007. Bioecology of broad bean Bruchid *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera:Bruchidae) in a region of Kabylia. Algeria. AJAR. Vol 2 (9) pp 412-417.

MEDJDOUB-BENSAAD F., KHELIL M.A., 2008. Bioecologie de la bruche de la fève (*Bruchus rufimanus* BOH.) dans la région de Tizi-Ouzou. Résumé. Valorisation des actions de l'homme pour la sur la protection de l'environnement et application en santé publique. Univ.Tlemcen. p12.

MEDJDOUB-BENSAAD F., KHELIL M.A. et HUIGNARD J., 2010. Bioecologie et diapause reproductrice de la Bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*, Coleoptera : Bruchidae) dans la région de Tizi-Ouzou. Résumé. 3ème Séminaire International de Biologie Animale. Univ. Mentouri-Canstantine.p35.

MEDJDOUB-BENSAAD F., KHELIL M.A. et HUIGNARD J., 2011. Biologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* et changements biochimiques chez les adultes en diapause et en activité reproductrice. Revue de la faculté des sciences de Bizerte. Université de Carthage. Volume IV, pp 89-96.

MERADSI F., 2008. Contribution à l'étude de la résistance naturelle de la fève *Vicia faba* L. au puceron noir *Aphis fabae* Scopoli, 1763 (Homoptera: Aphididae). Thèse Magister. Université El-Hadj Lakhdar -Batna-. 73p.

MESKINE M., BOUZNAD Z., ALLAGUI M.B. et AZIRI H., 2002. La Rouille des fèves dans le Maghreb : Incidence de la Maladie et Sources de Résistance. Proceedings du 2ème séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « *Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb* », Hammamet, Tunisie, 100p.

MOUHOUCHE F. et SADOU M.K., 2001. Stratégie de lutte chimique contre la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH.) Revue céréaliculture N° 36, Ed. I.T.G.C., : 2 1-26.

MOUHOUCHE F., 1997. Principaux ravageurs des fèves en Algérie, p 33 cité dans les maladies, les adventices et ravageurs des fèves en Algérie. Manuel de formation, Rés. Mghr. Rech. sur fèves (Rémafève), Inst.Tech.Agr.Inst.Nati.Pro.Vég.Inst.Agro., 52p.

O.N.M., 2011. Relevés météorologiques de l'année 2011. Office National de Météorologie, Tizi-Ouzou, 1p.

PAJNI H.R. et SOOD S., 1975. Effect of pollen feeding in maturation and copulation in the beetle *Bruchus pisorum* L., Indian J. Exper. Biol., 13: 202-203.

PERON J-Y., 2006. Références. Production légumières.2ème Ed. 613 p.

PLANQUAERT P.H. et GIRARD G., 1987. La fèverole d'hiver, Revue, I.T.C F 3ème Trim. 32p.

RACHEF S.A., OUAMER F. et **OUFFROUKH A., 2005.** Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (Identification et caractérisation). I.N.R.A.,16:36-41.

RAMADE F., **1984**. Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed . MC GRAW HILL, Paris, 397 p.

RAMADE F., **1990.** Conservation des écosystèmes méditerranéens, enjeux et précipitation. Ed .Economica. Paris, fasc. 3, 144 p.

RAMADE F., **1993**. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Ediscience international, Paris, 822 p.

RHAIM A., 2002. Studies on the pathogenic variability among isolates of *Botrytis spp*. From Tunisia and resistance of faba bean genotypes to chocolate spot. In: 11 congress of the Mediterranean phytopathological union et 3 congress of the sociedade portuguesa de Fitopatologia, Evora, Portugal, 146-148. Andalus Academic publishing, 209p.

ROBERT Y., BOUCHERY Y., BOURNEVILLE R., CAUBEL G., DEDRYVER CH., RABASSE J.M. et STOCKEL J., 1975. Inventaire des principaux ravageurs des cultures protéagineuses (féverole, pois, soja), Phytiatrie-Phytopharmacie, 24 : 107-122.

SABBOUR M.M. et E-ABD-EL-AZIZ S., 2007. Efficiency of some bioinsecticides against brood bean beetle, *Bruchus rufimanus* (Coleoptera: Bruchidae). Research journal of agriculture and biological sciences, 3 (2): 67-72.

SACCHI C.F. et TESTARD P., 1971. Ecologie animale, organisme et milieu. 444p.

SADOU M.K., 1998. Mesure de l'intensité d'infestation de la fève par *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Bruchidae) dans la station expérimentale (Oued smar) proposition d'une stratégie de lutte chimique.Thèse de magister.Ins.Agr.El-Harrach. 96p

SAXENA M.C., 1991. Statut and scope production of *Faba bean* in the mediteranean contries options méditeraniennes: Present statut and future pespects of faba bean prodution, I.C.A.R.D.A. SERIE N°16, pp15-20.

SELTZER P., 1946. Le climat de l'Algérie .Alger Carbogel. 21 p.

SERPEILLE A., 1991. La bruche du haricot : un combat facile ; bulletin. F.N.M.S N°116, pp 32-54.

SINHA R. N., 1983. Effets of stored products beetle infestation on fat acidty seed germination, and microflora of wheat, J. Ecom. Entomol. N°76, pp 813-817.

SOUTHEGATE B.J., 1979. Biology of the Bruchidae. Ann. Revu. Entomol. 24, pp 449-473.

STODDARD F.L., NICHOLAS A.S., RUBIALES D., THOMAS J. et VILLEGAS-FERNANDEZ A.M., 2010. Integrated pest management in faba bean. Field Crops Research 11, 308-318.

TAUBER M.J. et TAUBER C.A., 1976. Insect seasonality diapause maintenance termination and post diapause development. Ann. Rev. Ent: 81-107.

TAUBER M.J.; TAUBER C.A. et MASAKI S., 1984. Adaptations to hazardous seasonal conditions: dormancy, migration and polyphenism. in : Ecologicol Entomology. HUFFAKER, C.B et RABB, R.L. ed. John Wiley et Sons New York: 149-183.

TAUPIN P., 1985. Les ravageurs de la féverole, cultures légumières phytoma N° 378, pp 43-46.

TAUPIN P., 2003. La Bruche de la fève. La fèverole fortement attaquée. Protéagineux d'hiver : penser à diversifier ses rotations, N° 293, pp 72-73.

TAWATIA B.S et VIRK A.S., 1996 : Faba bean information service. FABIS, N°38/39, I.C.A.R.D.A, pp. 1-8.

THOMAS F., 2008. La féverole confirme son intérêt. Techniques culturales simplifiées N°48. 4ème édition. 102p.

TRAN B., 1992. Caractérisation de l'état diapausant et induction de l'activité reproductrice chez *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Bruchidae). Thèse Doctorat science de la vie biologie des populations université F. Rabelais Tours. 99p**.**

TRAN B. et HUIGNARD J., 1992. Interactions between photoperiod and food affect the termination in reproductive diapause in *Bruchus rufimanus. J. Insect Physiol*., 36 : 633-642.

TURMEL J.-M. et TURMEL F., 1977. L'écologie. Ed . Larousse, Paris, 255 p

WALKELAND C., 1934. The influence of forestall areas on pea field populations of *Bruchus pisorum J. Econom. Entomol*. 27,5 : 981-986.

YAO K. et YANG C.T., 1985. Bionomics of the broad bean weevil, *Bruchus rufimanus* Boheman (Abstract). Acta Entomologica, Sinica, 28(1): 45-50.

ZAGHOUANE O., 1991. The situation of Faba bean (*Vicia faba* L.) in Algeria. Options méditerranéennes. Present statut and future perspects of faba bean production, I.C.A.R.D.A. Serie A, N°10. pp 123-125.

ZAGHOUANE O., ADJOUT N., BOUCHATA K., BUHAOUCHINE L., BRANKI N. et SERAN N., 2000. La réhabilitation et le développement des légumineuses alimentaires dans le cadre du plan national de développement agricole. Céréaliculture, N° 34, pp 61-67.

Tableau V: Températures mensuelles moyennes, maxima et minima de la région de Tizi-Rached d'octobre 2010 à septembre 2011 (Source : O.N.M.T.O., 2011).

Mois	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	juin	Juil.	août	Sep.
T°moy/max (°C)	26,2	19	16,7	15,8	15,7	19,5	23,5	25,6	31,3	32,1	35,4	33
T°moy/mini (°C)	14,4	10,9	7,2	6,9	6,3	8,7	12,1	14,3	15,6	16,4	17,9	16,8
T°moy/mensu (°C)	19,2	14,3	11,2	10,6	10,3	13,4	17,5	17,1	23,2	27,5	28,5	24,7

Tableau VI: Moyennes mensuelles d'humidité relative de l'air (en %) de la région de Tizi-Rached durant la période d'étude (O.N.M.T.O., 2011).

Mois	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	juin	Juil.	août	Sep.
H.R(%)	74	79	76	67	83	78	76	75	75	68	68	69

Tableau VII : Moyennes mensuelles des précipitations (en mm) de la région de Tizi-Rached (O.N.M.T.O., 2011).

Mois	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	juin	Juil.	août	Sep.
P (mm)	113,4	143,5	46,1	70,9	146,9	89,9	106,5	151,9	41	1,7	0,2	7,5

Tableau VIII : Moyennes mensuelles de la vitesse du vent (en m/s) dans la région de Tizi-Rached (O.N.M.T.O., 2011).

Mois	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	juin	Juil.	août	Sep.
Vent (m/s)	1,0	0,9	1,0	0,2	1,2	0,7	1,1	0,6				

Tableau IX: Evolution temporelle de la longueur moyenne (en cm) des 10 tiges échantillonnées dans les différentes parcelles d'étude.

	17/02	24/02	27/02	07/03	14/03	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05
Var. Séville	16	18,7	20,25	22,75	27,35	32,5	34	39,15	41,1	41	40,4	40,06	40,03
Var. Aguadulce	8,3	9,35	11	13,3	16,05	19,25	22,5	26,9	28,8	28,9	29,5	31,1	31
Var. Muchaniel	11,95	13,75	14,55	16,7	22,25	24,55	27,5	30,6	32,2	32,5	33,05	41,9	40,75
Var. Féverole	13	14,8	16,15	18,85	24,1	28,1	32,8	37,35	41,15	41,79	42,05	41,15	41

Tableau X : Evolution temporelle du nombre de *B. rufimanus* capturés en fonction de la période de floraison et de la fructification de *V. faba*. dans la parcelle à variété Séville.

Dates d'observation	24/02	27/02	07/03	14/03	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05
Nb. de mâles	0	0	0	10	21	17	5	1	0	0	0	0
Nb. de femelles	0	0	0	4	9	14	3	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	14	30	31	8	1	0	0	0	0
Nb. d'inflorescences	0	0,7	2,2	4,5	4,3	1,9	0,1	0	0	0	0	0
Nb. d'étages de gousses	0	0	0	0	0	2,4	2,5	2,6	2,1	1,9	1,4	1,3
Températures (°c)	10,00	11,30	14,50	18,90	10,80	13,80	18,60	16,50	17,70	15,10		
Précipitations (mm)	00	16,8	00	0,1	0,4	00	00	1,2	0,5	43		
Longueur du jour (H)	11 h08	13h05	11h06	9h58	10h30	10h20	10h40	10h03	10h15	10h12	10h30	10h22

Tableau XI: Evolution temporelle du nombre de *B. rufimanus* capturés en fonction de la période de floraison et de la fructification de *V. faba*. dans la parcelle à variété Aguadulce.

Dates d'observation	24/02	27/02	07/03	14/03	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05
Nb. de mâles	0	0	0	1	4	21	4	2	1	0	0	0
Nb. de femelles	0	0	0	1	4	16	5	2	0	0	0	0
Total	0	0	0	2	8	37	9	4	1	0	0	0
Nb. d'inflorescences	0	0	0,4	2,5	4,1	4,3	1,2	0,2	0	0	0	0
Nb. d'étages de gousses	0	0	0	0	0	1,3	2,2	2,3	1,8	1,6	1,4	1,4
Température (°c)	10,00	11,30	14,50	18,90	10,80	13,80	18,60	16,50	17,70	15,10		
Précipitation (mm)	00	16,8	00	0,1	0,4	00	00	1,2	0,5	43		
Longueur du jour (H)	11 h08	13h05	11h06	9h58	10h30	10h20	10h40	10h03	10h15	10h12	10h30	10h22

Tableau XII: Evolution temporelle du nombre de *B. rufimanus* capturés en fonction de la période de floraison et de la fructification de *V. faba*. dans la parcelle à variété Muchaniel.

Dates d'observation	24/02	27/02	07/03	14/03	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05
Nb. de mâles	0	0	0	3	6	20	5	0	0	0	0	0
Nb. de femelles	0	0	0	2	5	13	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	5	11	33	5	0	0	0	0	0
Nb. d'inflorescences	0	0,6	1,6	3,6	3,6	0,8	0,3	0	0	0	0	0
Nb. d'étages de gousses	0	0	0	0	0	1,8	2,1	2,1	2,4	1,8	3,5	1,5
Température (°c)	10,00	11,30	14,50	18,90	10,80	13,80	18,60	16,50	17,70	15,10		
Précipitation (mm)	00	16,8	00	0,1	0,4	00	00	1,2	0,5	43		
Longueur du jour (H)	11 h08	13h05	11h06	9h58	10h30	10h20	10h40	10h03	10h15	10h12	10h30	10h22

Tableau XIII : Evolution temporelle du nombre de *B. rufimanus* capturés en fonction de la période de floraison et de la fructification de *V. faba* dans la parcelle à Féverole.

Dates d'observation	24/02	27/02	07/03	14/03	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05
Nb. de mâles	0	0	0	2	4	14	2	2	2	0	0	0
Nb. de femelles	0	0	0	0	6	11	3	0	1	0	0	0
Total	0	0	0	2	10	25	5	2	3	0	0	0
Nb. d'inflorescences	0	0	0,5	2,9	4,3	3,7	2,7	0	0	0	0	0
Nb. d'étages de gousses	0	0	0	0	0	2,4	4,5	5,2	4,8	3,9	1,5	1,4
Température (°c)	10,00	11,30	14,50	18,90	10,80	13,80	18,60	16,50	17,70	15,10		
Précipitation (mm)	00	16,8	00	0,1	0,4	00	00	1,2	0,5	43		
Longueur du jour (H)	11 h08	13h05	11h06	9h58	10h30	10h20	10h40	10h03	10h15	10h12	10h30	10h22

Tableau XIV: Variation spatio-temporelle du nombre d'adultes capturés par semaine dans les cornets foliaires, les fleurs, les feuilles et les autres parties de la plante dans la parcelle à variété Séville durant la période d'étude.

Espace / Semaine	Cornets foliaires		Fleurs		Feuilles		Autres parties de la plante		**Total**
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	
14/03-21-03	02	00	07	04	01	00	00	00	**14**
22/03-28/03	02	00	18	08	01	01	00	00	**30**
29/03-04/04	00	02	13	08	04	04	00	00	**31**
05/04-11/04	00	00	02	01	03	02	00	00	**08**
12/04-18/04	00	00	00	00	01	00	00	00	**01**
19/04-25/04	00	00	00	00	00	00	00	00	**00**
Total	**04**	**02**	**40**	**21**	**10**	**07**	**00**	**00**	**84**

Tableau XV: Variation spatio-temporelle du nombre d'adultes capturés par semaine dans les cornets foliaires, les fleurs, les feuilles et les autres parties de la plante dans la parcelle à variété Aguadulce durant la période d'étude.

Espace / Semaine	Cornets foliaires		Fleurs		Feuilles		Autres parties de la plante		**Total**
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	
14/03-21-03	00	00	00	00	01	01	00	00	**02**
22/03-28/03	00	0	03	03	01	01	00	00	**08**
29/03-04/04	07	01	13	11	01	04	00	00	**37**
05/04-11/04	00	00	02	03	02	02	00	00	**09**
12/04-18/04	00	00	02	01	00	01	00	00	**04**
19/04-25/04	00	00	00	00	01	00	00	00	**01**
Total	**07**	**01**	**20**	**18**	**06**	**09**	**00**	**00**	**61**

Tableau XVI: Variation spatio-temporelle du nombre d'adultes capturés par semaine dans les cornets foliaires, les fleurs, les feuilles et les autres parties de la plante dans la parcelle à variété Muchaniel durant la période d'étude.

Espace / Semaine	Cornets foliaires		Fleurs		Feuilles		Autres parties de la plante		**Total**
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	
14/03-21-03	00	01	02	02	00	00	00	00	**05**
22/03-28/03	01	00	02	02	03	03	00	00	**11**
29/03-04/04	02	01	15	11	02	01	01	00	**33**
05/04-11/04	00	00	01	00	04	00	00	00	**05**
12/04-18/04	00	00	00	00	00	00	00	00	**00**
19/04-25/04	00	00	00	00	00	00	00	00	**00**
Total	**03**	**02**	**20**	**15**	**09**	**04**	**01**	**00**	**54**

Tableau XVII: Variation spatio-temporelle du nombre d'adultes capturés par semaine dans les cornets foliaires, les fleurs, les feuilles et les autres parties de la plante dans la parcelle à Fèverole durant la période d'étude.

Espace / Semaine	Cornets foliaires		Fleurs		Feuilles		Autres parties de la plante		**Total**
	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	mâles	femelles	
14/03-21-03	00	00	02	00	00	00	00	00	**02**
22/03-28/03	00	00	04	06	00	00	00	00	**10**
25/03-04/04	02	00	12	11	00	00	00	00	**25**
05/04-11/04	00	00	02	03	00	00	00	00	**05**
12/04-18/04	00	00	02	00	00	00	00	00	**02**
19/04-25/04	00	00	01	00	00	01	01	00	**03**
Total	**02**	**00**	**23**	**20**	**00**	**01**	**01**	**00**	**47**

Tableau XIX : Activité des adultes de *B. rufimanus* dans les différentes variétés de fève et la féverole (moyenne±écart-type).

Interaction	Objets	Activité des adultes	ANOVA				
			S.C.E	DDL	C.M	F	P
Variété-sexe	Séville-Mâle	2,25±0,73	5,02	3	1,67	1,49	0,2288
	Aguadulce-Mâle	1,37±0,52					
	Muchaniel-Mâle	1,37±0,31					
	Féverole-Mâle	1,08±0,44					
	Séville-Femelle	1,25±0,73					
	Aguadulce-Femelle	1,17±0,52					
	Muchaniel-Femelle	0,87±0,31					
	Féverole-Femelle	0,87±0,44					

Tableau XX : Activité des adultes de *B. rufimanus* selon les variétés et les différentes parties de la plante (moyenne±écart-type, les moyennes suivies d'une même lettre appartiennent au même groupe selon le test de NEWMAN et KEULS).

Interaction	Objets	Activité des adultes	ANOVA				
			S.C.E	DDL	C.M	F	P
Variété-partie de la plante	Séville-fleur	5,08±1,12 (a)	32,35	9	3,59	3,20**	0,0045
	Féverole-fleur	3,58±0,72 (b)					
	Aguadulce-fleur	3,17±0,30 (b)					
	Muchaniel-fleur	2,92±0,32 (b)					
	Séville-feuille	1,42±0,57 (c)					
	Aguadulce-feuille	1,25±0,62 (c)					
	Muchaniel-feuille	1,08±0,30 (c)					
	Aguadulce-cornet foliaire	0,67±0,78 (c)					
	Séville-cornet foliaire	0,5±0,69 (c)					
	Muchaniel-cornet foliaire	0,42±0,37 (c)					
	Féverole-cornet foliaire	0,17±0,21 (c)					
	Féverole-feuille	0,08±0,43 (c)					
	Muchaniel-autre partie	0,08±0,27 (c)					
	Féverole-autre partie	0,08±0,26 (c)					
	Aguadulce-autre partie	0±0,22 (c)					
	Séville-autre partie	0± 0,44 (c)					

Tableau XXI : Activité des adultes de *B. rufimanus* en fonction des différentes variétés et périodes d'échantillonnage (moyenne±écart-type, les moyennes suivies d'une même lettre appartiennent au même groupe selon le test de NEWMAN et KEULS).

Interaction	Objets	Activité des adultes	ANOVA				
			S.C.E	DDL	C.M	F	P
Variété-semaine	Aguadulce-semaine3	4,62±1,09 (a)	48,15	15	3,21	2,86**	0,0033
	Muchaniel-semaine3	4,12±0,36 (a)					
	Séville-semaine3	3,87±0,84 (a)					
	Séville-semaine2	3,75±1,35 (a)					
	Féverole-semaine3	3,12±0,43 (a)					
	Séville-semaine1	1,75±0,43 (b)					
	Muchaniel-semaine2	1,37±0,43 (b)					
	Féverole-semaine2	1,25±0,75 (b)					
	Aguadulce-semaine4	1,12±0,15(b)					
	Aguadulce-semaine2	1±0,44 (b)					
	Séville-semaine4	1±0,24 (b)					
	Muchaniel-semaine4	0,62±0,46 (b)					
	Muchaniel-semaine1	0,62±0,19 (b)					
	Féverole-semaine4	0,62±0,21 (b)					
	Aguadulce-semaine5	0,5±0,34 (b)					
	Féverole-semaine6	0,37±0,41 (b)					
	Aguadulce-semaine1	0,25±0,24 (b)					
	Féverole-semaine5	0,25±0,43 (b)					
	Féverole-semaine1	0,25±0,35 (b)					
	Aguadulce-semaine6	0,12±0,45 (b)					
	Séville-semaine5	0,12±0,70 (b)					
	Muchaniel-semaine5	0±0,19 (b)					
	Muchaniel-semaine6	0±0,20 (b)					
	Séville-semaine6	0±0,49(b)					

Tableau XXII : Activité des adultes de *B. rufimanus* sur les différentes parties de la plante (moyenne±écart-type, les moyennes suivies d'une même lettre appartiennent au même groupe selon le test de NEWMAN et KEULS).

Interaction	Objets	Activité des adultes	ANOVA				
			S.C.E	DDL	C.M	F	P
Sexe-partie de la plante	Mâle-fleur	4,29±0,68 (a)	9,44	3	3,15	2,80*	0,0498
	Femelle-fleur	3,08±0,68 (b)					
	Mâle-feuille	1,04±0,48 (c)					
	Femelle-feuille	0,87±0,48 (cd)					
	Mâle-cornet foliaire	0,67±0,55 (cde)					
	Femelle-cornet foliaire	0,21±0,55 (de)					
	Mâle-autre partie	0,08±0,30 (de)					
	Femelle-autre partie	0± 0,30 (e)					

Tableau XXIII : Activité des adultes de *B. rufimanus* en fonction des différentes périodes d'échantillonnage.

Interaction	Objets	Activité des adultes	ANOVA				
			S.C.E	DDL	C.M	F	P
Sexe-semaine	Mâle-fleur Femelle-fleur Mâle-feuille Femelle-feuille Mâle-cornet foliaire Femelle-cornet foliaire Mâle-autre partie Femelle-autre partie	4,29±0,68 3,08±0,68 1,04±0,48 0,87±0,48 0,67±0,55 0,21±0,55 0,08±0,30 0±0,30	5,60	5	1,12	0,99	0,4303

Tableau XXIV : Activité des adultes de *B. rufimanus* selon les différentes parties de la plante et périodes d'échantillonnage (moyenne±écart-type, les moyennes suivies d'une même lettre appartiennent au même groupe selon le test de NEWMAN et KEULS).

Interaction	Objets	Activité des adultes	ANOVA				
			S.C.E	DDL	C.M	F	P
Partie de la plante-semaine	Fleur-semaine3 Fleur-semaine2 Fleur-semaine1 Feuille-semaine3 Cornet foliaire-semaine3 Fleur-semaine4 Feuille-semaine4 Feuille-semaine2 Fleur-semaine5 Feuille-semaine1 Cornet foliaire-semaine2 Cornet foliaire-semaine1 Feuille-semaine5 Feuille-semaine6 Autre partie-semaine3 Fleur-semaine6 Autre partie-semaine6 Autre partie-semaine5 Cornet foliaire-semaine6 Cornet foliaire-semaine4 Autre partie-semaine2 Cornet foliaire-semaine5 Autre partie-semaine4 Autre partie-semaine1	11,75±0,47 (a) 5,75±1,35 (b) 2,12±0,37 (c) 2±0,71 (cd) 1,87±1,19 (cd) 1,75±0,21 (cd) 1,62±0,37 (cd) 1,25±0,72 (cd) 0,62±0,76 (cd) 0,37±0,18 (cd) 0,37±0,38 (cd) 0,37±0,42 (cd) 0,25±0,35 (d) 0,25±0,47 (d) 0,12±0,25(d) 0,12±0,51(d) 0,12±0,22(d) 0±0,23 (d) 0±0,35 (d) 0±0,24 (d) 0±0,53 (d) 0 ±0,29 (d) 0±0,31 (d) 0± 0,24 (d)	494,15	15	32,94	29,34***	0,0000

Tableau XXVa : Activité des adultes de *B. rufimanus* selon les variétés et les différentes parties de la plante.

Interaction	ANOVA				
	S.C.E	DDL	C.M	F	P
Variété-sexe-partie de la plante	15,35	9	1,71	1,52	0,17

Tableau XXVb : Activité des adultes de *B. rufimanus* selon les variétés et les différentes parties de la plante (moyenne±écart-type)

	Séville		Aguadulce		Muchaniel		Féverole	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Cornet foliaire	0,67±0,73	0,33±0,73	1,17±0,82	0,17±0,82	0,5±0,39	0,33±0,39	0,33±0,22	0± 0,22
Fleur	6,67±1,17	3,5±1,17	3,33±0,31	3±0,31	3,33± 0,34	2,5±0,34	3,83±0,75	3,33±0,75
Feuille	1,67±0,59	1,17±0,59	1±0,65	1,5±0,65	1,5±0,31	0,67±0,31	0±0,45	0,17±0,45
Autre partie	0±0,47	0±0,47	0±0,23	0±0,23	0,17±0,28	0±0,28	0,17±0,27	0±0,27

Tableau XXVIa : Activité des adultes de *B. rufimanus* selon les variétés et les différentes périodes d'échantillonnage

Interaction	ANOVA				
	S.C.E	DDL	C.M	F	P
Variété-sexe-semaine	18,35	15	1,22	1,09	0,392

Tableau XXVIb : Activité des adultes de *B. rufimanus* selon les variétés et les différentes périodes d'échantillonnage (moyenne±écart-type)

	Séville		Aguadulce		Muchaniel		Féverole	
	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle	Mâle	Femelle
Semaine1	2,5±0,46	1±0,46	0,25±0,26	0,25±0,26	0,5±0,21	0,75±0,21	0,5±0,38	0±0,38
Semaine2	5,25±0,46	2,25±0,46	1±0,47	1±0,47	1,5±0,46	1,25±0,46	1±0,82	1,5±0,81
Semaine3	4,25±0,91	3,5±0,91	5,25±1,17	4±1,17	5±0,38	3,25±0,38	3,5±0,46	2,75±0,46
Semaine4	1,25±0,26	0,75±0,26	1±0,16	1,25± 0,16	1,25±0,50	0±0,50	0,5±0,22	0,75±0,22
Semaine5	0,25±0,76	0±0,76	0,5±0,37	0,5±0,37	0±0,20	0±0,20	0,5±0,47	0±0,47
Semaine 6	0±0,53	0±0,53	0,25±0,49	0±0,49	0±0,22	0±0,22	0,5±0,45	0,25±0,45

Tableau XXVIIa : Activité des adultes de *B. rufimanus* selon les variétés, les parties de la plante et les différentes périodes d'échantillonnage.

Interaction	ANOVA				
	S.C.E	DDL	C.M	F	P
Variété-partie de la plante-semaine	155,14	45	3,45	3,07***	0,0001

Tableau XXVIIb: Activité des adultes de *B. rufimanus* selon les variétés, les parties de la plante et les différentes périodes d'échantillonnage (moyenne±écart-type)

	Séville				Aguadulce				Muchaniel
	Cornet foliaire	Fleur	Feuille	Autre partie	Cornet foliaire	Fleur	Feuille	Autre partie	Cornet foliaire
Semaine1	1±0,94	5,5±0,53	0,5±0,09	0±0,32	0±0,44	0±0,15	1±0,41	0±0,18	0,5±0,18
Semaine2	1±0,29	13±3,00	1±1,50	0±1,21	0±0,62	3±0,50	1±0,76	0±0,35	0,5±0,71
Semaine3	1±1,93	10,5±0,66	4±0,75	0±0,51	4±2,34	12±0,37	2,5±0,58	0±0,40	1,5±0,75
Semaine4	0±0,32	1,5±0,44	2,5±0,17	0±0,29	0±0,18	2,5±0,12	2±0,21	0±0,26	0±0,44
Semaine5	0±0,41	0±1,59	0,5±0,79	0±0,38	0±0,44	1,5±0,74	0,5±0,29	0±00	0±0,35
Semaine6	0±0,54	0±1,10	0±0,22	0±0,34	0±0,66	0±0,16	0,5±0,90	0±0,40	0± 0,31

			Féverole			
Fleur	Feuille	Autre partie	Cornet foliaire	Fleur	Feuille	Autre partie
2±0,12	0±0,15	0±0,44	0±0,32	1±0,79	0±0,18	0±0,29
2±0,82	3±0,15	0±0,26	0±0,21	5±1,68	0±0,88	0±0,59
13±0,54	1,5±0,16	0,5±0,04	1±0,34	11,5±0,84	0±0,66	0±0,16
0,5±0,32	2±0,82	0±0,71	0±0,29	2,5±00	0±0,44	0±0,15
0±0,12	0±0,32	0±0,09	0±0,32	1±0,97	0±0,18	0±0,47
0±0,19	0±0,37	0±0,13	0±0,19	0,5±0,75	0,5±0,75	0,5±0,19

Tableau XXVIIIa : Activité des adultes de *B. rufimanus* selon les parties de la plante et les différentes périodes d'échantillonnage.

Interaction	ANOVA				
	S.C.E	DDL	C.M	F	P
Sexe-partie de la plante-semaine	15,69	15	1,04	0,93	0,5382

Tableau XXVIIIb : Activité des adultes de *B. rufimanus* selon les parties de la plante et les différentes périodes d'échantillonnage (moyenne±écart-type)

	Mâle				Femelle			
	Cornet foliaire	Fleur	Feuille	Autre partie	Cornet foliaire	Fleur	Feuille	Autre partie
Semaine1	0,5±0,45	2,75±0,40	0,5±0,20	0±0,26	0,25±0,45	1,5±0,40	0,25±0,20	0±0,26
Semaine2	0,75±0,41	6,75±1,46	1,25±0,78	0±0,58	0±0,41	4,75±1,46	1,25±0,78	0±0,58
Semaine3	2,75±1,28	13,25±0,51	1,75±0,76	0,25±0,27	1±1,28	10,25±0,51	2,25±0,76	0±0,27
Semaine4	0±0,26	1,75±0,23	2,25±0,40	0±0,34	0±0,26	1,75±0,23	1±0,40	0±0,34
Semaine5	0±0,31	1±0,82	0,25±0,38	0±0,25	0±0,31	0,25±082	0,25±0,38	0±0,25
Semaine6	0±0,38	0,25±0,55	0,25±0,51	0,25±0,23	0±0,38	0±0,55	0,25±0,51	0± 0,23

Tableau XXIXa: Densité moyenne des œufs pondus par les femelles de *B.rufimanus* sur les gousses âgées de *V. faba* dans la parcelle à variété Séville

Dates d'observation	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05	16/05	24/05
Taille des gousses	0	5,59	8,62	12,5	12,49	13,73	12,13	11,61	12,42	
% de gousses avec les œufs	0	70	90	70	30	60	30	0	0	0
Nombre d'œufs	0	2,1	2,4	1,3	0,4	1,1	0,4	0	0	0

Tableau XXIXb: Densité moyenne des œufs pondus par les femelles de *B.rufimanus* sur les gousses jeunes de *V. faba* dans la parcelle à variété Séville.

Dates d'observation	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05	16/05	24/05
Taille des gousses	0	0	0	0	10,95	10,03	10,97	12,02	11,28	10,85
% de gousses avec les œufs	0	0	0	0	70	40	30	20	10	0
Nombre d'œufs	0	0	0	0	2,2	0,6	0,9	0,2	0,1	0

Tableau XXXa: Densité moyenne des œufs pondus par les femelles de *B.rufimanus* sur les gousses âgées de *V. faba* dans la parcelle à variété Aguadulce.

Dates d'observation	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05	16/05	24/05
Taille des gousses	0	5,53	8,15	13,67	15,08	15,49	15,18	18,05	16,52	
% de gousses avec les œufs	0	30	80	100	90	50	40	10	40	0
Nombre d'œufs	0	0,7	1,7	2,7	1,5	0,8	0,4	0,1	1,4	0

Tableau XXXb: Densité moyenne des œufs pondus par les femelles de *B.rufimanus* sur les gousses jeunes de *V. faba* dans la parcelle à variété Aguadulce.

Dates d'observation	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05	16/05	24/05
Taille des gousses	0	0	0	0	10,20	11,79	15,42	17,49	12,69	10,59
% de gousses avec les œufs	0	0	0	0	50	70	30	10	30	10
Nombre d'œufs	0	0	0	0	1,5	1,1	0,5	0,1	1,1	0,2

Tableau XXXIa: densité moyenne des œufs pondus par les femelles de *B.rufimanus* sur les gousses âgées de *V. faba* dans la parcelle à variété Muchaniel.

Dates d'observation	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05	16/05	24/05
Taille des gousses	0	5,85	8,08	11,43	11,98	6,21	10,60	12,14	11,05	
% de gousses avec les œufs	0	70	70	60	80	60	90	60	70	0
Nombre d'œufs	0	1,7	1,8	1,5	1,7	0,8	3,4	1,9	2,7	0

Tableau XXXIb: Densité moyenne des œufs pondus par les femelles de *B.rufimanus* sur les gousses jeunes de *V. faba* dans la parcelle à variété Muchaniel.

Dates d'observation	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05	16/05	24/05
Taille des gousses	0	0	0	0	8,60	5,05	10,80	11,20	10,48	8,16
% de gousses avec les œufs	0	0	0	0	80	30	70	90	90	0
Nombre d'œufs	0	0	0	0	1,1	0,4	2,6	2,1	1,7	0

Tableau XXXIIa: Densité moyenne des œufs pondus par les femelles de *B.rufimanus* sur les gousses âgées de *V. faba* dans la parcelle à Fèverole.

Dates d'observation	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05	16/05	24/05
Taille des gousses	0	3,69	4,94	6,29	6,75	6,21	5,7	6,4	6,37	
% de gousses avec les œufs	0	10	50	60	70	60	30	30	40	0
Nombre d'œufs	0	0,1	0,9	1,1	1	0,8	0,4	0,3	0,4	0

Tableau XXXIIb: Densité moyenne des œufs pondus par les femelles de *B.rufimanus* sur les gousses jeunes de *V. faba* dans la parcelle à Fèverole.

Dates d'observation	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05	16/05	24/05
Taille des gousses	0	0	0	0	6,28	5,05	5,75	6,24	6,32	5,75
% de gousses avec les œufs	0	0	0	0	60	30	60	70	70	0
Nombre d'œufs	0	0	0	0	0,9	0,4	1,1	1,1	0,9	0

Tableau XXXIII: Etat du développement des organes reproducteurs des adultes de *B. rufimanus* capturés dans la parcelle de fève *V. faba* à variété Séville pendant et après la floraison

	Pendant la phase de floraison Du 27 février au 4 avril	Après la phase de floraison Du 05 avril au 19 avril
Pourcentage de mâles diapausants (%)	8,51	0
Pourcentage de mâles sexuellement actifs (%)	91,49	100
Pourcentage de femelles diapausantes (%)	71,43	0
Pourcentage de femelles ayant des ovocytes mûrs (%)	28,57	100

Tableau XXXIV: Etat du développement des organes reproducteurs des adultes de *B. rufimanus* capturés dans la parcelle de fève *V. faba* à variété Aguadulce pendant et après la floraison

	Pendant la phase de floraison Du 07 mars au 11 avril	Après la phase de floraison Du 12 avril au 26 avril
Pourcentage de mâles diapausants (%)	6,45	0
Pourcentage de mâles sexuellement actifs (%)	93,55	100
Pourcentage de femelles diapausantes (%)	44	0
Pourcentage de femelles ayant des ovocytes mûrs (%)	56	100

Tableau XXXV: Etat du développement des organes reproducteurs des adultes de *B. rufimanus* capturés dans la parcelle de fève *V. faba* à variété Muchaniel pendant et après la floraison.

	Pendant la phase de floraison Du 27 février au 4 avril	Après la phase de floraison Du 5 avril au 19 avril
Pourcentage de mâles diapausants (%)	43,33	0
Pourcentage de mâles sexuellement actifs (%)	56,67	100
Pourcentage de femelles diapausantes (%)	73,68	0
Pourcentage de femelles ayant des ovocytes mûrs (%)	26,32	0

Tableau XXXVI: Etat du développement des organes reproducteurs des adultes de *B. rufimanus* capturés dans la parcelle à Féverole *V. faba* pendant et après la floraison.

	Pendant la phase de floraison Du 27 février au 4 avril	Après la phase de floraison Du 5 avril au 19 avril
Pourcentage de mâles diapausants (%)	10	0
Pourcentage de mâles sexuellement actifs (%)	90	100
Pourcentage de femelles diapausantes (%)	82,35	25
Pourcentage de femelles ayant des ovocytes mûrs (%)	17,65	75

Tableau XXXVII : Densité moyenne cumulée des œufs pondus par les femelles de *B.rufimanus* des 2 strates inférieure et supérieure dans les différentes parcelles d'étude

Dates d'observation / Variétés	21/03	28/03	04/04	11/04	18/04	25/04	02/05	09/05	16/05	24/05
Séville	0	2,1	2,4	1,3	2,6	1,7	1,3	0,2	0,1	0
Aguadulce	0	0,7	1,7	2,7	3	1,9	0,9	0,2	2,5	0,2
Muchaniel	0	1,7	1,8	1,5	2,8	1,2	6	4	4,4	0
Féverole	0	0,1	0,9	1,1	1,9	1,2	1,5	1,4	1,3	0

Tableau XXXXIII: Moyennes mensuelles et annuelles des températures (°C), précipitations (mm) et de l'humidité relative de l'air (%) de la station de Tizi-Ouzou, période (2000-2010) (Source : O.N.M.T.O., 2010)

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Octo.	Nov.	Déc.	**Annuelle**
Tmoy (°C)	10,24	10,97	13,66	15,8	19,38	24,77	28,03	27,65	24,25	21,62	14,52	12,06	18,58
P (mm)	104	38,43	92,5	86,16	75,06	13,86	3,86	11,06	76,6	73,3	150,1	100,6	825,56
H (%)	76,33	77	77,33	76	73	64	57,66	61,33	69,33	76	78,33	79,33	72,14

Tableau XXXXIV: Phénologie de la plante hôte *V. faba* dans les différentes parcelles d'étude

	Variété Séville	Variété Aguadulce	Variété Muchaniel	Féverole
Le semi	10 décembre 2010	10 décembre 2010	10 décembre 2010	10 décembre 2010
Début floraison	27 février 2011	07 mars 2011	27 février 2011	7 mars 2011
Fin floraison	11 avril 2011	18 avril 2011	11 avril 2011	4 avril 2011
Fructification	28 mars 2011	28 mars 2011	28 mars 2011	28 mars 2011
Maturité	23 mai 2011	23 mai 2011	23 mai 2011	23 mai 2011
Récolte	31 mai 2011	31 mai 2011	31 mai 2011	31 mai 2011

Tableau XXXIX: Evolution temporelle de la densité des larves, des nymphes et des adultes de *B. rufimanus* dans la parcelle à variété Séville

Date Stade de développement	25/4	2/5	9/5	16/5	24/5	31/5	6/6	16/6	26/6	6/7	16/7	26/7	5/8	15/8	25/8	4/9	14/9	24/9	4/10
L1	2	3	4	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L2	0	0	0	0	4	0	6	4	2	3	3	2	3	1	3	0	0	0	0
L3	0	0	0	0	0	3	14	10	11	14	11	15	14	11	4	2	0	0	0
L4	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	2	5	2	3	1	0	0
Nymphe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	6	5	0	0
Adulte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	8	7	11

Tableau XXXX: Evolution temporelle de la densité des larves, des nymphes et des adultes de *B. rufimanus* dans la parcelle à variété Aguadulce

Date Stade de développement	25/4	2/5	9/5	16/5	24/5	31/5	6/6	16/6	26/6	6/7	16/7	26/7	5/8	15/8	25/8	4/9	14/9	24/9	4/10
L1	4	5	5	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L2	0	0	0	3	0	3	2	3	7	6	5	0	2	2	4	1	0	0	0
L3	0	0	0	0	0	4	15	9	10	11	6	13	7	9	5	3	2	0	0
L4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	2	5	2	5	2	0	0
Nymphe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	3	2	0
Adulte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	6	7	6	9

Tableau XXXXI: Evolution temporelle de la densité des larves, des nymphes et des adultes de *B. rufimanus* dans la parcelle à variété Muchaniel

Date Stade de développement	25/4	2/5	9/5	16/5	24/5	31/5	6/6	16/6	26/6	6/7	16/7	26/7	5/8	15/8	25/8	4/9	14/9	24/9	4/10
L1	0	9	9	18	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L2	0	0	1	2	0	1	4	7	6	5	0	3	2	0	1	0	0	0	0
L3	0	0	0	0	0	7	15	9	16	6	5	11	6	13	3	1	0	0	0
L4	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	2	3	5	1	2	0	0	0
Nymphe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	2	1	0
Adulte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	4	2	17	21

Tableau XXXXII: Evolution temporelle de la densité des larves, des nymphes et des adultes de *B. rufimanus* dans la parcelle à variété Fèverole

Date Stade de développement	25/4	2/5	9/5	16/5	24/5	31/5	6/6	16/6	26/6	6/7	16/7	26/7	5/8	15/8	25/8	4/9	14/9	24/9	4/10
L1	0	0	1	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L2	0	0	0	0	0	6	0	4	2	7	0	2	3	2	2	0	0	0	0
L3	0	0	0	0	0	1	6	4	3	2	6	4	3	2	5	0	1	0	0
L4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	4	1	1	1	1	0	0
Nymphe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3	2	0
Adulte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	2	4	13

Résumé :

Dans le présent travail, nous avons étudié la bioécologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* dans des parcelles de variétés de *Vicia faba major* différentes à savoir la Séville, l'Aguadulce et la Muchaniel, et une parcelle de *Vicia faba minor* dans la région de Tizi-Rached. Les résultats obtenus montrent que l'arrivée des premières bruches coïncide la pleine floraison pour la variété Séville et Muchaniel ; alors que l'Aguadulce et la Féverole sont colonisées au début de floraison.

L'activité de ces adultes varie dans le temps et dans l'espace. L'activité la plus importante est observée sur les fleurs à la troisième semaine de notre échantillonnage dans les parcelles. Cette activité semble être influencée par les conditions climatiques et les ressources trophiques. L'ingestion du pollen semble nécessaire pour l'activité reproductrice. La ponte s'échelonne sur une période d'environ 8 semaines pour la variété Séville, Muchaniel, Féverole et de 9 semaines pour la variété Aguadulce. Les femelles semblent déposer au hasard leurs œufs sur les gousses jeunes et les gousses âgées de chaque hôte.

Nos résultats montrent que la bruche est intimement liée à sa plante hôte *V. faba* qu'elle utilise pour divers fonctions ; reproduction, développement et site d'hivernation.

Nos résultats montrent également que la variété agit de façon significative sur le taux d'infestation par les femelles de *B. rufimanus* dans les parcelles de *V. faba* étudiées. La variété Muchaniel est la plus attaquée, suivie par les variétés Aguadulce et Séville ; tandis que la Féverole est la moins infestée.

Le développent larvaire s'effectue en quatre stades et s'échelonne sur quatre mois dans la parcelle à variété Séville et Aguadulce, trois mois et 23 jours pour la variété Muchaniel et trois mois et 15 jours pour la Féverole. Il commence dans les graines vertes et se poursuit dans les graines mûres et sèches. Les adultes émergent des graines vers la troisième semaine du mois d'août.

Mots clés : *Bruchus rufimanus*, *Vicia faba*, variétés, fève, féverole, dynamique des populations, cycle biologique, Tizi-Rached.

Abstract:

In the present work, we studied the bioecology of the broad bean bruchid *Bruchus rufimanus* in plots of different *Vicia faba major* varieties such as Seville, Aguadulce and Muchaniel, and a plot of *Vicia faba minor* in the area of Tizi-Rached. The results obtained show that, the arrival of the first bruchids coincides with full flowering for the Seville variety and Muchaniel, Aguadulce and the Field bean are colonized at the beginning of flowering.

The activity of these adults varies in time and space. The most important activity is observed on the flowers during the third week of our sampling in the plots. This activity seems to be influenced by the climatic conditions and the trophic resources. The ingestion of pollen seems necessary to the reproductive activity. The egg-laying is spread over a period of approximately 8 weeks for the varieties Seville, Muchaniel and field bean; and 9 weeks for the Aguadulce variety. The females seem to randomly deposit their eggs on the young pods and the old pods of each host.

Our results show that the beetle and *V. faba* are closely dependant. It uses its host plant for various functions: reproduction, development and hivernation site.

Our results also show that the variety acts to a significant degree on the rate of infestation by the females of *B. rufimanus* in the plots of *V. faba* studied. The Muchaniel variety is the most attacked, followed by the varieties Aguadulce and Seville while the Field bean is the least infested.

Larval development is carried out in four stages and spreads out over four months in the plot with varieties Seville and Aguadulce; three months and 23 days for the Muchaniel variety and three months and 15 days for Field bean variety. It starts in the green seeds and continues in the dry and mature seeds. Adults emergent from the seeds aroud the third week of August.

Key words: *Bruchus rufimanus*, *Vicia faba*, varieties, broad bean, field bean, populations dynamics, biological cycle, Tizi-Rached.