

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: Interaction Plantes-Animaux dans les Ecosystèmes Naturels et Cultivés

Présenté par :

M^{me} HAMANI- AOUDJIT SIHAM

SUJET

**Bioécologie et diapause reproductrice de la
bruche de la fève *Bruchus rufimanus* dans deux
parcelles de fève et féverole dans la région de
Haizer (Bouira)**

Devant le jury composé de:

Soutenu le : 28/05/2014

AMROUN M.	Maître de conférences (A)	UMMTO	Président
MEDJDOUB-BENSAAD F.	Professeur	UMMTO	Rapporteur
BOUKHEMZA-ZEMMOURI N.	Maître de conférences (A)	UMMTO	Examinatrice
MOHAMED SAHNOUN A.	Maitre de conférences (A)	UMTTO	Examinatrice
AIT MOULOUD S.	Maître de conférences (A)	UMMTO	Examineur

Remerciements

*C'est avec l'aide de Dieu tout puissant que ce modeste projet a pu être réalisé, Dieu qui nous a donné fois, raison et lucidité.
Dieu Merci.*

Mes sincères remerciements sont exprimés agréablement à madame MEDJDOUB-BENSAAD F. professeur à l'Université MOULOUD MAMMERI de Tizi Ouzou , pour avoir accepté de m'encadrer et d'avoir été patiente et compréhensive.

Je remercie vivement Mr AMROUN N., Maître de conférences classe A à l'U.M.M.T.O. d'avoir accepter de présider le jury de soutenance, qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.

Je tiens à remercier vivement M^{me} MOHAMED SAHNOUN A., Mme BOUKHEMZA – ZEMMOURI N. et Mr AIT MOULOUD S., Maîtres de conférences classe A au Département de Biologie à l'Université de Tizi Ouzou qui m'ont fait, l'honneur d'accepter de faire partie du jury.

Je témoigne aussi ma vive gratitude aux enseignants ayant contribué à ma formation.

Je tiens également à exprimer ma gratitude à toute l'équipe du laboratoire de pédologie à l'E.N.S.A. d'El Harrach en particulier Mr BOUSAAD Ouahab pour son aide dans la réalisation de la partie pédologique.

Je remercie également Souad pour m'avoir aider dans l'étude biochimique en l'occurrence le dosage des protéines totales.

Mes remerciements les plus cordiaux s'adressent à la famille IDER, elle m'a été autoriser de travailler dans leurs champs de fève. Anissa fût un grand soutien moral, elle m'a permis de mener à terme ce projet.

Un merci tout particulier s'adresse à Mr AMAROUCHE M. ex-Directeur de la Faculté des Sciences et Sciences Appliquées de Bouira pour m'avoir permis de continuer mes études de post- graduation.

Je n'oublierai pas de présenter mes vives remerciements à ma famille, mon mari et tous mes proches qui ont contribué à la réalisation ce mémoire.

Un grand merci à ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à réaliser ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes très chers parents pour l'amour, la tendresse et surtout

leur présence dans des moments les plus difficiles

A mon mari Farid (et sa famille), pour sa patience,

sa constante assistance et ses persévérants efforts

fournis pour la réalisation de ce travail

A mes très chers frères : Ouafik, Mourad, Samir

et leurs épouses : Amina, Samira et Kamilia

Sans oublier mon petit et aimé frère Yacine.

A ma grand mère, cousins et cousines, tantes et oncles

A mes adorables amies, en particulier ; Anissa, Nacira, Naima, Cherifa.

Enfin je dédie ce travail à mes collègues de promotion :

Tinhinane, Lynda, Nassima, Samira et Nadia.

Liste des abréviations

D.S.A. : Direction des Services Agricoles

Ha : Hectare

Qx : Quintaux

Kg : Kilogramme

L : Litre

T° moy/menseu : Température moyenne mensuelle

T° moy/mini : Température moyenne minimale

T° moy/max : Température moyenne maximale

H.R. : Humidité relative

m/s : Mètre par seconde

O.N.M.B. : Office nationale de la Météorologie de la Wilaya de Bouira

E.N.S.A. : Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie

SF+SG : Sable fin et sable grossier

LF+LG : Limon fin et limon grossier

M.O : Matière organique

DDL : Degrés De Liberté

T_o : Valeur observée de Student

T_{th} : Valeur théorique de Student

F_o : Valeur observée de Fischer

F_{th} : Valeur théorique de Fisher

R² : Coefficient de corrélation

µl : Microlitre

µg : Microgramme

nm : Nanomètre

Liste des tableaux

Tableau 1 : Stades phénologiques de la plante hôte la fève <i>Vicia faba</i>	5
Tableau 2 : Superficie et production de la fève dans la région de Bouira.....	7
Tableau 3 : Superficie agricole utile occupée par la fève et sa production par rapport aux autres cultures de légumineuses dans la wilaya de Bouira.....	8
Tableau 4 : Résultats de l'analyse granulométrique de la parcelle à variété Séville.....	29
Tableau 5 : Résultats de l'analyse granulométrique de la parcelle à variété Féverole.....	29
Tableau 6 : Caractéristiques chimiques du sol de la parcelle à variété Séville et Féverole...	31
Tableau 7 : Principaux stades de cycle végétatif de la variété Séville et Féverole.....	38
Tableau 8: Test de comparaison de deux moyennes pour le nombre moyen d'étage de gousses supérieures et inférieures entre les deux variétés <i>V. faba</i> Major et <i>V. faba</i> Minor.....	40
Tableau 9 : Nombre moyen d'inflorescence des deux variétés.....	41
Tableau 10 : Nombre moyen d'œufs pondus des deux variétés.....	47

Liste des Figures

Figure 1 : Œufs déposés par la femelle de la bruche de la fève.....	14
Figure 2 : Larve de la bruche de la fève <i>B. rufimanus</i>	14
Figure 3 : Nymphe de la bruche de la fève.....	15
Figure 4 : Dégâts causés par <i>B. rufimanus</i> sur les graines de <i>V.faba</i>	19
Figure 5 : Situation géographique de la région de Bouira.....	23
Figure 6 : Variations des températures moyennes mensuelles en fonction du temps (en °C), d'octobre 2012 à septembre 2013.....	24
Figure 7: Variations des pluviométries moyennes mensuelles en fonction du temps (en mm), d'octobre 2012 à septembre 2013.....	25
Figure 8: Variation des moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) d'octobre 2012 à septembre 2013.....	26
Figure 9: Evolution temporelle du la vitesse moyenne du vent en (m/s) enregistré d'octobre 2012 à septembre 2013.....	27
Figure 10: Variation des moyennes mensuelles de l'insolation (Heure) d'octobre 2012 à septembre 2013.....	28
Figure 11: Analyses granulométriques ramenés à l'horizon des deux parcelles d'étude.....	30
Figure 12 : Variété Séville et Féverole semées dans les deux parcelles d'étude dans la région de Haizer.....	32
Figure 13 : Dispositif de la méthode de marquage des dix tiges de <i>V. faba</i> dans les deux parcelles d'étude.....	34
Figure 14 : Evolution de la taille moyenne des tiges de la fève et de la féverole dans les deux parcelles d'étude.....	35
Figure 15: Evolution temporelle du nombre moyen d'inflorescence des deux variétés.....	36
Figure 16 : Evolution temporelle du nombre moyen d'étage de gousses des deux variétés...	37
Figure 17: Effectif des adultes de <i>Bruchus rufimanus</i> capturés en fonction du nombre moyen d'inflorescences de <i>Vicia faba</i> dans les deux parcelles.....	43

Figure 18 : Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de <i>B. rufimanus</i> sur les gousses de <i>Vicia faba</i> de la strate basse (a) et strate haute (b) dans la parcelle à variété Séville.....	44
Figure 19: Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de <i>B. rufimanus</i> sur les gousses de <i>Vicia faba</i> de la strate basse (a) et strate haute (b) dans la parcelle à variété Féverole.....	46
Figure 20 : Nombre d'œufs pondus en fonction de la taille des gousses (jeunes et âgées) des deux variétés.....	48
Figure 21: Cycle biologique de <i>Bruchus rufimanus</i> sur les deux parcelles d'étude.....	55
Figure 22: Evolution temporelle de la densité des larves, des nymphes et des adultes de <i>Bruchus rufimanus</i> au niveau du champ et au stock dans la parcelle à variété Séville (<i>Vicia faba</i> major).....	56
Figure 23: Evolution temporelle de la densité des larves, des nymphes et des adultes de <i>Bruchus rufimanus</i> au niveau du champ et au stock dans la parcelle à variété Féverole (<i>Vicia faba</i> minor).....	57
Figure 24 : Matériels utilisés au laboratoire.....	62
Figure 25 : Bleu de Coomassie (Brillant Bleu G-250).....	63
Figure 26 : Courbe de densité optique à 595 nm en fonction de la quantité de protéines en microgramme (gamme étalon).....	64
Figure 27 : Les concentrations des protéines totales dans l'hémolymphe des mâles de <i>B. rufimanus</i> en diapause.....	65
Figure 28 : Les concentrations des protéines totales dans l'hémolymphe des femelles de <i>B. rufimanus</i> en diapause.....	66
Figure 29 : Taux de protéines totales dans l'hémolymphe des mâles et femelles de <i>B. rufimanus</i> capturés sur des parcelles de la fève <i>Vicia faba</i>	67

Sommaire

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
-----------------------------------	----------

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

1. Origine de <i>Vicia faba</i>	3
2. Position systématique de la fève.....	3
3. Description de la plante hôte	4
4. Composition chimique de la fève.....	4
5. Phénologie de la plante hôte <i>Vicia faba</i>	5
6. Variétés de la fève.....	5
7. Exigences de la culture de la fève.....	6
7.1. Exigences pédologiques.....	6
7.2. Exigences climatiques.....	6
7.3. Exigences agronomiques.....	7
8. Importance régionale de la culture de la fève.....	7
9. Contraintes majeures de la production de la fève.....	9
9.1. Principales contraintes abiotiques dans la région méditerranéenne.....	9
9.2. Principales contraintes biotiques en Algérie.....	10
9.3. Principales mesures de lutte contre les maladies et les ravageurs.....	12

Chapitre II : Synthèse bibliographique sur la bruche de la fève :

Bruchus rufimanus

1. Introduction.....	13
2. Position Systématique.....	13
3. Description de la bruche de la fève.....	14
4. Cycle de développement.....	15
5. Intensité de la diapause reproductrice sur <i>B. rufimanus</i>	15
6. Modifications physiologiques, anatomiques et biochimiques.....	16
7. Conditions de levée de la diapause reproductrice	17
8. Dégâts causés par la bruche.....	18
9. Techniques de protection.....	19

Chapitre III : Présentation de la zone d'étude

1. Description de la région d'étude	22
2. Aspects climatiques et pédologiques des deux parcelles d'étude.....	23
2.1. Aspects climatiques.....	23
2.2. Caractéristiques pédologiques des deux parcelles d'étude.....	28
2.2.1. Texture du sol.....	29
2.2.2. Caractéristiques chimiques du sol.....	30

Chapitre IV : Bioécologie de la bruche de la fève *B. rufimanus* dans la région de Haizer

1. Introduction.....	32
2. Matériels et méthodes d'étude.....	32
3. Observations au champ.....	33
3.1. Taille des tiges.....	33
3.2. Activité des adultes inféodés à la fève <i>Bruchus rufimanus</i> et leur effectifs.....	34
3.3. Oviposition et l'infestation des gousses.....	34
4. Résultats.....	35
4.1. Etude de la phénologie de la plante hôte <i>V. faba</i>	35
4.1.1. Evolution temporelle de la taille moyenne des tiges des deux variétés.....	35
4.1.2. Evolution temporelle du nombre moyen d'inflorescences des deux variétés.....	36
4.1.3. Evolution temporelle du nombre moyen d'étage de gousses des deux variétés..	36
4.1.4. Identification des principaux stades de cycle végétatif de la fève et féverole....	37
4.1.5. Exploitation des résultats par une étude statistique.....	39
4.2. Etude de la densité des adultes de la bruche et leur activités.....	41
4.2.1. Evolution temporelle du nombre d'adultes capturés en fonction de la floraison	41
4.3. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de <i>B. rufimanus</i>	43
4.4. Estimation de taux d'infestation par l'analyse statistique des résultats obtenus.....	46
4.5. Etude de la corrélation entre le nombre moyen d'œufs pondus et la taille des gousses.....	47
5. Discussion.....	48

Chapitre V : Cycle de développement de *Bruchus rufimanus* dans les deux parcelles à variétés Séville et Féverole

1. Introduction.....	52
2. Matériels et méthodes.....	52
3. Résultats	53
3.1. Développement embryonnaire.....	53
3.2. Développement post-embryonnaire dans la parcelle à variété Séville.....	53
3.2.1. Développement larvaire	53
3.2.2. Nymphé.....	54
3.3. Développement post-embryonnaire dans la parcelle à variété Féverole.....	54
3.3.1. Développement larvaire.....	54
3.3.2. La nymphé.....	54
4. Discussion.....	58

Chapitre VI : Etude biochimique chez les adultes de *B.rufimanus* diapausants et en activité reproductrice

1. Introduction.....	61
2. Matériels et méthodes.....	61
2.2.1. Extraction de l'hémolymphe.....	63
2.2.2. Dosage des protéines par liaison de colorant.....	64
2.2.3. Réalisation d'une courbe étalon (étalonnage).....	64
2.2.4. Détermination de la concentration des protéines hémolympatiques.....	65
3. Résultats.....	65
3.1. Protéïnémie hémolympatique totale chez les mâles et femelles de <i>Bruchus rufimanus</i> en diapause.....	65
3.2. Protéïnémie hémolympatique totale chez les mâles et femelles de <i>Bruchus rufimanus</i> sexuellement actifs.....	66
4. Discussion.....	67
Conclusion générale.....	69
Références bibliographiques.....	72

Introduction générale

Répartis dans le monde entier, la famille des légumineuses est très diversifiée, elle comprend environ 19000 espèces (ROLAND, 2002). La sous famille des Papilionoideae contient l'essentiel des espèces (14000) par rapport à celles des Mimosoideae et Caesalpinoideae.

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

Selon GEPTS et *al.* (2005), en 2004, plus de 300 millions de tonnes de légumineuses à grains ont été réalisées sur 190 millions d'hectares (ou 13% de la superficie totale cultivée, y compris les terres arables et les cultures permanentes).

Selon LAZREK BEN-FRIHA (2008), les légumineuses permettent à la fois, d'enrichir le sol en matière organique et d'épargner les engrais azotés par l'exploitation d'un processus naturel. Elles fournissent des avantages importants aux systèmes de culture et l'environnement en raison de la possibilité d'effectuer la fixation symbiotique de l'azote (KAUR et *al.*, 2012).

D'après HANAFY et *al.* (2005), la fève (*Vicia faba* L.) est la légumineuse à grains principalement cultivée pour les grains secs pour la consommation humaine et l'alimentation des animaux dans beaucoup de pays développés et les pays en développement particulièrement dans l'Asie occidentale et en Afrique du Nord.

En Algérie la fève est exposée à des contraintes d'ordre biotiques notamment les mauvaises herbes, les maladies fongiques et virales ainsi que les ravageurs comme les insectes (MAATOUGUI, 1996).

Parmi les insectes ravageurs de la fève, nous citons la sitone du pois *Sitona lineatus*, le puceron noir *Aphis fabae* et la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (Boh).

Les espèces du genre *Bruchus* sont des insectes phytophages qui colonisent les cultures au moment de la phase de floraison de leur plante-hôte et ne se reproduisent que sur les gousses vertes. Ce genre comporte environ 300 espèces, réparties dans toute la région Eurasiatique et en Amérique.

La bruche de la fève *Bruchus rufimanus* se développe aux dépens des graines de légumineuses du genre *Vicia*. Cet insecte cosmopolite s'attaque aux cultures de fève en Europe, au Maghreb, au Moyen-Orient et aux Etats Unis (HUIGNARD et al., 2011).

Bruchus rufimanus est l'un des ravageurs les plus nuisibles de la fève et féverole. Ses larves provoquent des modifications quantitatives et qualitatives des réserves, contenues dans les graines et réduisent leur pouvoir germinatif (GAIN, 1978).

La fenêtre d'intervention est assez étroite, car les insecticides disponibles aujourd'hui ne sont efficaces que sur les bruches adultes. Il est nécessaire d'intervenir dès l'apparition des toutes premières gousses car les essais effectués par CAILLIEZ (2005) montrent une nouvelle fois que les adultes pondent à ce moment là.

Face à l'ampleur des dégâts causés par la bruche de la fève et vue de l'importance de la culture de la fève, et afin d'élaborer une stratégie de lutte contre ce bioagresseur, il est nécessaire de connaître sa bioécologie dans les conditions de nos agrosystèmes, notamment la dynamique des populations et les conditions de sa diapause reproductrice.

Ce présent mémoire est scindé en 6 chapitres structurés comme suit :

- ✓ Le chapitre I portera sur une synthèse bibliographique sur la plante hôte de la fève *Vicia faba*.
- ✓ Le chapitre II rappellera les données bibliographiques sur la bruche de la fève *Bruchus rufimanus*.
- La présentation de la zone d'étude se fera dans le chapitre III.
- Dans le chapitre IV sera présenté l'étude de la dynamique des populations de *Bruchus rufimanus* dans deux parcelles de fève et de féverole dans la commune de Haizer wilaya de Bouira.
- Le chapitre V rapportera les résultats du cycle biologique de *B. rufimanus* sur le terrain et dans les stocks pour la fève et la féverole.
- Le chapitre VI proposera une étude biochimique de *Bruchus rufimanus*, dosage de protéines totales dans l'hémolymphe des adultes mâles et femelles, en diapause et en activité reproductrice.

Nous terminerons cette étude par une conclusion générale et perspectives.

Chapitre I

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

1. Origine de *Vicia faba*

La fève (*Vicia faba*) est une plante potagère de la famille des Papilionacées cultivée depuis la plus haute antiquité. Originnaire d'Asie Centrale cultivait il y a près de 10.000 ans. Elle se répandra ensuite à tout l'hémisphère nord (ZAIDI et MAHIOUT, 2012).

En Egypte des graines de fève ont été trouvées dans les tombes de la XXIIe dynastie des pharaons (2002-2004 avant J.C). Elle s'accommode à tous les types de sols (HUIGNARD et *al.*, 2011).

2. Position systématique de la fève

2.1. Classification classique

Les légumineuses alimentaires constituent une grande famille, avec quelques 690 genres et environ 18000 espèces, dont fait partie la fève qui est une plante herbacée annuelle, appartenant à celle des Fabacées (PERON, 2006).

Selon KOLEV (1976), la fève est classée comme suit :

Embranchement : Spermaphytes

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous-classe : Dialypétales

Série : Calciflores

Ordre : Rosales

Famille : Fabacées

Sous famille : Papilionacées

Tribu : Viciées

Genre : *Vicia*

Espèce : *Vicia faba* L.

2.2. Classification phylogénétique

Selon CHASE et REVEAL (2009), la fève est classée comme suit :

Règne : Plante

Clade : Angiospermes

Clade : Dicotylédones

Clade : Fabidées

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae

Sous famille : Papilionioideae

Tribu : Fabeae

Genre : *Vicia*

Espèce : *Vicia faba* L.

3. Description de la plante hôte

Vicia faba est une plante annuelle, à tige rugueuse et dressée, non ramifiée, de 20 à 60 cm de hauteur, elle produit une ou plusieurs tiges creusées à partir de la base.

Les feuilles alternées et pennées sont constituées d'une à trois paires de folioles très grandes, mesurant chacune jusqu'à 8 cm. Les fleurs sont généralement blanches avec des ailes noires, par deux à cinq petites grappes pédonculées (HEYWOOD et RICHARDSON, 1964 ; GUINOOCHET et DE VILMORIN, 1984). Ces grandes fleurs papilionacées donnent de longues gousses vertes, épaisses, contenant de grosses graines ovales (COUPLIN et MARMY, 2009).

4. Composition chimique de la fève

La valeur nutritive de fève a été traditionnellement attribuée à un contenu à haute valeur protéique, qui varie de 25 à 35% malgré le déséquilibre en acides aminés de soufre.

La plupart de ces protéines sont les globulines (60%), les albumines (20%), la glutiline (15%) et les prolalines. C'est aussi une bonne source de sucre, minéraux et vitamines. Ainsi, l'analyse chimique de cette légumineuse révèle un taux de 50 à 60% de teneur en hydrate de carbone (LARRALDE et MARTINEZ, 1991).

5. Phénologie de la plante hôte *Vicia faba*

L'échelle biologique et chimique des stades phénologiques de la fève est récapitulée dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Les stades phénologiques de la plante hôte la fève (WEBER et BELEIHOLDER, 1990 ; LANCASHIRE et *al.*, 1991)

Stades	Définitions
Germination	Graine sèche jusqu'à la jeune pousse perce la surface du sol
Développement des feuilles	9 ou davantage de feuilles étalées
Elongation de la tige principale	Début de l'élongation de la tige principale
Apparition de l'inflorescence	Les premiers boutons floraux sont individuels visibles, toujours fermés mais dégagés des feuilles
Floraison	Apparition des fleurs
Développement du fruit	Presque toutes les gousses ont atteint leur taille finale

6. Variétés de la fève

Il existe plusieurs sous espèces et variétés de *Vicia faba*, dont on reconnaît essentiellement trois groupes définis par la taille des graines, qui peuvent être petites (variété minor), moyennes (variété équina) ou grosse (variété major). Le terme major désigne les graines que l'on appelle communément «fève» dont la longueur est supérieure à 2 cm, alors que minor correspond au terme «féverole», ce sont des graines de 0,5 à 1,5 cm de long (ATIK, 1999).

PICARD, 1976 ; CROFTS et *al.*, 1980 ; CABRERA et MARTEIN, 1986 rappellent qu'au sein de la variété minor, il existe une grande diversité de coloration de fleurs, qui peuvent être totalement blanches, ou uniformément pigmentées.

6.1. Principales variétés actuelles

D'après CHAUX et FOURY (1994), quatre groupes sont distingués:

6.1.1. Variétés très précoces

On rencontre dans ce groupe le type muchaniel dont les gousses vert clair contiennent 05 à 06 grains blancs.

6.1.2. Variétés précoces

On rencontre dans ce groupe la variété Séville, à gousses longues, renfermant 05 à 06 grains, plus volumineux que ceux des types précédents. La plante est de hauteur moyenne (70 cm).

6.1.3. Variétés demi-précoces

Les variétés demi-précoces appartiennent au type fève d'Aguadulce et sont très répandues en culture à végétation haute (1,10 à 1,20 m). Elles ont des gousses vertes, volumineuses et très longues pouvant atteindre 20 à 25 cm, contenant 07 à 09 grains. C'est une variété très reproductrice.

6.1.4. Variétés tardives

Sous le nom fève trois fois blanche (ITE BERYL), elles ont une hauteur moyenne de 85 cm, elles produisent de nombreuses gousses contenant 04 graines assez fines.

7. Exigences de la culture des fèves

7.1. Exigences pédologiques

7.1.1. Eau

L'espèce est très exigeante en humidité du sol surtout pendant les périodes initiales de son développement. Les phases de floraison et développement des gousses présentent une sensibilité élevée vis-à-vis d'un stress hydrique, raison pour laquelle il faut intervenir par arrosage ou irrigation en cas de faibles précipitations (CHAUX et FOURY, 1994).

7.1.2. Sol

Selon CHAUX et FOURY (1994), la fève ne présente pas d'exigence spécifique au regard de la nature des sols. Cependant, la préférence est donnée au sol sablo-argileux humifère (PERON, 2006), et un pH neutre à légèrement alcalin (7-8,3).

7.2. Exigences climatiques

7.2.1. Température

La fève supporte les faibles gelées ne dépassant pas -3°C . Comme le pois, les fortes chaleurs (au dessus de $22-25^{\circ}\text{C}$ de moyenne journalière) lui sont néfastes (arrêt de croissance) et peuvent même anéantir complètement la végétation (CHAUX et FOURY, 1994).

7.2.2. Lumière

D'après LAUMONIER (1979), la fève se comporte comme une plante de jour long qui se traduit par une exigence importante en luminosité.

7.3. Exigences agronomiques

7.3.1. Préparation du sol

Afin d'assurer à la plante une bonne autonomie vis-à-vis de ses besoins en eau, et en raison de son enracinement pivotant, un labour profond est conseillé (CHAUX et FOURY, 1994).

7.3.2. Semis

Selon LAUMONIER (1979), le semis dépend des régions et des variétés, il peut s'effectuer à partir du mois d'octobre jusqu'à la fin du mois de février et début du mois de mars. En Algérie, le semis est réalisé au mois de novembre afin d'éviter la sécheresse printanière et le développement de l'orobanche.

8. Importance régionale de la culture de la fève

8.1. Production de la fève dans la wilaya de Bouira

Les données statistiques agricoles sur la superficie et la production de la fève dans la région de Bouira pour la décennie (2003-2013) sont représentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Superficie et production de la fève dans la région de Bouira (D.S.A.Bouira, 2013)

Compagne agricole	Superficies (ha)	Production (qx)
2003- 2004	1184	11265
2004- 2005	1415	19927
2005- 2006	1287	15328
2006- 2007	1220	12763
2007- 2008	580	5220
2008- 2009	1910	40173
2009-2010	1405	24178
2010- 2011	934	13047
2011- 2012	856	11023
2012- 2013	884.5	11247
Moyenne	1119	16417,1

Il en ressort de ces données, que la superficie moyenne réservée à la culture de la fève dans la wilaya de Bouira est de 1119 ha, elle présente des variations d'une année à l'autre. La production varie selon les régions, dont la moyenne de dix années dans notre région est de 16417,1 qx/ha.

8.2. Superficie et production agricole utile par la fève par rapport aux autres légumes secs dans la région de Bouira

La superficie agricole occupée par la fève et sa production par rapport aux autres légumineuses pour la décennie (2003-2013) sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Superficie agricole utile occupée par la fève et sa production par rapport aux autres cultures de légumineuses dans la wilaya de Bouira (D.S.A.Bouira, 2013).

Année agricole	Lentille		Pois Chiches		Pois Secs		Fèves	
	Superficies (ha)	Production (qx)						
2003- 2004	28	166	97	772	0	0	1184	11265
2004- 2005	37	120.5	63	251	15	50	1415	19927
2005- 2006	24	100	112	478	7	42	1287	15328
2006- 2007	19	91	169	882	7	40	1220	12763
2007- 2008	0	0	50	400	12	120	580	5220
2008- 2009	6	38	153	1468	8	56	1910	40173
2009-2010	24	264	203.5	1522	20	200	1405	24178
2010- 2011	37	282	231	2918	10	80	934	13047
2011- 2012	106	769	402.5	3977	0	0	856	11023
2012- 2013	118	1353	435	4962	8	72	884.5	11247
Moyenne	39,9	340,33	163,75	1763	8,7	66	1199	16417,1

Les résultats représentés dans le tableau ci-dessus montrent que la fève occupe une superficie moyenne très importante par rapport aux autres légumes secs pour la décennie (2003-2013). Le pois chiche vient en deuxième position avec une superficie moyenne de l'ordre de 163,75 ha. Nous remarquons aussi, selon ces statistiques que la production de la fève est très importante (16417,1qx) par rapport à la production des autres cultures, s'ensuit celle du pois chiche.

9. Contraintes majeures de la production de la Fève

Les principales contraintes qui limitent la réalisation de plein potentiel de rendement de la fève et de la féverole et qui provoquent une instabilité du rendement sont abiotiques et biotiques. Leur importance relative, cependant, varie en fonction de la localisation géographique et les conditions agros-écologiques de la production agricole.

9.1. Principales contraintes abiotiques dans la région méditerranéenne

Selon SAXENA (1991), les contraintes principales dans la région méditerranéenne sont :

- ✓ Le froid au début de la saison des récoltes
- ✓ La sécheresse à différents stades de croissance
- ✓ La chaleur lors de la croissance de la production et les étapes de remplissage des gousses
- ✓ La salinité est également une contrainte de production dans certaines zones côtières.

D'après ZAGHOUANE (1991), en Algérie la production de la fève est limitée par différents facteurs environnementaux et techniques. Ceux-ci sont discutés ci-dessous.

9.1.1. Contraintes environnementales

Les contraintes environnementales s'expriment notamment par :

- ✓ Le gel pendant la floraison, qui provoque la coulure des fleurs et mortalité des plantes
- ✓ Le sirocco (vent chaud venant de sud), qui affecte la production des gousses et limite aussi la grosseur des graines.

9.1.2. Contraintes techniques

Les contraintes techniques sont :

- ✓ La production de semences certifiées est faible, elle ne répond pas aux besoins du pays ;
- ✓ Le semis est réalisé à la main et le manque de main-d'œuvre constitue une contrainte majeure à la production ;
- ✓ La fertilisation minérale dont le phosphore et le potassium (P et K) est très limitée, même dans le secteur privé ;

- ✓ La récolte et battage sont également réalisés à la main. L'absence d'un mécanisme approprié pour la récolte et le battage ne permet pas une meilleure maîtrise de cette opération elle limite la possibilité d'amélioration.

9.2. Principales contraintes biotiques en Algérie

La fève (*Vicia faba*) est la principale légumineuse alimentaire cultivée en Algérie (INRA, 2007). Elle constitue une importante ressource socio économique, mais cette espèce est soumise à plusieurs maladies et ravageurs parmi lesquelles nous pouvons citer : les insectes, les nématodes etc... qui constituent des contraintes majeures pour son amélioration, son développement et la stabilité de la production.

9.2.1. Maladies

Parmi les maladies fongiques qui peuvent attaquer la fève nous pouvons citer :

- ✓ **Taches chocolat (*Botrytis fabae*)**

Les études menées durant ces dernière années en Algérie ont montré que *B. fabae* et *B. cinerea* causent des symptômes similaires sur leur plante hôte, la fève (BOUZNAD et al. 2011).

C'est un champignon nécrotrophe et est bien connu la principale cause de la maladie des taches chocolat de la fève dans le champ, où le champignon forme des lésions brun foncé (COLE et al., 1998).

- ✓ **Rouille**

Causée par *Uromyces viciae-fabae*, la rouille est une maladie grave à la fève avec des attaques sévères au Moyen-Orient et Afrique Orientale, elle atteint jusqu'à 70% des cultures. Selon MESSIAEN et al. (1991), la rouille conduit à l'affaiblissement des plantes et à la diminution du nombre et du remplissage des gousses, à des dessèchements prématurés dans les cas les plus graves, qui peuvent être provoqués par un assez grand nombre de champignons.

- ✓ **Mildiou**

Les agents responsables sont *Peronospora fabae* et *Peronospora viciae*. Suite aux attaques précoces sur les plantes jeunes, le mildiou entraîne le nanisme et la déformation de la tige et des feuilles (CHAUX et FOURY, 1994). Les attaques tardives montrent la formation d'un feutrage gris à la face inférieure des folioles (STODDARD et al., 2010).

✓ Anthracnose

L'Anthracnose est causée par *Ascohyta fabae*. PLANQUAERT et GIRARD (1987) rapportent que cette maladie se manifeste par la formation des taches brunes sur l'épiderme des gousses, sur les feuilles et sur les tiges. Les graines sont ensuite contaminées en provoquant l'éclatement des gousses.

9.2. 2. Sensibilité aux ravageurs

✓ Nématodes

Les parcelles de la fève et de féverole présentent des attaques de nématodes par *Ditylenchus dipsaci* communément appelé nématode des tiges. Ils constituent un sérieux problème sur les tiges de fève en Algérie (SELLAMI et BOUSNINA, 1996). Ils provoquent le gonflement et la déformation de la tige, avec la décoloration des différentes parties de la plante (ABBAS ANDALOUSSI, 2001). Les plantes sont aussi chétives (croissance terminale stoppée), tordues et épaisses (ARVALIS et UNIP, 2012).

✓ Insectes

La fève est sujette à des attaques de plusieurs espèces d'insectes parmi lesquels nous citerons :

➤ Puceron noir de la fève (*Aphis fabae*)

Le puceron noir est le principal ravageur de la fève. Cette espèce forme des colonies en manchon autour des tiges. Il est à l'origine de pertes importantes de rendement. En présence de grandes colonies, les feuilles se recroquevillent sous l'effet des ponctions de sève, la croissance est altérée et la toxicité de la salive peut faire avorter les fleurs et l'éclatement des gousses fortement attaquées (DIDIER et GUYOT, 2012). Ce puceron est aussi le vecteur de maladies à virus, il peut transmettre plus de 30 virus pathogènes (BLACKMAN et EASTOP, 2007).

➤ Sitone du pois (*Sitona lineatus*)

La sitone du pois est un charançon de 3,5 à 5mm de long de couleur brun- rougeâtre. Les adultes dévorent les feuilles (encoches) sans grande incidence. Les larves de cet insecte consomment les nodosités, ce qui perturbe l'alimentation azotée (AVERSENQ et *al.*, 2008).

➤ **Thrips du pois (*Frankliniella robusta*)**

Les thrips sont de minuscules insectes parasites de nombreuses plantes. Ils provoquent rarement la mort du végétal, les dommages sont d'ordre esthétique, et ils peuvent nuire à la qualité des récoltes. Les plantes touchées présentent des feuilles gaufrées avec des taches jaunes ou brunes. Elles développent de nombreuses ramifications et restent naines et sans gousses (ARVALIS et UNIP, 2013).

➤ **Bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*)**

La femelle de *B. rufimanus* pond sur les gousses et les larves de ce Coléoptère se développent aux dépens des graines qui perdent leur pouvoir germinatif et leur poids (BOUGHADAD, 1994).

La biologie et l'écologie de ce ravageur font l'objet de cette présente étude.

9.3. Principales mesures de lutte contre les maladies et les ravageurs

D'après CHAUX et FOURY (2004), les principales mesures de lutte sont :

- ✓ Ne semer que des graines traitées, notamment contre l'antracnose et le Mildiou ;
- ✓ Ne pas semer à densité excessive ;
- ✓ Surveiller l'apparition des premiers symptômes de maladies du feuillage et engager une lutte précoce ;
- ✓ Maitriser le développement du puceron noir de la fève, notamment sur les cultures de printemps, par une lutte aphicide précoce ;
- ✓ Utiliser des bouillies très mouillantes ;
- ✓ En période de floraison : choisir des produits inoffensifs sur insectes butineurs et traiter de préférence le soir.

Chapitre II

Synthèse bibliographique sur la bruche de la fève *B. rufimanus*

1. Introduction

Les membres de la famille des Bruchidae se trouvent sur tous les continents (hormis l'Antarctique) et en particulier dans des régions chaudes du globe, où est observé la plus grande diversité spécifique, avec plus de 60 genres et 1700 espèces décrites à ce jour (SOUTHEGATE, 1979 ; JOHNSON, 1994). D'après la classification moderne de LECOINTRE et LE GUYARDER (2001), les bruches appartiennent à la famille des Chrysomelidae (Coleoptera : Chrysomelidae : Bruchinae).

Elles ne présentent qu'une minorité des 135000 espèces de Coléoptères phytophages (JOHNSON, 1994). Leur développement se fait en général à l'intérieur d'une seule graine de légumineuse. Ce sont des ravageurs des denrées d'une très grande importance. Ils peuvent causer des dégâts au champ, mais surtout nuisibles dans les stocks des graines (YUS RAMOS *et al.*, 2007).

2. Position Systématique

Selon HOFFMAN *et al.* (1962), BUKEJS (2010), la systématique de la bruche de la fève est la suivante :

Règne : Animal

Embranchement : Arthropodes

Sous embranchement : Ptérygotes

Classe : Insectes

Section : Néoptères

Sous section : Endoptérygotes

Ordre : Coléoptères

Sous ordre : Phytophagae

Famille : Chrysomelidae (Bruchidea)

Sous-famille : Bruchinae

Genre : *Bruchus*

Espèces : *Bruchus rufimanus* (Boheman, 1833)

3. Description de la bruche de la fève

3.1. Adultes

D'une Longueur moyenne de 3,5 – 5 mm, la bruche de la fève est une grande espèce, se reconnaissant facilement par la présence d'une longue pointe située à l'angle interne des tibias postérieurs, dans les deux sexes, et en outre, par la conformation particulière des tibias intermédiaires tordus légèrement et creusés en gouttière le long de leur face interne chez les mâles. Le prothorax est plus au moins denté latéralement. Les tarses médians tantôt ferrugineux, tantôt noirs (HOFMANN, 1945).

La tête, petite noire est prolongée en museau court. Les pattes antérieures fauves sont à la base des cuisses noires, tandis que les autres sont noires. Le corselet est couvert d'un épais duvet d'un gris jaunâtre, les élytres sont plus larges que le corselet, noirs striés avec des taches grises (QUANTIN, 1861).

3.2. Œufs

Les œufs ont 0,55 X 0,25 mm ; ils ont un aspect gélatineux et sont collés à la gousse sur toute sa longueur (Figure 1). Ils sont lisses et ne présentent pas d'ornementation visible de chorion (DUPONT, 1990).

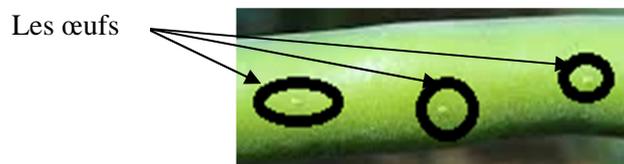


Figure 1 : Œufs déposés par la femelle de la bruche de la fève

3.3. Larves

Les larves de *B. rufimanus* mesurent 5 à 6 mm de long, caractérisées par une tête brune, un corps blanc légèrement jaunâtre et incurvé. Leur plaque pro-thoracique présente une série de dix dents (HOFFMANN, 1945 ; KINGSOLVER, 2004). Elles sont sub-cylindriques en forme de C (Figure 2).



Figure 2 : Larve de la bruche de la fève *B. rufimanus*

3.4. Nymphes

La nymphe ressemble à l'adulte mais qui n'a pas acquis sa couleur brune, cette dernière est d'un blanc crème (Figure 3). La tête n'est partiellement visible que du haut (CASARI et TEIXEIRA, 1997).



Figure 3 : Nympe de la bruche de la fève

4. Cycle de développement

Bruchus rufimanus est une bruche univoltine (une seule génération par an). Les bruches les plus précoces abandonnent les graines lorsque les pieds commencent à mûrir ou lorsqu'ils sèchent dans le champ pour aller hiverner dans des abris variés, les individus plus tardifs restent dans les grains jusqu'au printemps suivant. Selon MEDJDOUB-BENSAAD (2007) en cette période l'insecte est en état de diapause imaginale, appelée diapause reproductrice.

Lorsque la température est supérieure à 15°C et que la photopériode s'allonge, les adultes commencent à voler à la recherche des plantes à fleurs et se nourrissent du pollen et du nectar que ces fleurs produisent. Ils vont alors rechercher les cultures de fève (cultures – hôtes) (HUIGNARD, 2011). Au bout de quelques jours, ils s'accouplent, la femelle pond isolement ses œufs sur les gousses. Ce petit charançon creuse des trous dans les gousses.

5. Intensité de la diapause reproductrice sur *B. rufimanus*

Le cycle vital des invertébrés peut présenter une phase d'arrêt du développement, du fait des conditions écologiques défavorables.

Selon SACCHI et TESTARD (1971), le déterminisme et les implications physiologiques de cet arrêt diffère 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.

La diapause reproductrice se caractérise non seulement par un arrêt de l'activité reproductrice, mais également par un ensemble de modifications physiologiques, anatomiques et biochimiques complexes. Elle est observée pendant la saison sèche en zone tropicale ou

pendant la période hivernale en zone tempérée lorsque les conditions sont défavorables, la nourriture et le substrat n'étant pas disponibles (TRAN, 1992).

Les adultes de la nouvelle génération sont en diapause reproductrice et séjournent dans les grains pendant une grande période (DARQUENNE et *al.*, 1993).

6. Modifications physiologiques, anatomiques et biochimiques

6.1. Modifications anatomiques

Il peut y avoir d'importantes modifications anatomiques, comme la dégénérescence des muscles de vol chez un certain nombre d'espèces diapauses (WOLDA et DENLINGER, 1994).

6.2. Modifications physiologiques

Selon PANCHOUT (2007), l'appareil génital femelle se situe dans l'abdomen et se compose de deux ovaires, qui sont eux même composés de 12 ovarioles. Ces structures en forme de collier de perles se rejoignent dans deux oviductes latéraux.

Le spermathèque est un organe particulier car il permet à la femelle de conserver les spermatozoïdes pendant une longue durée. L'ovaire est généralement formé d'une multitude d'ovarioles qui sont spécialisées dans la production d'ovocytes. Ce sont ces ovocytes qui iront à la rencontre de spermatozoïde pour être fécondés et former un œuf.

La zone inférieure au germarium constitue la vitellarium. C'est dans cette zone que les ovocytes vont se développer de manière importante.

Les femelles qui sont toutes en diapause reproductrice, ont les ovarioles réduites à leur germarium, il n'y a aucune phase de vitellogenèse et elles ne représentent aucune activité sexuelle (HUIGNARD et *al.*, 2011).

Les oviductes latéraux sont vides, leur paroi très repliée est formée dans sa partie supérieure de cellules aplaties (5 à 6 μm de diamètre) et il n'y a aucune sécrétion dans la lumière.

Des études réalisées chez *Lepetiotarsa decemlineata* (DE WILDE et DE BOER, 1969) ou *Anacridium aegyptium* (GIRANDIE et *al.*, 1974) montrent que cette diapause reproductrice est due à une inactivation des corpora allata, ce qui entraîne une chute du taux d'hormone juvénile, hormone contrôlant la synthèse de vitellogénine et son incorporation.

Chez le mâle de *B. rufimanus* l'appareil génital est constitué de deux paires de testicules et trois paires de glandes annexes (médianes, latérales et tubuleuses). Au niveau de la glande latérale, aboutissent les glandes et les testicules (TRAN, 1992).

Les trois paires de glandes annexes chez les mâles diapausants ne présentent pas de signe d'activité sécrétrices, leur lumière est vide et les cellules sécrétrices n'évoluant pratiquement pas au cours du temps.

6.3. Modifications biochimiques

Selon LEFEVERE (1988), durant la diapause reproductrice, le taux des protéines hymolymphatiques reste élevé et généralement nettement plus important que chez les adultes sexuellement mûrs. Les résultats de CHAKIR (1998) montrent que les réserves de corps gras sont abondants chez les adultes diapausants et relativement plus faible chez les adultes sexuellement actifs.

La diapause est donc induite par la perception de plusieurs stimuli perçus à des phases variables du développement. Chez la plupart des organismes, les stimuli externes affectent le métabolisme des hormones qui sont synthétisées et libérés dans l'organisme sous la dépendance de facteurs tels la photopériode, la température ou l'alimentation. La diapause n'échappe pas à la règle, elle est sous l'influence de productions d'hormones (MAUCHAMP, 1988).

L'état diapausant se caractérise également par la présence dans l'hémolymphe de quantités d'acides aminés libres. La proline est le principal acide aminé libre, aussi bien chez les mâles que chez les femelles de *B. rufimanus*. Selon TRAN (1992), elle est estimée à 40 % du total des acides aminés détectés dans l'hémolymphe.

7. Conditions de levée de la diapause reproductrice

Chez *B. rufimanus* la levée de la diapause a lieu au printemps lors de la phase de fructification de la plante hôte (HUIGNARD et *al.*, 2011).

L'apparition des fleurs induit la résiliation de diapause et rendent les insectes sexuellement actifs. Les substances chimiques produites par les fleurs stimulent probablement le développement de l'ovogenèse (HUIGNARD et *al.*, 1990).

Chez *Bruchidius atrolineatus* (Pic) lorsque les insectes diapausants sont placés en présence d'influences de *Vigna unguiculata* Walp, leurs organes reproductifs deviennent fonctionnels après un temps de latence de 15 à 20 jours.

Il n'y a par contre aucune levée de la diapause chez les bruches placées en présence de gousses sèches de *V. unguiculata* dans une atmosphère saturée. Des informations sensorielles issues des pièces florales ou et des facteurs nutritionnels sans doute liés à la consommation de nectar semblent être à l'origine de cette levée de la diapause (GERMAIN et al., 1985).

8. Dégâts causés par la bruche

Si l'on s'intéresse aux dégâts causés par la bruche, les spécimens adultes ne vivent que pendant quelques jours. Ils apprécient le pollen et ne causent pas de dommages importants. Par contre, ce sont surtout les larves qui s'incrument dans les grains. Celles-ci laissent un trou de forme circulaire reconnaissable entre mille. Les grains endommagés perdent leur qualité gustative.

B. rufimanus est sensible aux conditions météorologiques, les périodes sèches et chaudes lui sont favorables (BERNE et DARDY, 1987) raison pour laquelle, ses dégâts sont plus importants sur les fèves et féverole de printemps (TAUPIN, 1985).

8.1. Pertes pondérales

La perte pondérale se traduit par la réduction du poids et du volume des graines attaquées par les insectes pour s'en nourrir (FLEURAT-LESSARD, 2011). En effet, les pertes moyennes en poids sec des cotylédons sont évaluées à 2,84 % avec un seul adulte par graine, 5,87 % avec deux adultes par graines, 8,27 % avec trois adultes par graine et à 14,5 % avec cinq adultes par graine (BOUGHADAD, 1994 et 1996).

8.2. Pertes des germinations

D'après HOFFMAN et LABEYRIE (1962) le pouvoir germinatif des grains est fortement diminué par les galeries larvaires. 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 3 bruches.

8.3. Dépréciation des graines

B. rufimanus provoque la dépréciation gustative des graines de *V. faba* (BALACHOWSKY, 1962 ; BOUGHADAD, 1994).

Selon MARGET (2012), en plus, ces dégâts (figure1) gênent considérablement la vente du produit car les grains sont tachetés par des opercules causés par la bruche de la fève. La partie de l'albumen des graines attaquée par ce Coléoptère est détruite après le développement des larves et les graines fortement endommagées se délitent (FLEURAT-LESSARD, 2011).

Trou de sortie des bruches



Figure 4 : Dégâts causés par *B. rufimanus* sur les graines de *V.faba* (Originale, 2013).

8.4. Baisse de 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.

9. Techniques de protection

La bruche attaque principalement aux graines. Si l'attaque survient durant la culture, il est indispensable de garder un œil sur les graines et les gousses que l'on écosse.

Face à l'ampleur des dégâts causés par les bruches, plusieurs techniques sont utilisées pour éradiquer le fléau ou maintenir le niveau des attaques à un seuil économiquement acceptables.

9.1. Lutte chimique

Selon BALACHOWSKY (1962), en absence de toute possibilité de traitement, la lutte chimique paraît nécessaire. Elle est indispensable pour contrôler efficacement les dégâts de la bruche de la fève au champ (SERPEILLE, 1991).

Peu de produits sont efficaces et il faut protéger les abeilles et les bourdons car ceux-ci sont nécessaires à la fécondation des fèves et féveroles. Deux produits sont préférés : Karate Xpress 0.125 Kg et Talster flo 0.125 L.

DUPONT (1990) préconise deux traitements d'insecticides au cours de la phase de fructification. Ces traitements pratiqués par pulvérisation des pyréthrinoides et d'endosulfan permettent un contrôle très efficace des populations de *B. rufimanus* (les pertes en graine étant alors inférieures à 10 %).

Les bruches adultes sont tellement mobiles qu'il est préférable d'intervenir sur toutes les parcelles en même temps dans une région donnée (CAILLIEZ, 2005).

9.2. Méthodes préventives

Elles ont pour objectif de réduire l'infestation des gousses (fruit) au champ. Il s'agit de techniques culturales qui consistent en un ramassage des gousses à un stade phénologique précoce. Selon LIENARD et SECK (1994), les associations culturales entre céréale et une légumineuse peuvent limiter la contamination des gousses de légumineuses par les *Bruchidae*. Il y a aussi le cerclage des cultures et la rotation qui empêche le développement de foyers d'infestation.

9.3. Méthode curative

Le stockage au dessus du feu est une bonne méthode de lutte contre les bruches. L'utilisation de la cendre empêche la rentrée des adultes dans les stocks et réduit aussi bien l'oviposition que les émergences en emprisonnant les adultes dans les cellules pupales (LIENARD et SECK, 1994).

Le stockage hermétique permet de tuer les insectes par asphyxie, cette méthode consiste à entreposer les graines dans des récipients hermétiques à l'air. Au bout d'un certain temps l'oxygène est consommé par les graines et les ravageurs en vie vont mourir par manque

d'oxygène au bout de quelques heures, cela favorise aussi l'augmentation des gaz carboniques.

9.4. Méthodes physiques

Les méthodes physiques consistent à éliminer directement les ravageurs par modification de leur environnement qui leur devient hostile. Selon KUMAR (1991), les températures de l'ordre de 45° C sont létales pour les insectes.

Dans ce domaine, l'irradiation connaît beaucoup de succès ces dernières années car elle n'altère aucune des propriétés physiques, chimiques et organoleptiques des denrées.

SERPEILLE (1991) indique que des traitements expérimentaux ont provoqué la destruction des bruches au niveau du stock : irradiation ultraviolet hautes températures (supérieures à 35° C), basses températures (inférieure à 9° C).

9.5. Lutte biologique

Le principe consiste à introduire dans le milieu de vie des ravageurs un prédateur, un parasitoïdes ou un microorganisme pathogène pour contrarier leur développement.

Selon BALACHOWSKY (1945) in MEDJDOUB-BENSAAD (2007), les ennemis naturels de la bruche de la fève sont peu nombreux, il cite *Sigalphus pallipes* Nees, *Sigalphus thoracicus* Curt, *Chremylus rubiginosus* Nees (Hymenoptera : Braconidae), *Triaspis similis* Szelp.

D'après BOUGHADAD (1994), ce sont les parasitoïdes qui exercent l'impact régulateur le plus fort. *Sigalphus thoracicus* Szelp est considéré comme le Braconidae qui occasionne les plus fortes mortalités chez les larves âgées et les nymphes.

Dans la région de Tizi- Ouzou *Triaspis tuteipes* (Hymenoptera : Braconidae) a été identifié dans les logettes nymphales de *B. rufimanus* (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007).

Chapitre III

Présentation de la région d'étude

1. Description de la région d'étude

1.1. Situation géographique

Cette étude a été effectuée dans la région de Bouira dont les coordonnées géographiques sont 36°15'0" latitude Nord et 3°55'0" longitude Est. Selon ANONYME (2013) la wilaya de Bouira s'étend sur une superficie de 4456,26 km² représentant 0,19% du territoire national. Le chef lieu de wilaya est situé à près de 120 km de la capitale Alger.

La wilaya est limitée au Nord et au Nord-Est par la wilaya de Tizi-Ouzou et la chaîne montagneuse du Djurdjura, au Sud-Est par la chaîne montagneuse des bibans et la wilaya de Bordj-Bou-Arredj, au Sud-Ouest par les montagnes de Dirah et la wilaya de M'Sila et enfin à l'Ouest par les wilayas de Médéa et de Blida (figure 5).

Les zones boisées tiennent une place importante dans la wilaya, elles occupent 111 490 ha soit 25% de la superficie totale de la wilaya. Les principales essences forestières sont le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne liège. La production agricole au niveau de la wilaya est à prédominance céréalière et oléicole.

Le climat de la wilaya de Bouira est chaud et sec en été, froid et pluvieux en hiver.

1.2. Spécificité de la zone d'étude

Nos essais sont menés en plein champs dans la commune de Haizer au cours de la campagne agricole 2012/2013. D'après ANONYME (2009) C'est une région exclusivement agricole s'étendant sur 84 Km², entourée par les communes de Taghzout, Ain El Turc et Bechloul. Elle est située à 11 Km au Nord-Est de Bouira, à 609 mètres d'altitude, elle a pour coordonnées géographiques 36° 23' 49" Nord, 3° 59' 57" Est.

Les deux parcelles expérimentales présentent un terrain plat, de 100 m² chacune.



Echelle : 1 Km

 Zone d'étude

Figure 5 : Situation géographique de la région de Bouira (Google Maps, 2014).

2. Aspects climatiques et pédologiques des deux parcelles d'étude

2.1. Aspects climatiques

L'étude du cycle végétatif de la plante hôte *Vicia faba* et la bioécologie du ravageur (*Bruchus rufimanus* dans notre cas) nécessite un suivi de l'évolution des conditions climatiques, afin de déterminer l'interaction plantes-animaux dans un écosystème cultivé. Selon RAMADE (1993) le climat joue un rôle essentiel dans les milieux naturels. Il intervient en ajustant les caractéristiques écologiques des écosystèmes.

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

Pour cela nous avons utilisé les données climatiques du service météorologique de la station expérimentale de la wilaya de Bouira. DAJOZ (1982) rapporte que les êtres vivants ne peuvent se maintenir qu'entre certaines limites bien précises de températures, d'humidité relative et de pluviométrie.

Nous avons aussi relevé l'humidité et la vitesse du vent qui constituent des dangers climatiques pour les protégés (BENABBAD, 1978).

2.1.1. Températures

La température est un facteur écologique capital qui agit sur la répartition géographique des espèces, de ce fait, elle est considérée comme un facteur limitant (DREUX, 1980).

Ce facteur agit directement sur les activités biologiques et écologiques des êtres vivants, il contrôle leur croissance, leur répartition et leur activité locomotrice (RAMADE, 1984).

Les valeurs des températures moyennes mensuelles (en °C) enregistrées au niveau de la région de Bouira durant l'année d'étude sont représentées dans la figure 6.

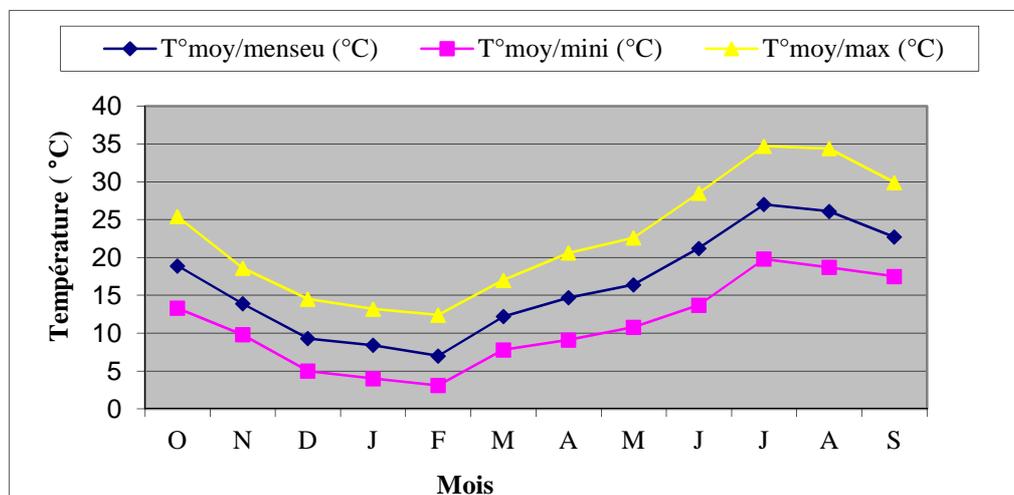


Figure 6 : Variations des températures moyennes mensuelles en fonction du temps (en °C), d'octobre 2012 à septembre 2013 (O.N.M.B., 2013).

Il ressort de ces données que les températures moyennes mensuelles les plus basses ont été enregistrées les mois de janvier et février 2013, avec respectivement 8,4 et 7°C, tandis que les plus élevées sont notées durant les mois de juillet et août 2013, avec respectivement 27°C et 26,1°C.

En vue des résultats obtenus au cours de notre étude, nous notons environ 20°C d'écart entre la température moyenne du mois le plus chaud (juillet) avec 27°C et celle du mois le plus froid (février), avec une température moyenne de 7°C.

2.1.2. Pluviométrie

La pluviométrie constitue un facteur écologique fondamental. RAMADE (1990) rapporte qu'en méditerranée, le régime des précipitations est hivernal et que les pluies annuelles tombent surtout durant les trois mois d'hiver (décembre, janvier et février).

Selon RAMADE (1984), l'alternance de la saison sèche avec la saison humide joue un rôle régulateur des activités biologiques, comparable à celui des fluctuations thermiques qui agit directement.

Les valeurs de la pluviométrie moyenne mensuelle sont illustrées dans la figure ci dessous.

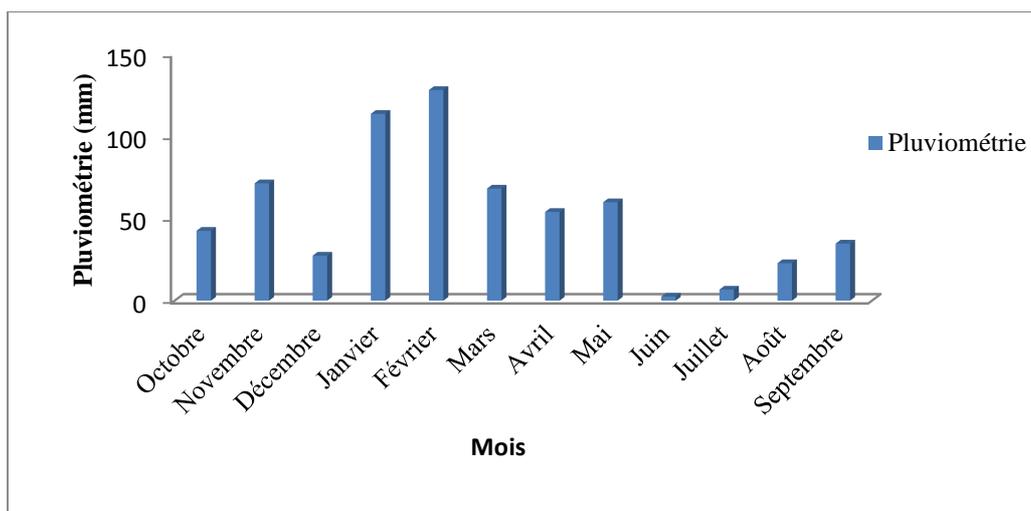


Figure 7: Variations des pluviométries moyennes mensuelles en fonction du temps (en mm), d'octobre 2012 à septembre 2013 (O.N.M.B, 2013).

D'après cette figure, la wilaya de Bouira a connu une pluviométrie conséquente avec 114 mm au mois de janvier, et 128,4 mm au mois de février. Cependant, de faibles quantités ont été enregistrées au mois de juin et juillet, avec respectivement 2,5mm et 6,7mm.

2.1.3. Humidité relative de l'air

Selon FAURIE *et al.* (1980), l'humidité dépend d'autres facteurs climatiques tels que la pluviométrie, la température et le vent.

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

Les moyennes mensuelles d'humidité relative (%) enregistrées pour la région de Bouira durant l'année d'étude 2012/2013 sont présentées dans la figure 8.

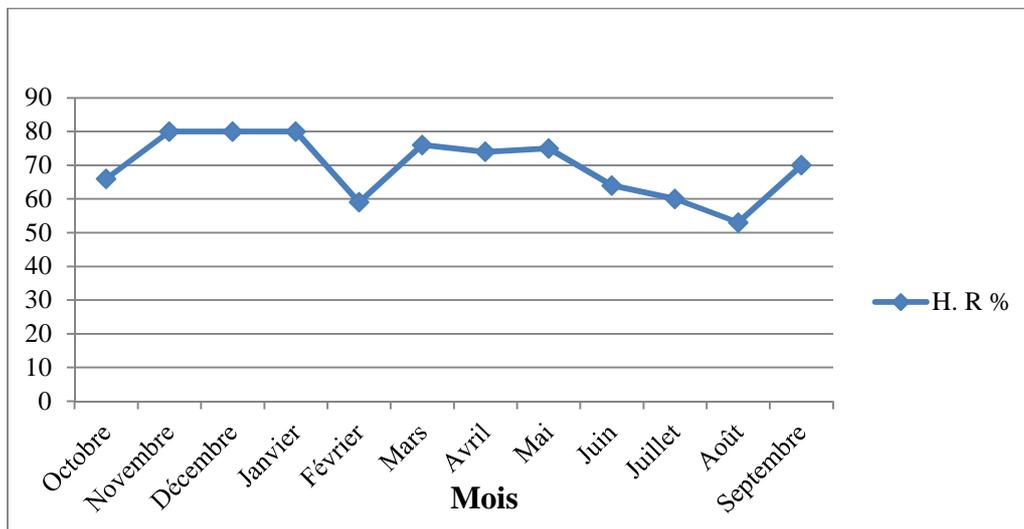


Figure 8: Variation des moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (%) d'octobre 2012 à septembre 2013 (O.N.M.B., 2013).

Les pourcentages d'humidité relative les plus élevées sont notées durant les mois de novembre, décembre et janvier donc ce sont les mois les plus humides, avec 80%, alors que les plus faibles taux d'humidité sont observés aux mois de juillet et août, avec respectivement, 60% et 53%.

2.1.4. Vent

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques du climat. Il est essentiel de connaître son intensité, sa direction, sa vitesse du fait qu'il est un facteur de destruction de végétation et un inhibiteur pour l'activité des insectes.

Le vent fait partie des facteurs les plus caractéristiques du climat, sa force est estimée d'après une échelle télégraphique de SELTZER (1946), dont les degrés sont :

- 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 vitesses moyennes du vent (m/s) enregistrées durant la période d'étude (2012-2013) sont portées dans la figure 9.

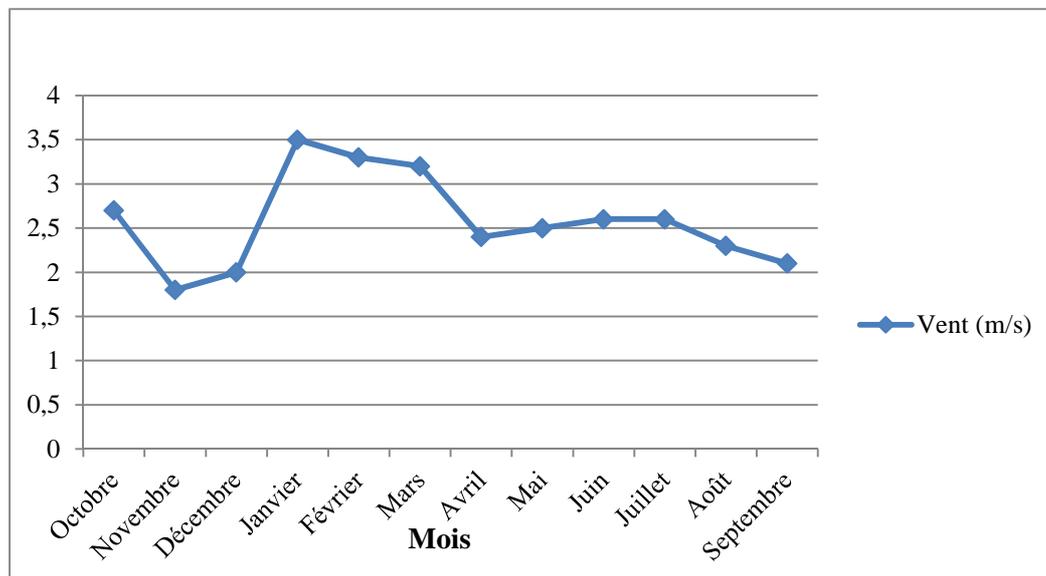


Figure 9: Evolution temporelle de la vitesse moyenne du vent en (m/s) enregistrée d'octobre 2012 à septembre 2013 (O.N.M.B., 2013).

D'après la figure nous constatons que les mois de janvier, février et mars ont connu des vents modérés, où la vitesse moyenne du vent est de 3,5 ; 3,3 ; 3,2 m/s respectivement. C'est à partir du mois d'avril que la vitesse du vent commence à diminuer.

2.1.5. Insolation

Les analyses des variations dans l'intensité de diapause faites par HUIGNARD et *al.* (1992) sur une souche de *B. rufimanus*, originaire de Meknès (Maroc), montrent que cette souche peut rester en diapause reproductrice à l'intérieur des graines plusieurs mois, la sensibilité des adultes aux variations photopériodiques est très importante.

Le photopériodisme et la nourriture sont des facteurs environnementaux, dont leurs actions avec le développement spontané de la diapause sont nécessaires et suffisantes pour comprendre son cycle de vie (TRAN et HUIGNARD, 1992 ; TRAN et *al.*, 1993).

Selon CHAUX et FOURY (1994) certaines variétés de Fève du Nord sont adaptées à des jours longs. Elles ne fructifient pas dans les régions méridionales de la France.

Les variations moyennes mensuelles de l'insolation dans les parcelles d'étude sont portées dans la figure ci-dessous.

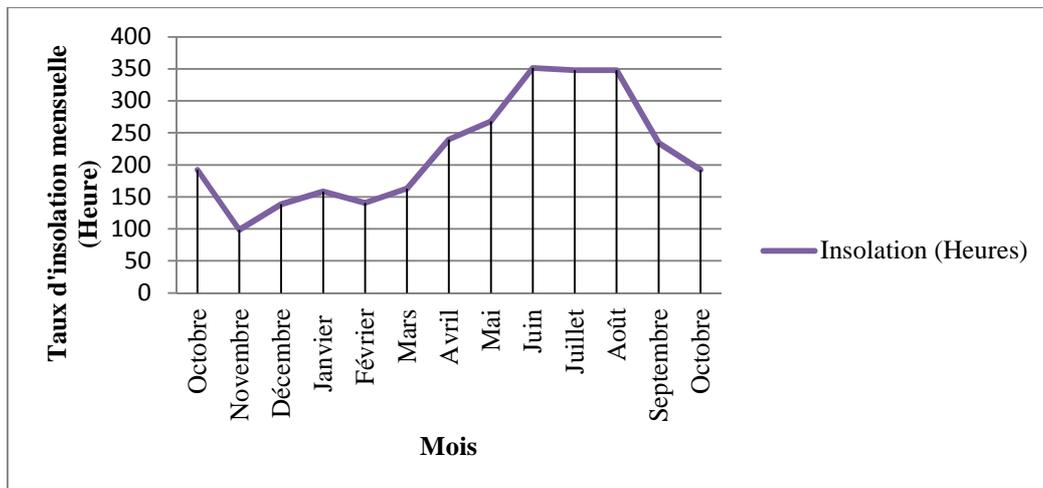


Figure 10: Variation des moyennes mensuelles de l'insolation (Heure) d'octobre 2012 à septembre 2013 (O.N.M.B., 2013).

La durée moyenne de l'insolation est de 224,85 heures/mois, avec un maximum de 351,4 heures en juin et un minimum de 98,3 heures au mois de novembre, c'est le mois où l'insolation est courte.

2.1.6. Neige

Durant notre période d'étude (décembre 2012 à juin 2013), ont été enregistré des chutes de neige le 25 février avec une épaisseur de 10 cm (O.N.M.B., 2013).

2.2. Caractéristiques pédologiques des deux parcelles d'étude

Avant toute implantation de culture, si nous voulons faire le choix du sol, il est préférable de cerner les caractéristiques physiques et chimiques du sol où sera implantée la culture considérée, en vue d'étudier sa fertilité.

Les analyses granulométriques et chimiques ont porté sur une prise d'essai à deux horizons différents du sol de culture (de 0-10 cm et à de 10-20 cm).

Toutes les opérations d'analyses ont été faites au laboratoire de l'E.N.S.A. d'El Harrach.

2.2.1. Texture du sol

Selon LAUMONIER (1979), la fève redoute les terres trop légères, ou terrains trop acides. Les cultures hivernantes et de premières saisons tirent profit de sols plutôt légers (sablo-argileux humifères) et un pH neutre à légèrement alcalin (CHAUX et FOURY, 1994).

Les résultats de l'analyse granulométrique des deux parcelles d'étude sont présentés dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 4 : Résultats de l'analyse granulométrique de la parcelle à variété Séville

Eléments en %	Argile	Limons		Sable	
Horizon (cm)		Fins	Grossiers	Fins	Grossiers
Horizon 1 (0-10)	23,14	18,4	21,45	26,97	10,04
Horizon 2 (10-20)	24,2	19,1	20	25,55	11,15

Tableau 5 : Résultats de l'analyse granulométrique de la parcelle à variété Féverole

Eléments en %	Argile	Limons		Sable	
Horizon (cm)		Fins	Grossiers	Fins	Grossiers
Horizon 1 (0-10)	21,03	20,31	19,05	29,28	10,33
Horizon 2 (10-20)	26,45	20,35	18,39	24,36	10,45

Le caractère physique essentiel est la prédominance des éléments fins, ce qui permet de ranger le sol dans la catégorie des terres fortes. Cela ne va pas sans poser de problèmes surtout au moment de la levée.

Les résultats obtenus (tableaux 4 et 5) sont ramenés à l'horizon moyen et interprétés à l'aide du triangle textural. Les résultats granulométriques ramenés à l'horizon moyen des deux parcelles d'étude sont représentés dans la figure 11.

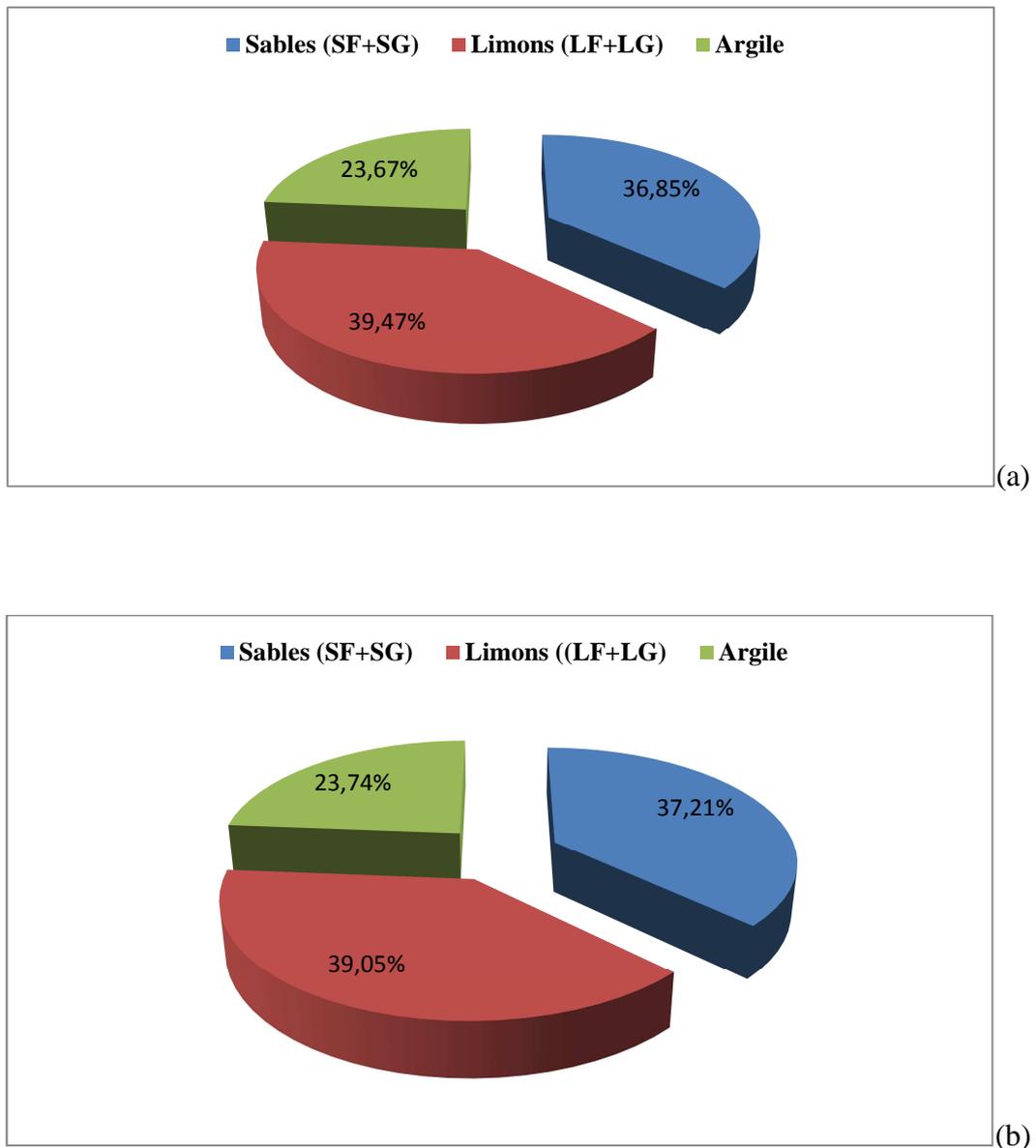


Figure 11: Analyses granulométriques ramenés à l'horizon des deux parcelles d'étude

(a) : Parcelle à variété Séville.

(b) : Parcelle à variété Féverole.

D'après cette figure, l'analyse granulométrique permet de classer le sol des deux parcelles d'essai, à l'aide du triangle textural, comme étant un sol à texture limoneux. En effet ce type de sol semble être favorable à la culture des deux variétés.

2.2.2. Caractéristiques chimiques du sol

Les résultats caractérisant la chimie du sol de nos parcelles d'essais sont représentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Caractéristiques chimiques du sol de la parcelle à variété Séville et Féverole

Caractères / Horizons (Cm)	M.O (%)	PH à 25°C (eau)
Séville		
Horizon 1 (0-10)	0,94	7,93
Horizon 2 (10-20)	1,13	8,30
Féverole		
Horizon 1 (0-10)	1,05	8,36
Horizon 2 (10-20)	1,13	8,37

Ce tableau montre que le sol de nos deux parcelles expérimentales est très pauvre en matière organique, cette dernière est de l'ordre de 1,03 % pour la Séville et de 1,09 % pour la Féverole. Donc pour avoir un bon rendement et améliorer la structure du sol, il faut enrichir le sol en matière organique, qui est lui indispensable.

Le pH mesuré est de 8,11 pour la Séville et 8,36 pour la Féverole, donc le sol est basique. Le développement de la Séville et de la Féverole est possible dans ce type de sol, car les deux variétés préfèrent le sol alcalin. Selon PLANQUAERT et GIRARD (1987), la Féverole peut tenir dans les sols à pH légèrement acide (pH=6), mais elle atteint son maximum de rendement dans des sols à pH compris entre 7,5 et 8,4.

Chapitre IV

Bioécologie de *Bruchus rufimanus* dans la région de Haizer

1. Introduction

La présente étude porte sur des insectes phytophages de la famille des Bruchidae (Coleoptera, Chrysomeloiidae). KERGOAT (2004) rappelle que ces insectes présentent une forte spécificité d'hôte qui renforce leur utilité dans des études sur les relations plantes-insectes. Les bruches constituent un modèle biologique pertinent, car il est possible de déterminer avec précision la nature de leurs plantes-hôtes.

Un grand nombre de bruches (appartenant principalement aux *Acanthoscilides*, *Bruchidius*, *Bruchus*, *Callosobruchus*) sont économiquement nuisibles car elles s'attaquent aux légumineuses potagères et fourragères, dont elles détruisent les graines (TUDA, 2007).

Les adultes sont en diapause reproductrice et trouvent refuge dans les bois ou les écorces d'arbre. L'appareil reproducteur mâle est fonctionnel au moment de la colonisation (dû à une photopériode suffisamment longue). Par contre, les femelles sont encore en diapause reproductrice lors de leur arrivée dans les parcelles. Seule la consommation de pollen de féverole permet la maturation sexuelle et stimule le comportement reproductif des Bruchidés.

Dans cette partie d'étude, nous nous proposons de décrire le déroulement de la colonisation des fèves et de l'infestation des gousses des deux variétés (la Séville et la Féverole).

2. Matériels et méthodes d'étude

2.1. Matériels

2.1.1. Matériel végétal utilisé

Le matériel végétal mis en expérimentation au cours de notre étude est composé de deux variétés de légumineuse à graine : la Séville (*Vicia faba major*) et la Féverole (*Vicia faba minor*) (Figure 12).



Variété Séville



Variété Féverole

Figure 12 : Variétés Séville (*V.faba major*) et la Féverole (*V.faba minor*) semées dans les deux parcelles d'étude dans la région de Haizer (Originales, 2013)

2.1.2. Matériel animal

Nous avons suivi les populations de la bruche de la fève *B. rufimanus* dans deux parcelles d'étude de *V. faba major* et *V. faba minor*.

2.2. Méthode de travail

La mise en place des deux parcelles est réalisée dans les conditions suivantes :

2.2.1. Mise en place des essais

2.2.1.1. Travail du sol : Labour profond à l'aide d'une charrue à socs

2.2.1.2. Semis

- **Mode de semis :** les parcelles sont semées manuellement de manière rectiligne et distante entre elle de 3 mètres. La plantation des graines est effectuée en lignes, espacées de 30 cm.

- **Date de semis :**

- ✓ Féverole : 15/12/2012
- ✓ Séville : 15/12/2012

- **Quantité de semis :** 5 kg pour les deux variétés

2.2.1.3. Travaux d'entretien : désherbage manuel

2.2.1.4. Alimentation hydrique : Sans irrigation artificielle sauf les précipitations.

3. Observations au champ

3.1. Taille des tiges

Le suivi de la phénologie de la *V. faba major* et *V. faba minor* est réalisé depuis le cycle végétatif, jusqu'à la fructification. L'unité d'échantillonnage est la tige. Nous avons effectué durant notre expérimentation un dispositif complètement aléatoire (CA), à savoir 10 pieds par parcelle avec une seule tige par pied, reparties et marquées de manière rectiligne de droite à gauche, afin de suivre leur croissance (voir figure 13). Nous avons observé aussi sur ces tiges deux parties, la partie supérieure qui est l'apex constitué par les jeunes feuilles et les inflorescences, et la partie inférieure contenant les différents étages de gousses.

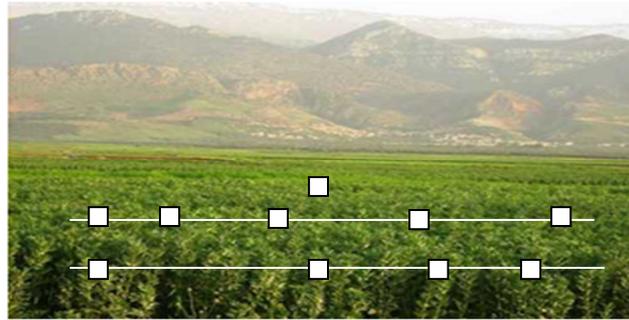


Figure 13 : Dispositif de la méthode de marquage des dix tiges de *V. faba* dans les deux parcelles d'étude (Originale, 2013).

3.2. Activité des adultes inféodés à la fève *Bruchus rufimanus* et leur effectifs

Le suivi des adultes de la bruche de la fève est réalisé dans les deux parcelles généralement le matin, avant que la température ne dépasse les 15°C, FRANSSEN (1956) atteste que ce seuil correspond à la température d'activité imaginale de l'insecte.

La capture des adultes se fait manuellement au niveau de l'apex, des gousses, des fleurs, des feuilles et des tiges une fois chaque semaine. Les bruches récoltés sont ensuite dénombrés et sexés au laboratoire à l'aide d'une loupe binoculaire.

3.3. Oviposition et l'infestation des gousses

L'oviposition de *B. rufimanus* se fait sur les gousses pendant la période de la fructification de la plante hôte. Le dénombrement des œufs est effectué sous une loupe binoculaire sur deux strates supérieures et inférieures des gousses quand elles atteignent 3 à 5cm de longueur, à savoir 10 gousses récoltées aléatoirement une fois par semaine. Nous avons comparé l'infestation des strates supérieures et inférieures des gousses. Le nombre moyen d'œufs pondus est suivi en fonction de la taille des gousses.

4. Résultats

4.1. Etude de la phénologie de la plante hôte *V. faba*

L'étude du cycle végétatif est effectuée en observant les différents stades de développement.

4.1.1. Evolution temporelle de la taille moyenne des tiges des deux variétés

La figure 14 représente l'évolution de la taille moyenne des 10 tiges en cm choisis au hasard dans les deux parcelles d'études semées par la Fève et Féverole.

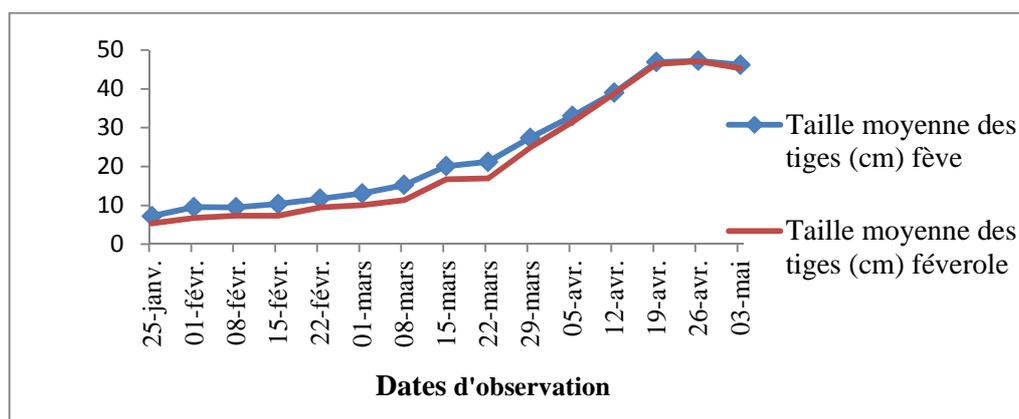


Figure 14 : Evolution de la taille moyenne des tiges de la fève et de la féverole dans les deux parcelles d'étude

Les mesures de la taille des tiges sont effectuées une fois par semaine. Nous remarquons que leur tailles augmentent progressivement chez les deux variétés, qui est de l'ordre de $7,25 \pm 1,20$ cm jusqu'à $47,25 \pm 6,40$ cm et de $5,35 \pm 1,55$ cm jusqu'à $47,1 \pm 7,82$ cm respectivement pour la Fève et la Féverole du mois de janvier jusqu'à la fin d'avril. Après ces dates, la croissance commence à diminuer.

D'après les résultats obtenus, la croissance progressive des deux variétés est due aux conditions climatiques favorables, notamment les températures et la pluviométrie. Etant donné que des quantités de pluies importantes ont été enregistrées au cours de notre année d'étude (2013), durant les mois de janvier et février avec 114mm et 128,4 mm respectivement.

C'est à partir du début du mois de mai que la taille moyenne des tiges commence à se décliner ($46,2 \pm 5,6$ cm pour la Séville et $45,3 \pm 8,74$ cm pour la Féverole). Un déficit hydrique se traduit par une perturbation physiologique des organes végétatifs et une diminution de la nodosité.

Nous citons aussi les attaques de quelques tiges par des insectes ravageurs surtout le puceron noir, qui provoque l'avortement des fleurs et empêche l'accroissement de la taille des tiges.

4.1.2. Evolution temporelle du nombre moyen d'inflorescences des deux variétés

Le nombre moyen d'inflorescences par tige échantillonnée est représenté sur la figure 15.

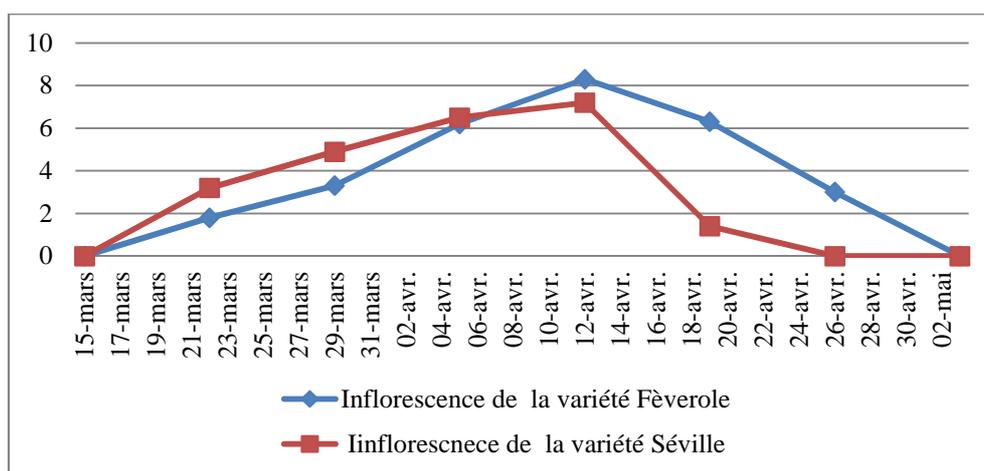


Figure 15: Evolution temporelle du nombre moyen d'inflorescence des deux variétés

D'après ces résultats, la floraison s'échelonne sur environ cinq semaines et six semaines pour la séville et la féverole respectivement. Elle débute vers le 22 mars 2013 pour les deux variétés et elle s'annule vers le 26 avril et 03 mai de la même année, respectivement pour *Vicia faba major* et *Vicia faba minor*.

La pleine floraison est atteinte vers le 12 avril pour les deux variétés, elle est de $8,3 \pm 1,25$ inflorescences pour la féverole et de $7,2 \pm 1,13$ inflorescences pour la séville.

4.1.3. Evolution temporelle du nombre moyen d'étage de gousses des deux variétés

Les résultats obtenus sur le nombre moyen d'étage de gousses des dix tiges échantillonnées au hasard pour les deux variétés sont portés dans la figure suivante :

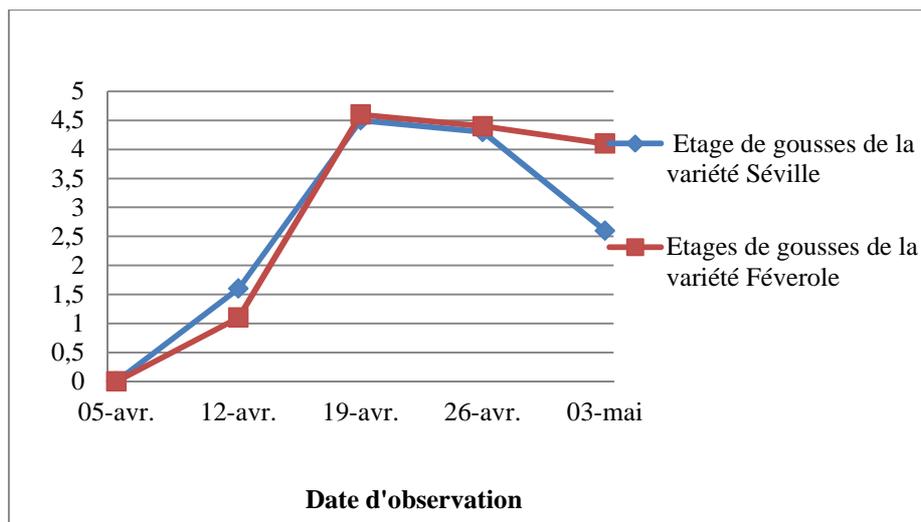


Figure 16 : Evolution temporelle du nombre moyen d'étage de gousses des deux variétés

D'après la figure, la fructification est notée le 12 avril, trois semaines après la floraison de la plante hôte, où nous notons un nombre de $1,6 \pm 1,71$ étage par tige pour la séville et $1,1 \pm 0,99$ étage par tige pour la féverole. Le nombre moyen d'étages de gousses augmente progressivement pour atteindre son maximum qui est de l'ordre de $4,5 \pm 1,50$ étage par tige et $4,6 \pm 1,50$ étage par tige le 19 avril pour la séville et féverole respectivement.

Après cette date, ce nombre commence à diminuer pour atteindre une valeur de $2,6 \pm 1,07$ étage par tige pour la séville et $4,1 \pm 1,66$ étage par tige pour la féverole. Cette diminution est due à la chute des jeunes gousses et aux attaques des ravageurs, tels que le puceron noir qui rendent les gousses chétives.

4.1.4. Identification des principaux stades de cycle végétatif de la séville et de la féverole

L'identification des principaux stades de cycle végétatif de la Séville et la Féverole sont portés sur le tableau suivant :

Tableau 7 : Principaux stades de cycle végétatif de la variété Séville et de la Féverole.

Variété	Stades	Dates	Définition des stades
<i>Vicia faba major</i> (Séville)	Semis	15/12/2013	Enterrement des graines dans le sol jusqu'au début de la levée.
	Levée	25/01/2013	Apparition des plantules (jeunes plantes) (60%) et formation par la suite du premier nœud.
	Floraison	Du 22/03/2013 au 19/04/2013	Apparition des premières fleurs, à l'aisselle des feuilles au dessus des nœuds sur la tige principale. (50% des plantes portent les fleurs).
	Formation des gousses	12/04/2013	La plante étant en plein floraison porte des gousses sur la strate inférieure. (50% des plantes ont au moins une gousse).
	Maturité	05/06/2013	Les plantes et les gousses changent de couleur et deviennent de plus en plus marron virent vers le noir, elles sont desséchées.

<i>Vicia faba minor</i> (Féverole)	Semis	15/12/2013	Enterrement des graines dans le sol jusqu'au début de la levée.
	Levée	25/01/2013	Apparition des plantules (jeunes plantes) (60%) et formation par la suite du premier nœud.
	Floraison	Du 22/03/2013 Au 26/04/2013	Apparition des premières fleurs, à l'aisselle des feuilles au dessus des nœuds sur la tige principale. (50% des plantes portent les fleurs).
	Formation des gousses	12/04/2013	La plante étant en plein floraison porte des gousses sur la strate inférieure. (50% des plantes ont au moins une gousse).
	Maturité	10/06/2013	Les plantes et les gousses changent de couleur et deviennent de plus en plus marron virent vers le noir, elles sont desséchées.

4.1.5. Exploitation des résultats par une étude statistique

Pour confirmer qu'il y a absence ou présence de signification de la phénologie de la plante hôte *V. faba* des deux variétés Séville et Féverole, à savoir le nombre moyen d'inflorescences et le nombre moyen d'étage des gousses, nous avons opté pour le test de STUDENT avec un risque $\alpha = 0,05$. Il s'agit d'une méthode de comparaison de deux

moyennes, supposées de distribution normale résultant d'échantillons aléatoires simples indépendants des uns des autres (DAGNELIE, 1975). Cette analyse est réalisée par un logiciel statistique (STAT-BOX) version 6,3.

4.1.5.1. Comparaison des deux moyennes d'étage des gousses des deux variétés

Nous avons comparé le nombre moyen d'étage des gousses supérieures entre la variété Séville et Féverole et de même pour les gousses inférieures par le test de Student t pour des données indépendantes.

Les résultats obtenus sont récapitulés sur le tableau suivant :

Tableau 8: Test de comparaison de deux moyennes pour le nombre moyen d'étage des gousses supérieures et inférieures entre les deux variétés *V. faba* Major et *V. faba* Minor

Variétés Gousses	Variété Séville	Variété Féverole	Variété Séville	Variété Féverole
	Gousses supérieures	Gousses supérieures	Gousses inférieures	Gousses supérieures
Effectif	9	9	9	9
Moyenne	8,2	5,19	8,1	5,71
Probabilité	0,13		0,15	

Selon DAGNELIE (1973), au seuil de signification $\alpha = 0,05$, si la probabilité calculée $P > 0,05$, les variables montrent une différence non significative.

Les résultats obtenus montrent que $P \leq 0,05$, donc le test de Student t révèle qu'il n'y a pas une différence significative du nombre moyen d'étage des gousses supérieures et inférieures entre les deux variétés.

4.1.5.2. Comparaison des deux moyennes du nombre d'inflorescence de la variété Séville et Féverole

Afin de confirmer les conclusions auxquelles nous avons aboutis sur la différence du nombre moyen d'inflorescences entre les deux variétés, nous avons soumis nos résultats au test de Student.

Les résultats obtenus sont portés sur le tableau 9.

Tableau 9 : Nombre moyen d'inflorescence des deux variétés

Variétés	Effectif	Moyenne	Variance
Variété Séville	8	$M_1 = 2,90$	9,00
Variété Féverole	8	$M_2 = 3,61$	9,39

Le test utilisé est celui de Student, utile à la comparaison des deux moyennes, en se proposant deux hypothèses H_0 et H_1

H_0 : égalité des deux moyennes ($M_1 = M_2$)

H_1 : les deux moyennes ne sont pas égales ($M_1 \neq M_2$)

$T_0 = |-0,47| = 0,47$, pour un DDL=14

$T_{th} = 2,37$

Le test étant bilatéral, la valeur de $P = 0,32$ est comparée au seuil de signification $\alpha/2 = 0,03$

$T_c < T_{th}$ donc on accepte H_0 ($M_1 = M_2$).

Au seuil de signification total $\alpha = 0,05$ nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle d'égalité des moyennes. Autrement dit, la différence entre les moyennes n'est pas significative donc le nombre moyen d'inflorescence est le même pour les deux variétés.

4.2. Etude de la densité des adultes de la bruche et leur activités

4.2.1. Evolution temporelle du nombre d'adultes capturés en fonction de la floraison

Les résultats obtenus de l'évolution du nombre d'adultes capturés en fonction de la floraison sont représentés dans la figure 17(a) pour la variété Séville et 17 (b) pour la variété Féverole.

4.2.1.1. Parcelle à variété Séville *Vicia faba major*

- Avant la floraison

Avant le 15 mars, les bruches sont absentes dans le champ semis par la Séville et la Féverole, cela est due à l'absence du pollen qui représente leur source trophique.

- Durant et après la floraison

L'arrivée des adultes de la bruche a été tardive noté le 12 avril. Le nombre total capturé a cette date est de 09 individus seulement (7 mâles et 02 femelles), les mâles sont arrivés les premiers. La colonisation des bruches coïncide avec la pleine floraison (12 avril), quand les tiges de fève portent $7,2 \pm 1,13$ inflorescences en moyenne, avec une température moyenne de $17,6^{\circ}\text{C}$ et une photopériode de l'ordre de 11h1mn.

Le pic des adultes capturés est observé le 19 avril avec 14 individus (9 mâles et 5 femelles), ceci s'explique par l'élévation de la température qui est de $18,3^{\circ}\text{C}$, l'absence des pluies (0mm) et un vent calme ($0,9\text{m/s}$), ce qui favorise leur déplacement.

Le nombre des adultes capturés reste important avec 11 individus marqué le 26 avril, malgré le taux élevé de l'humidité relative à cette date qui est de 89%.

Le taux élevé de l'humidité n'a pas influencé sur le nombre des adultes capturé, car ces derniers se sont réfugiés au niveau des cornets foliaires, nous les avons retrouvé aussi sur le sol.

A partir du 03 mai, l'effectif des bruches capturées décroît jusqu'à la raréfaction, ce qui correspond à la fin de cycle de la plante illustré par l'absence des fleurs, annonçant ainsi la fin de l'activité imaginale ou reproductrice de ce ravageur. En effet, il est noté une prédominance des mâles, qui représentent 68,29% sur un total de 41 individus capturés durant la période d'étude.

4.2.1.2. Parcelle à variété Féverole *Vicia faba minor*

- Durant et après la floraison

L'apparition des adultes de *B. rufimanus* dans la parcelle à variété Féverole coïncide avec celle de la parcelle à variété Séville, noté le 12 avril, où nous avons capturé dans cette journée un total de 16 individus ; 12 femelles et 4 mâles, avec une température moyenne journalière de $17,6^{\circ}\text{C}$.

Cette date coïncide avec la période de pleine floraison qui est de $8,3 \pm 1,25$ inflorescence par tige. A partir le 10 mai, nous avons observé une absence totale des adultes dans la parcelle. Par ailleurs, nous remarquons que depuis le début de la colonisation de la parcelle par les adultes de *B. rufimanus*, les deux sexes sont présents avec une fréquence de femelles supérieure à celle des mâles.

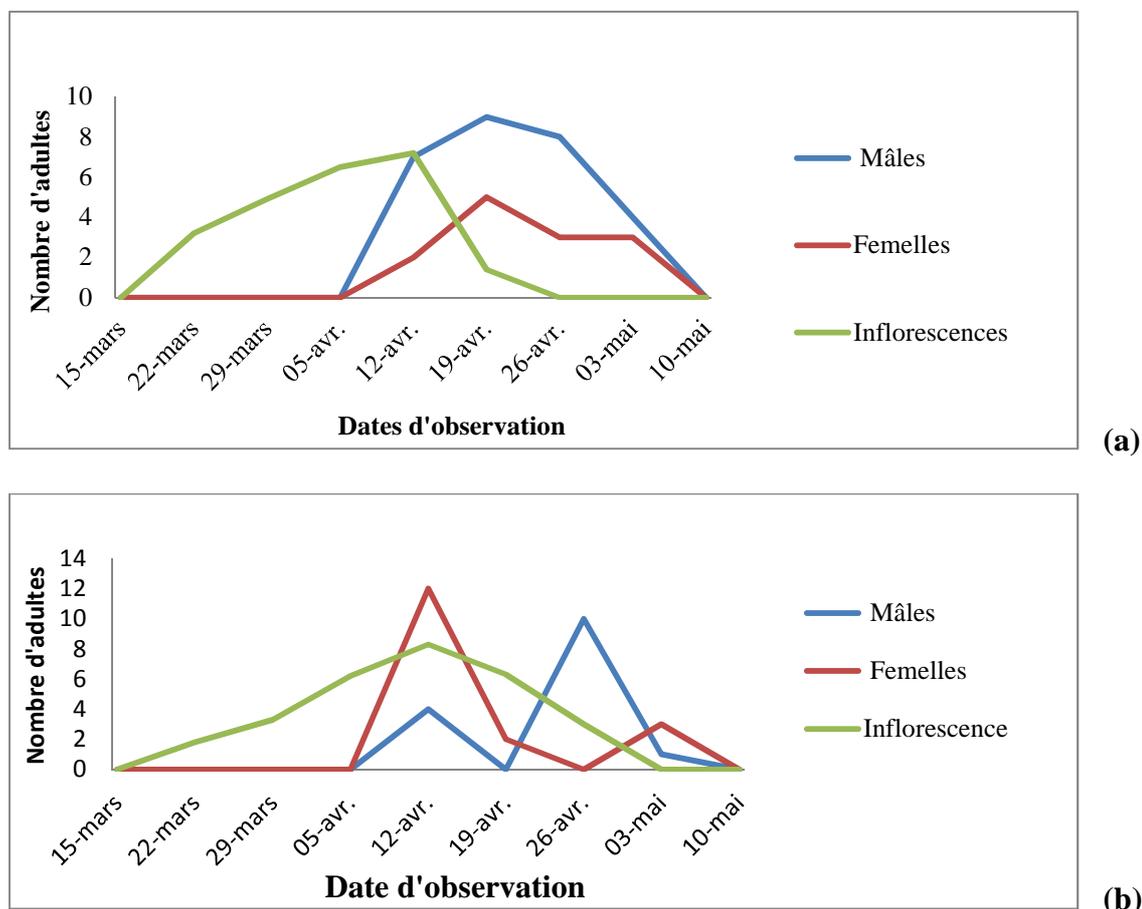


Figure 17: Effectif des adultes de *B. rufimanus* capturés en fonction du nombre moyen d'inflorescences de *Vicia faba* dans les deux parcelles.

(a) : parcelle à variété Séville

(b) : parcelle à variété Féverole

4.3. Evolution temporelle du nombre d'œufs pondus par les femelles de *B. rufimanus*

L'évolution temporelle du nombre moyens d'œufs pondus par les femelles de *Bruchus rufimanus* dans les différentes parcelles est représentée dans les figures 18 et 19.

4.3.1. Parcelle à variété Séville

Les gousses de la strate basse dans la parcelle à variété Séville sont observées le 16 avril, avec une taille moyenne de $3,4 \pm 1,07$ cm dès leur apparition. Leur longueur maximale est de $14,45 \pm 1,42$ cm en moyenne, notée à partir de la dernière semaine du mois de mai.

Les gousses jeunes issues des dernières inflorescences sont observées le 23 avril, une semaine après l'apparition de celle de la strate basse, avec une longueur qui est de $9 \pm 1,22$ cm dès leur formation. Cette longueur atteint son maximal le 21 mai, avec $14,98 \pm 1,24$ cm.

L'oviposition par les femelles de *B. rufimanus* a commencé dès leur arrivé dans la parcelle (16 avril) sur des gousses âgées et le 23 avril sur les gousses jeunes, avec respectivement $4,8 \pm 2,89$ œufs/gousses et $5,4 \pm 3,89$ œufs/gousses. Le pic de la ponte est atteint dès la formation des gousses de chaque strate.

La ponte a duré 28 jours environ sur cette parcelle avec 95 œufs sont déposés sur les gousses âgées et 107 œufs sont déposées sur les gousses jeunes.

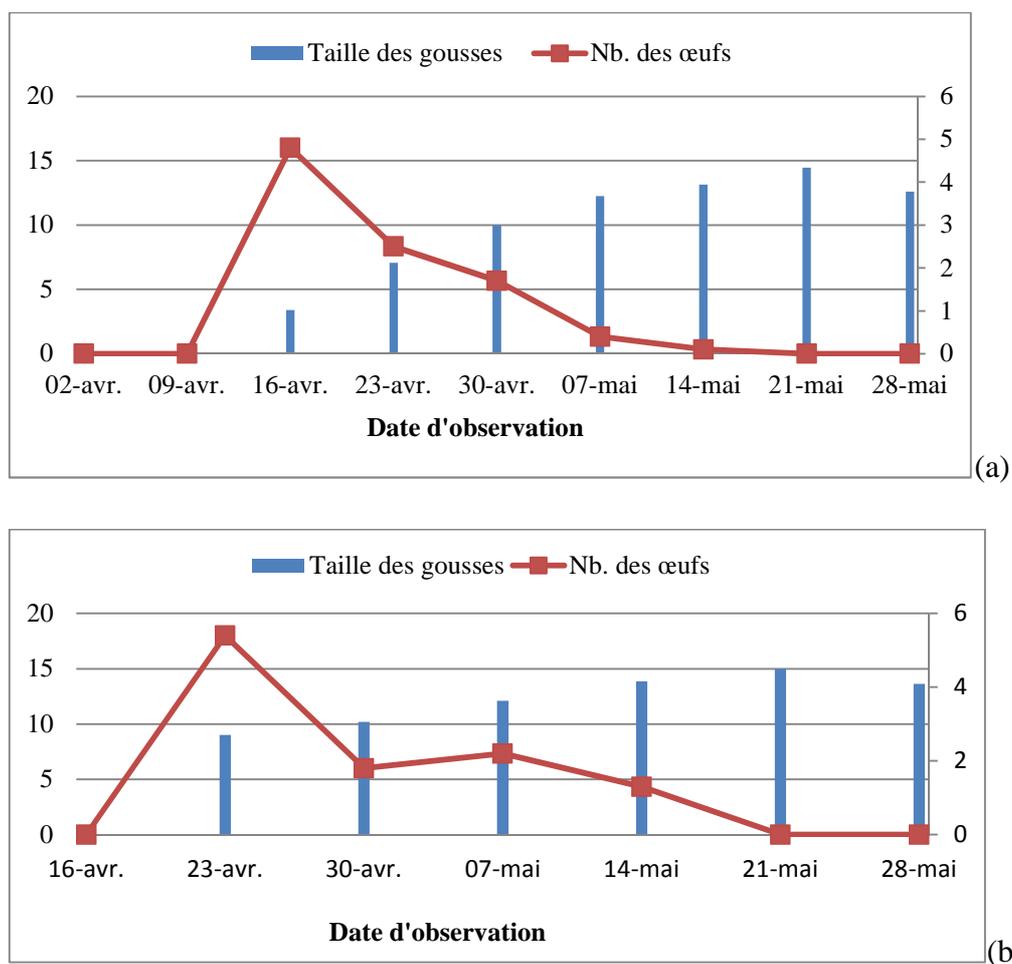


Figure 18 : Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *B. rufimanus* sur les gousses de *Vicia faba* de la strate basse (a) et strate haute (b) dans la parcelle à variété Séville.

4.3.2. Parcelle à variété Féverole

Les gousses de la strate haute sont formées durant la dernière semaine du mois d'avril (une semaine après la formation des gousses de la strate basse). Leur longueur à l'apparition est de $3,85 \pm 0,80$ cm, elle augmente pour atteindre un maximum de $9,87 \pm 1,62$ cm vers la fin du mois de mai et régresse légèrement pour atteindre $9,12 \pm 1,81$ cm à la récolte.

Une longueur moyenne de $2,97 \pm 0,68$ cm est enregistrée sur les gousses âgées à leur formation le 16 avril. La taille de ces gousses augmente progressivement pour atteindre un pic $8,95 \pm 1,48$ cm à la première semaine du mois de mai et décroît légèrement pour atteindre $8,57 \pm 1,43$ cm.

La ponte sur les gousses a lieu dès leur apparition le 23 avril pour les gousses jeunes et le 16 avril pour les gousses âgées ce qui correspond au pic d'œufs pondus pour les deux strates, avec respectivement $2,2 \pm 1,61$ œufs par gousses et $2,9 \pm 2,13$ œufs par gousses déposés sur 100% et 90% de gousses échantillonnées. La vitesse du vent pendant la période d'oviposition oscille entre 2,1 et 1,4 m/s, alors que la température diurne est comprise entre 17,9 °C et 15,7 °C.

A partir de la troisième semaine du mois de mai, les adultes de la bruche de la fève ne sont plus rencontrés dans la parcelle. En effet il y a absence de ressources trophiques, ce qui les dissuade de rester au niveau des parcelles.

Dans la parcelle à variété Féverole, la ponte s'étale sur cinq semaines, où nous avons comptabilisés un total de 114 œufs.

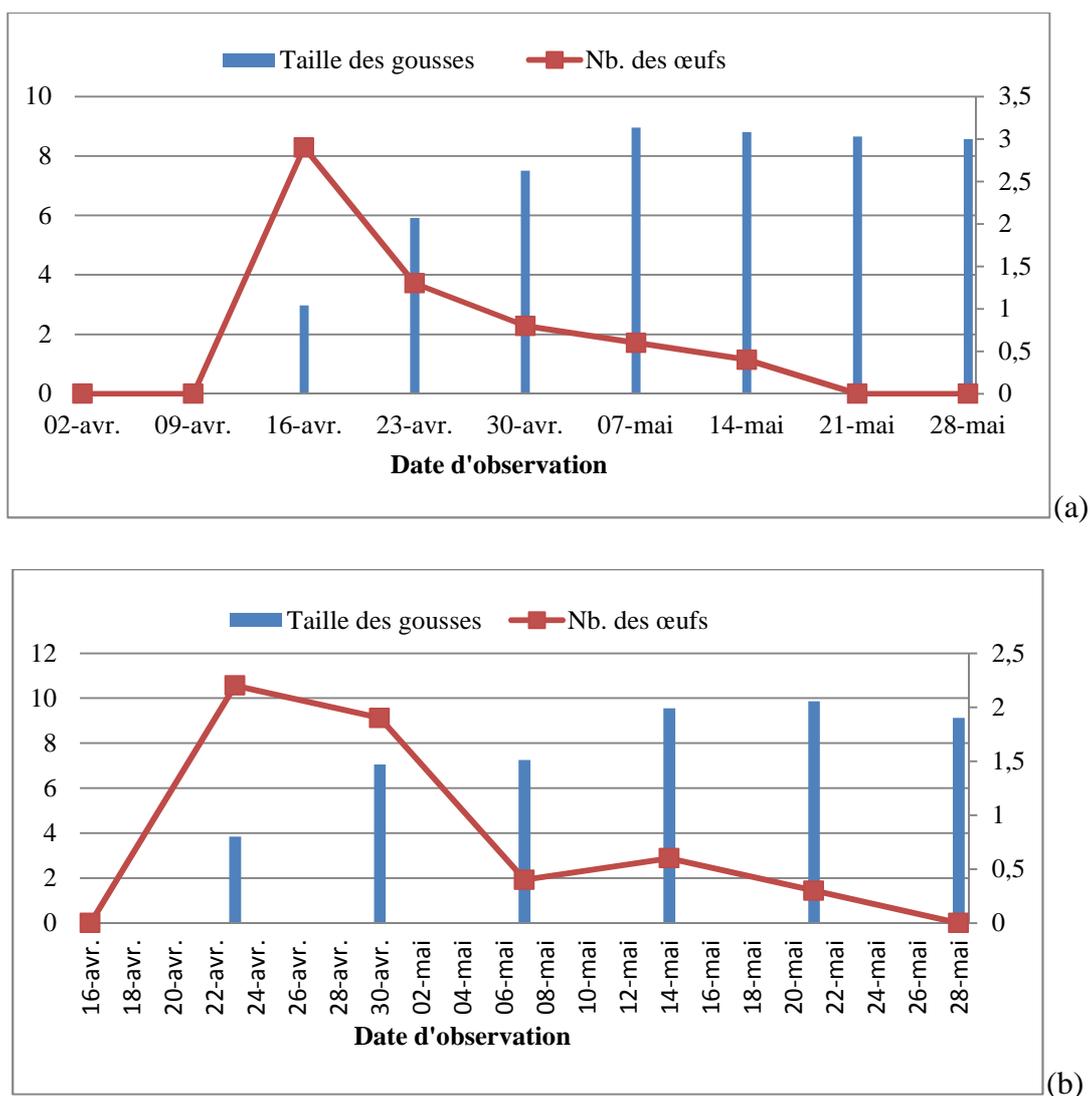


Figure 19: Nombre moyen d'œufs pondus par les femelles de *B. rufimanus* sur les gousses de *Vicia faba* de la strate basse (a) et strate haute (b) dans la parcelle à variété Féverole.

4.4. Estimation de taux d'infestation par l'analyse statistique des résultats obtenus

Pour confirmer qu'il y a absence ou présence de signification quant au nombre moyen d'œufs pondus sur les gousses âgées (inférieures) et jeunes (supérieures) des deux variétés (Séville et Féverole) nous avons opté pour le test de Fischer/ test unilatéral.

Après calcul les résultats obtenus sont représentés dans le tableau 10.

Tableau 10: Le nombre moyen d'œufs pondus sur les deux variétés

Variété œufs	Variété Séville		Variété Féverole	
	œufs/Gousses inférieures	œufs/ Gousses supérieures	œufs/ Gousses inférieures	œufs/ Gousses supérieures
Effectif	9	9	9	9
Moyenne	M1=1,06	M2= 1,19	M1=0,67	M2=0,6
Variance	$\delta^2_1=2,79$	$\delta^2_2=3,28$	$\delta^2_1=0,91$	$\delta^2_2=0,73$
Ecart- type	$\delta_1=1,67$	$\delta_2=1,81$	$\delta_1=0,95$	$\delta_2=0,85$
Probabilité	0,41		0,38	

Le test utilisé est celui de Fischer, utile pour comparer deux moyennes, en se basant sur deux hypothèses H_0 et H_1

H_0 : égalité des deux moyennes ($M_1=M_2$)

H_1 : les deux moyennes ne sont pas égales ($M_1 \neq M_2$)

$F_{th}(\text{Variété Séville}) = 3,45$, pour un DDL=16, $P=0,41$

$F_o(\text{Variété Séville}) = 1,17$

Le test étant unilatéral, la valeur de $P = 0,41$ est comparée au seuil de signification $\alpha=0,05$

$F_o < F_{th}$ donc on accepte H_0 ($M_1=M_2$).

$F_{th}(\text{Variété Féverole}) = 3,45$, pour un DDL=16, $P = 0,38$

$F_o(\text{Variété Féverole}) = 1,25$

$F_o < F_{th}$ donc on accepte H_0 ($M_1=M_2$).

Au seuil de signification $\alpha=0,05$, nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse nulle. Autrement dit l'inégalité (variance 1 \square variance 2) n'est pas significative, donc le nombre moyen d'œufs pondus sur les gousses précoce (âgées) et les gousses tardives (jeunes) des deux variétés n'est pas significative.

4.5. Etude de la corrélation entre le nombre moyen d'œufs pondus et la taille des gousses

Les résultats obtenus sont illustrés dans la figure ci après

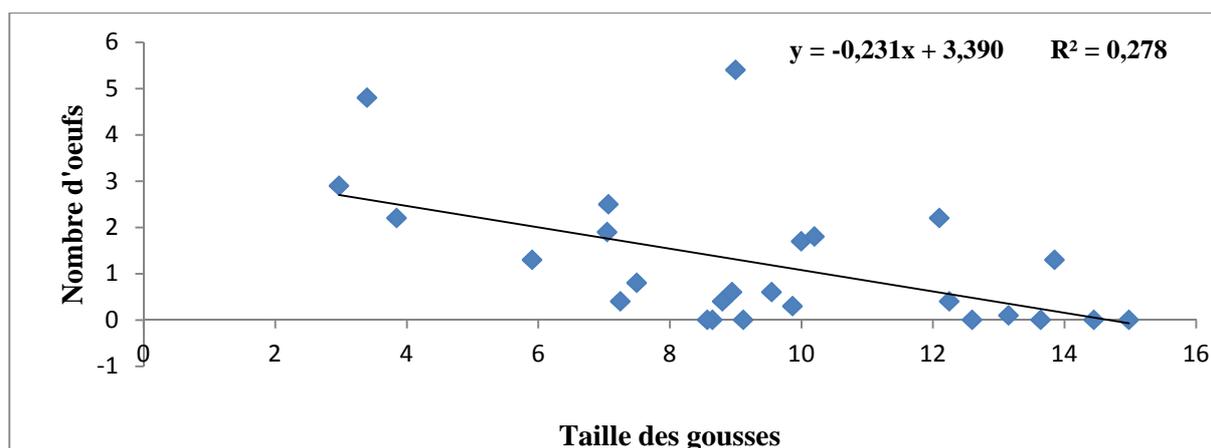


Figure 20 : Le nombre d'œufs pondus en fonction de la taille des gousses (jeunes et âgées) sur les deux variétés.

Pour qu'il y ait une corrélation entre deux variables, il faut que le $R^2 \geq 1$. Selon nos calcul le R^2 tend vers le 0 ($R^2=0,278$), donc nous pouvons conclure qu'il n'y a pas une corrélation entre le nombre moyen d'œufs pondus et la taille des gousses.

5. Discussion

Notre étude est focalisée sur la bioécologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* et sa plante hôte. Nous avons réalisé une étude comparative de la phénologie de *Vicia faba* sur deux variétés la Séville et la Féverole, ainsi que la colonisation des adultes et l'infestation des champs.

Durant nos observations l'unité d'échantillonnage est la tige. L'évolution de la taille de cette unité s'échelonne sur 3 mois et 8 jours chez les deux variétés. Au cours de cette période, nous avons remarqué une croissance rapide et bonne des tiges sur les deux parcelles, ce qui peut être due à une bonne quantité de pluie reçue durant la période d'étude du mois d'octobre 2012 jusqu'à mois de juin 2013. Elle est d'ordre de 568,3mm (O.N.M., 2013). PLANQUAERT et GIRARD (1987) rapportent que la consommation en eau des fèves est de 400 à 600 mm selon les demandes climatique, du stade 5-6 feuilles à la récolte.

La température peut aussi influencer la phénologie de la plante. *V. faba* craint les fortes chaleurs, c'est pour cette raison qu'elle est cultivée en automne et en hiver pour éviter la coulure des fleurs, car elle résiste au froid de 3°C et 4°C (LAUMONIER, 1979).

La floraison a commencé en même date le 22 mars pour les deux variétés, elle s'échelonne sur environ cinq semaines et six semaines pour la Séville et la Féverole respectivement. Cela pourrait expliquer leurs mêmes exigences vis-à-vis les conditions

climatiques qui règnent dans les deux parcelles. SAXENA (1991) rapporte que ce stade phénologique dépend des conditions climatiques, particulièrement les conditions hydriques du sol et les températures.

L'évolution temporelle du nombre moyen d'étage de gousses chez les deux variétés, montre que la fructification à commencer trois semaines après l'inflorescence (12 avril) pour la Séville et la Féverole et atteint son apogée une semaine après l'apparition des gousses (19 avril) avec $4,5 \pm 1,5$ étage/tige et $4,6 \pm 1,5$ étage/tige respectivement. L'analyse statistique montre qu'il n'y a pas une différence significative pour le nombre moyen d'étage des gousses supérieures et inférieures entre la variété Séville et la variété Féverole.

Au début de la colonisation les adultes de *B.rufimanus* sont tous en diapause reproductrice et leur activité ne devient intense que pendant la période de la floraison. Avant cette période, les bruches peuvent utiliser d'autres sources trophiques disponibles au champ, telles que le miellat des pucerons (FRANSSEN, 1956), ainsi les graines de pollen des plantes fleurissent avant la plante hôte (DUPONT et HUIGNARD 1990 ; BENDICT *et al.* 1991). Selon DUPONT (1990) la température semble être l'un des principaux signaux qui déclenche le départ des bruches des sites de diapause. Selon MEDJDOUB-BENSAAD (2007), l'apparition des fleurs de *V. faba* permet la levée de la diapause et celle des premières gousses engendre l'oviposition.

D'après les résultats obtenus, l'arrivée des premières bruches coïncide avec la pleine floraison de *Vicia faba* chez les deux variétés. Nos observations concordent avec ceux trouvés par MEZANI (2011) sur deux variétés de Fève à savoir la Séville et la Muchaniel. Cependant MEDJDOUB-BENSAAD (2007) et LARDJANE-HAMITI (2009) dont les travaux ont porté sur une variété de fève dite « variété locale », rapportent que la colonisation par les bruches ne commence qu'à partir de la floraison. BOUGDAD (1994) a noté que les adultes ont été observés sur la plante au moment de la végétation.

Au cours de nos observations sur champ, dans la parcelle à variété Séville, nous avons capturé 41 adultes avec une prédominance des mâles à 68,29%. Par contre, le nombre des adultes capturés dans la parcelle à variété Féverole est de 32 individus, avec une légère prédominance des femelles avec 53,12%. Nous avons constaté que les adultes de cet insecte sur la variété Séville ont une activité élevée par rapport à la variété Féverole. Nos résultats corroborent ceux de MEZANI (2011) chez la variété Séville, sur laquelle les adultes de *B.*

rufimanus présentent une activité élevée par rapport aux autres (Aguadulce, Muchaniel et Féverole).

La période de la colonisation des différentes parcelles, à savoir la Séville et la Féverole par les adultes de *B. rufimanus* est de 4 semaines environ. Selon CHAKIR (1998), le nombre d'adultes dans le champ diminue au fur et à mesure que l'on s'approche de la récolte. Lorsque la floraison des tiges se termine, les adultes recherchent d'autres ressources alimentaires et passent sur les fleurs d'autres plantes. Cette alimentation pollinique doit constituer en l'absence de fleurs de fève un apport énergétique additionnel, permettant le maintien de l'activité reproductrice.

L'oviposition nécessite la présence des gousses (le seul substrat de ponte). Cette période coïncide avec la phase de fructification de la plante hôte *V. faba*. La ponte s'effectue sur les gousses de la strate inférieure issue des premières inflorescences et les gousses jeunes issues des dernières inflorescences. Nos observations montrent que l'oviposition a commencé dès l'apparition des gousses précoces et tardives le 16 et 23 avril respectivement. Le pic de la ponte est atteint dès la formation des gousses de chaque strate. Il est de 4,8 et 2,9 œufs/gousses/strate inférieure pour la Séville et la Féverole respectivement et 5,4 et 2,2 œufs/gousse /strate supérieure pour la Séville et la Féverole respectivement. Selon BALACHOWSKY (1962), la masse d'œufs est pondue sur des gousses ayant en moyenne 4,5 à 5cm. TAUPIN (1985) a signalé que la femelle dépose isolément sur une gousse une cinquantaine d'œufs. Si les femelles sont sexuellement mûres lors de l'apparition des premières gousses, celles-ci supportent une concentration d'œufs très élevée.

L'activité de la ponte s'étale sur une période de 28 jours pour la variété Séville du 16 avril au 14 mai et 35 jours pour la variété Féverole du 16 avril au 21 mai. MEDJDOUB-BENSAAD (2007) indique que la période de la ponte varie d'une année à une autre selon 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. MEZANI (2011) rapporte que l'activité de la ponte s'échelonne sur une période d'environ 8 semaines pour la variété Muchaniel, Séville et Féverole et 9 semaines pour la variété Aguadulce.

Les femelles de *B. rufimanus* ne manifestent aucune préférence de ponte entre les gousses âgées et les gousses jeunes chez deux variétés (Séville et Féverole). Nos observations concordent avec celles de MEZANI (2011) pour les 4 variétés de la fève et diffèrent de celles de MEDJDOUB-BENSAAD (2007) qui indiquent que les femelle préfèrent pondre sur les

gousses âgées que les gousses jeunes, car les gousses précoces sont plus exposées et reçoivent par conséquent plus d'œufs.

DUPONT (1990) constate que 28% des gousses situées à la base des plantes (les premières formées) ont reçu des œufs ; ce taux est de 7% pour les gousses de niveau plus élevé qui sont les dernières formées.

L'analyse de Fisher nous confirme qu'il n'y a pas une différence significative entre le nombre d'œufs pondus par la femelle de *B. rufimanus* entre la variété Séville et la variété Féverole, comme il n'y a pas une corrélation linéaire entre la taille des gousses et le nombre d'œufs pondus. Par contre MEZANI (2011) et MEDJDOUB-BENSAAD (2007) affirment qu'il y a une différence significative de la quantité d'œufs pondus sur les gousses des différentes variétés de fève étudiées. Ces auteurs indiquent que cette différence est probablement liée à la taille des gousses et au niveau de la population des femelles sur les parcelles d'étude.

Chapitre V

Cycle de développement de la bruche de la fève

1. Introduction

Chez *Bruchus rufimanus*, la ponte est conditionnée par l'état végétatif des fèves dans les cultures. La plante constitue non seulement une base trophique pour l'insecte mais aussi une source d'information pouvant influencer son activité reproductrice (HUIGNARD et al., 1990).

La femelle découvre et distribue ses œufs sur les gousses en relation avec les caractéristiques physiques (longueur, texture, ...) et chimique de celle-ci (DUPONT, 1990). Les bruches pondent sur les gousses dès leur apparition, à condition que le climat soit favorable (température supérieure à 20°C, absence de vent et de pluie). L'activité de ponte semble concentrée dans les zones où les ressources trophiques sont les plus abondantes.

Le développement larvaire a lieu pendant la phase de maturation de gousses. Il y a comme chez les autres Bruchidae, 4 stades larvaires et un stade nymphal ayant lieu à l'intérieur de la graine dans une logette tapissée d'acide urique (TRAN, 1992).

La nymphe s'effectue à l'intérieur des graines mûres et sèches, entreposées.

Le but de notre étude dans cette partie est de suivre le cycle de développement de la bruche de la fève *B. rufimanus*, au champ et au laboratoire afin de détecter le nombre de stades larvaires, ainsi que la durée de développement de chaque stade sur les différentes variétés étudiées.

2. Matériels et méthodes

Afin de suivre le développement post-embryonnaire de *B. rufimanus* au champ et au laboratoire durant l'année agricole 2012-2013, nous avons choisis au hasard et chaque semaine sur les deux parcelles d'étude à variété Séville et Féverole, 10 gousses de strate basse (gousses âgées) et 10 gousses de strate haute (gousses jeunes) sur 10 tiges, situées sur différents pieds afin d'avoir un échantillon représentatif, depuis la ponte jusqu'à la récolte des fèves.

Les gousses échantillonnées sont ramenées au laboratoire pour mesurer leur taille avec une règle graduée et dénombrer les œufs sur leur péricarpe et les larves dans les graines à l'aide d'une loupe binoculaire.

Une fois que les gousses ont achevé leur mûrissement sur les deux parcelles, l'étude est suivie sur les graines stockées (100 graines). Les graines sont disséquées à l'aide d'un scalpel et les larves de différents stade L1 jusqu'à L4, ainsi les nymphes et les imagos sont observées et comptés sous la loupe binoculaire.

Ce travail nous a permis de suivre la durée du développement des différentes stades larvaires et les nymphes jusqu'à la formation des imagos.

L'échelonnement des pontes dans le temps conduit à des chevauchements entre les stades larvaires et indique ainsi la présence des différents stades dans une même graine.

3. Résultats

3.1. Développement embryonnaire

Notre expérimentation s'étale sur une période d'incubation de 11 jours et 5 jours pour les parcelles à variété Féverole et Séville respectivement, dont les premiers œufs sont observés le 16 avril.

3.2. Développement post-embryonnaire dans la parcelle à variété Séville

Les résultats obtenus du développement des stades larvaires, du stade nymphal et les adultes de *B.rufimanus* sont représentés sur les figures 21 et 22.

3.2.1. Développement larvaire

Sur cette parcelle d'étude, le développement larvaire de *B. rufimanus* dure 4 mois et 16 jours, les premiers œufs sont déposés sur les gousses le 16 avril et les premiers adultes apparaissent le 1^{er} septembre. Selon TAUPIN (1985) le développement exige 2 à 3 mois en France.

D'après nos résultats, le premier stade larvaire (L1) dure en moyenne 6 semaines (42 jours).

Le développement du deuxième stade larvaire (L2) dure environ 10 semaines (70 jours).

La larve du troisième stade (L3) dure en moyenne 11 semaines (77 jours)

Le quatrième stade larvaire (L4) dure en moyenne 13 semaines (91 jours).

3.2.2. Nymphe

Durant notre étude, les nymphes apparaissent le 21 août et ont une durée de 6 semaines en moyenne (42 jours).

La nymphe se métamorphose en adulte au bout de 21 jours. L'émergence des premiers adultes a lieu le premier jour du mois de septembre.

3.3. Développement post-embryonnaire dans la parcelle à variété Féverole

Le développement post-embryonnaire dans la parcelle à variété Féverole est représenté sur les figures 21 et 23.

3.3.1. Développement larvaire

Sur cette parcelle, *B. rufimanus* accompli son cycle de développement en 4 mois et 18 jours. Les premiers œufs sont déposés le 16 avril et les premiers adultes sont observés le 3 septembre.

A la lumière de nos résultats nous avons estimé la durée des 4 stades larvaires est comme suit :

Le premier stade larvaire (L1) s'échelonne sur 7 semaines soit 49 jours

Le développement du deuxième stade larvaire (L2) dure environ 11 semaines (77 jours).

Alors que les larves du troisième stade (L3) s'observent sur une période d'environ 12 semaines (84 jours).

Le quatrième stade larvaire (L4) est apparu le 22 juin. Sa durée s'est échelonnée sur 14 semaines (98 jours).

3.3.2. Nymphe

Sur la parcelle à variété *Vicia faba* minor, les nymphes sont apparues le 10 août et se maintiennent jusqu'au 17 septembre, le développement dure en moyenne 7 semaines (49 jours).

Les adultes sont observés vers la première semaine du mois de septembre.

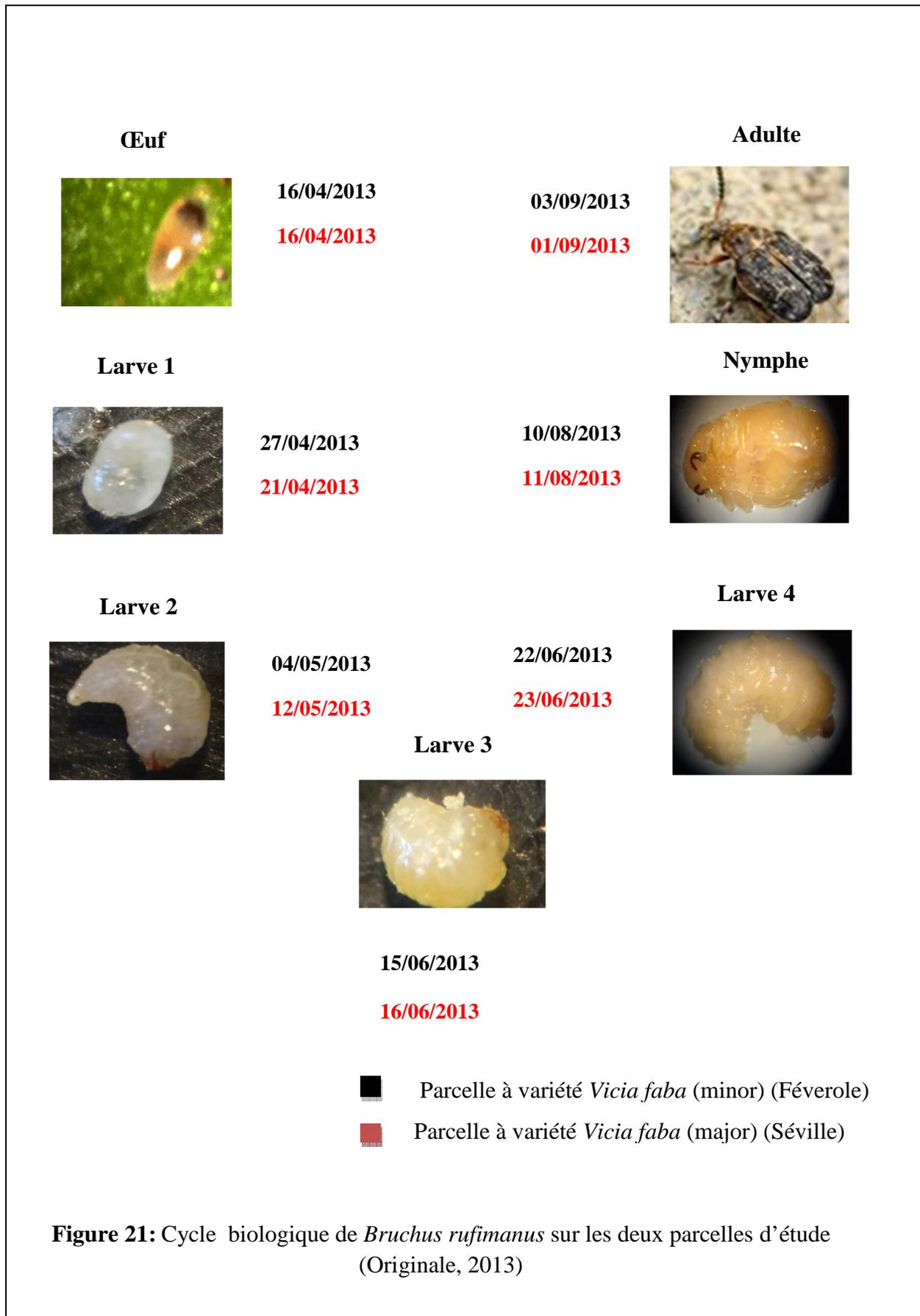


Figure 21: Cycle biologique de *Bruchus rufimanus* sur les deux parcelles d'étude (Originale, 2013)

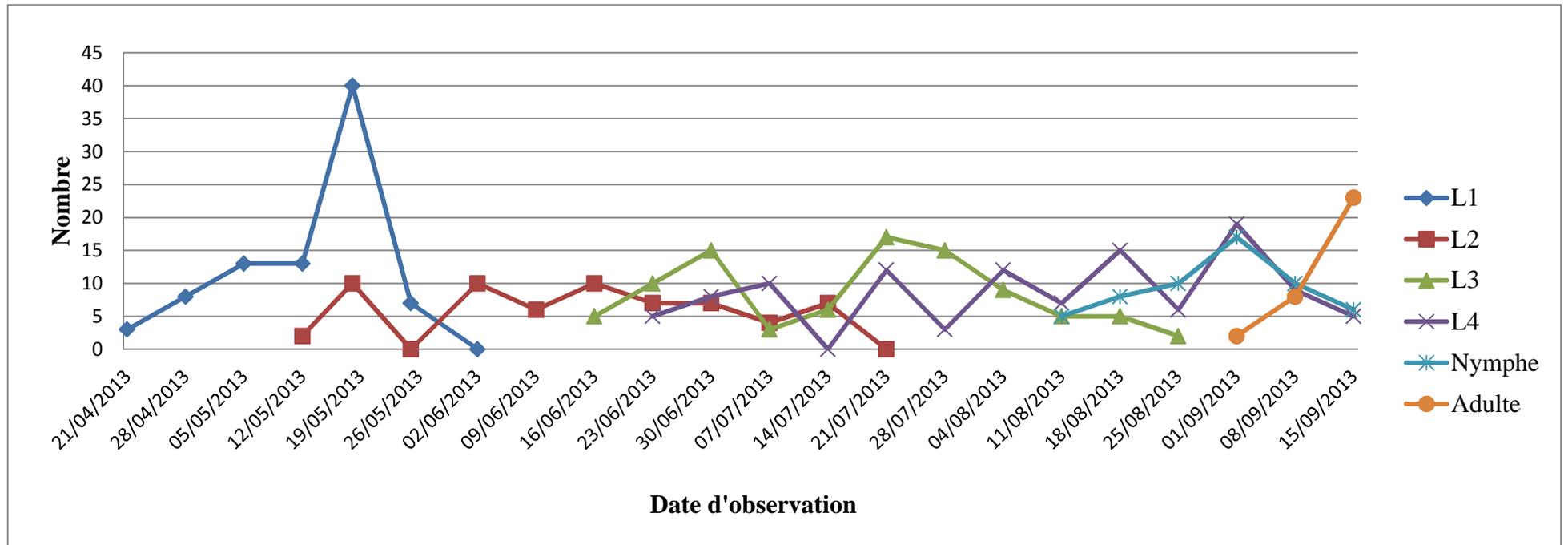


Figure 22: Evolution temporelle de la densité des larves, des nymphes et des adultes de *Bruchus rufimanus* au niveau du champ et au stock dans la parcelle à variété Séville (*Vicia faba major*).

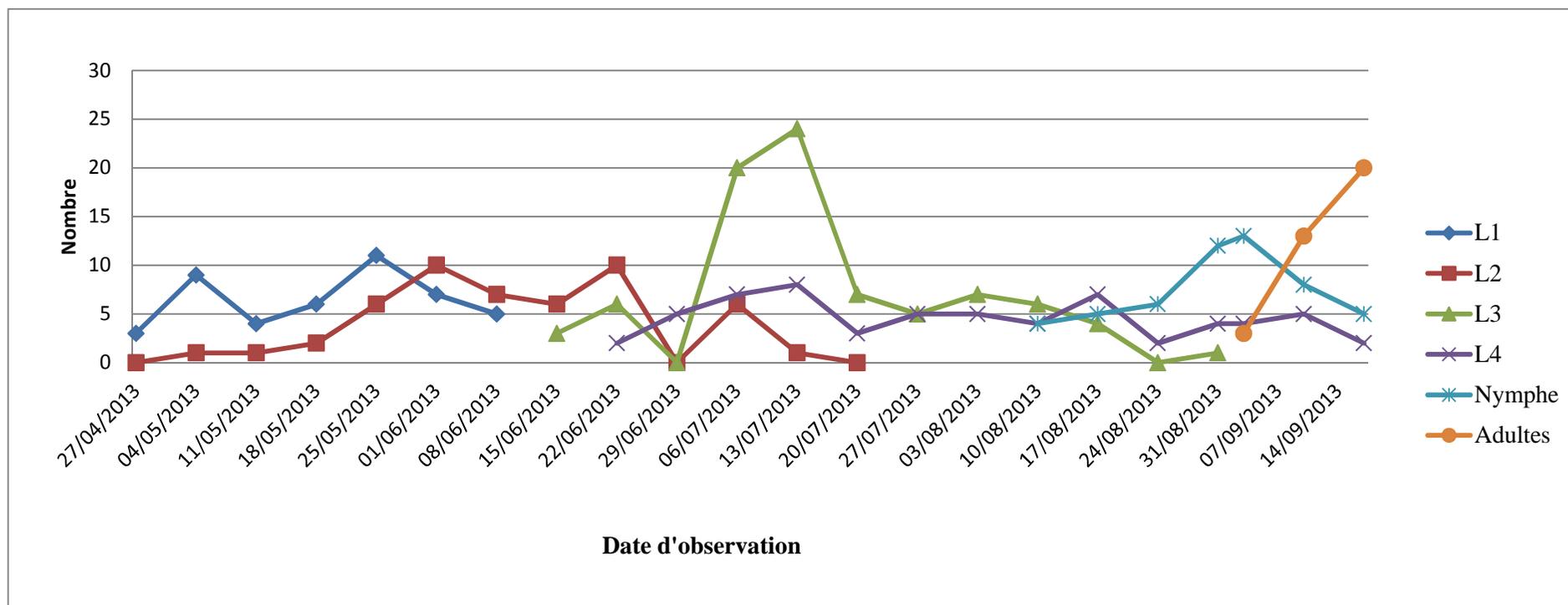


Figure 23: Evolution temporelle de la densité des larves, des nymphes et des adultes de *Bruchus rufimanus* au niveau du champ et au stock dans la parcelle à variété Féverole (*Vicia fab minor*).

4. Discussion

La bruche de la fève utilise la plante hôte pour sa reproduction, son développement, sa dissémination et comme site d'hivernation (DUPONT, 1990).

Le développement des différents stades larvaires, nymphal et imaginal s'effectuent dans les graines de fève mûres. La ponte débute avec le début de la fructification, s'étale sur toute la période de formation et de maturation des gousses et se termine avec le noircissement de ces dernières.

Dans notre étude nous avons constaté que la colonisation des deux parcelles est effectuée en parallèle le 12 avril, celle-ci est assurée par des adultes en diapause ayant passé une période estivo-hivernale dans les lieux d'hivernation, tels que les sites naturels (les écorces, les lichens, les arbres, le sol...etc.), ainsi que dans les graines de fève stockées.

Si les ovaires des femelles de *B.rufimanus* sont mûrs, la ponte est conditionnée par l'état végétatif des fèves (BALACHOWSKY, 1962), elle est induite par l'apparition des premières gousses (HOFFMAN et *al.*, 1962 ; WEIGAND et BISHARA, 1991). Lors de la pleine floraison, le nombre d'adultes présents atteint le maximum et le nombre d'œufs pondus atteint son apogée.

L'oviposition a commencé le 16 avril sur les deux parcelles, dont la durée de ponte s'échelonne sur environ 28 jours pour la parcelle à variété Séville et un mois et 5 jours pour la parcelle à variété Féverole. BOUGHDAD (1994) estime que le développement embryonnaire s'effectue entre 5 à 20 jours selon la date de la ponte.

Selon MEZANI (2011), sur la parcelle à variété Séville et Aguadulce, la durée de oviposition est de 28 jours. En revanche, ce dernier est de 35 et 42 jours chez la Muchaniel et la Féverole respectivement.

La durée de la période de ponte varie d'une année à l'autre et suivant les régions, elle dure de 1 à 2 mois (BOUGHDAD, 1996).

La durée de l'incubation des œufs après la ponte varie aussi d'une année à une autre selon les conditions climatiques et selon les régions. Elle est de 11 jours pour la féverole et 5

jours pour la Séville. D'après CAMBELL (1920), l'incubation des œufs de *B. rufimanus* dure 9 à 8 jours avec une moyenne de 13 jours. Pour MEDJDOUB-BENSAAD (2007), cette durée est de 10 jours à 20°C.

Après le développement embryonnaire, les larves néonates pénètrent le péricarpe de la jeune gousse et s'installent dans la graine en croissance. Les larves du premier stade se développent dans des graines vertes au champ. Leur présence d'échelonne sur 42 jours sur la parcelle à variété Séville et 49 jours sur la parcelle à variété Féverole. MEZANI (2011) note que la durée de la présence du premier stade larvaire s'échelonne sur 31 jours sur la variété Séville et Aguadulce, 29 jours sur la variété Muchaniel et la plus courte durée de leur présence est de 15 jours sur la variété Féverole. Selon MEDJDOUB-BENSAAD (2007), la durée du premier stade varie entre 31 et 77 jours en moyenne.

Le développement du deuxième stade larvaire s'effectue avec une faible quantité dans les gousses vertes et continue dans les graines sèches. 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. Par ailleurs BOUGHADAD (1994) a noté que 50% des larves du deuxième stade accomplissent leur développement en 3 semaines environ, 99% des larves du 2^{ème} stade se développent au champ et seule une faible proportion se rencontre dans les graines après la récolte. Selon nos résultats, le développement de deuxième stade larvaire oscille entre 70 et 77 jours. MEDJDOUB-BENSAAD (2007) stipule que la larve du deuxième stade se développe sur une durée de 42 jours à 85 jours au maximum.

Le troisième stade larvaire se développe exclusivement dans les graines sèches, dont la durée s'étale sur 77 jours sur la parcelle à variété Séville et sur 84 jours sur la parcelle de Féverole. Nos résultats sont similaires à ceux de LARDJANE-HAMITI (2009) indique que le développement du stade larvaire L3 s'observe entre 70 et 77 jours. MEDJDOUB-BENSAAD (2007) signale que le troisième stade de développement est celui qui dure le plus longtemps entre 49 et 105 jours environs. Nous avons constaté selon nos résultats que le stade larvaire L4 est le plus long. Par ailleurs, MEZANI (2011) rapporte que le deuxième stade larvaire dure plus longtemps.

La durée du quatrième stade larvaire s'échelonne entre 91 et 98 jours. C'est le stade qui dure le plus longtemps. Nos résultats sont différents de ceux observés par MEDJDOUB-

BENSADD (2007) et MEZANI (2011), mais similaires à ceux de LARDJANE-HAMITI (2009) qui observe un étalement important de ce stade entre 70 et 98 jours. Selon BOUGHADAD (1994), le 4^{ème} stade larvaire met le plus de temps pour se développer. D'après le même auteur, le quatrième stade larvaire a duré 42 à 54 ; 27 à 42 et 37 à 66 jours respectivement en 1989, 1990 et 1991 au Maroc. Les températures ambiantes et l'échelonnement des pontes sont à l'origine de l'étalement de ce développement. CHAKIR (1998) attribue ce ralentissement au changement de l'état physique des graines qui doit être lié au dessèchement de ces dernières donc à une diminution de leur teneur en eau. Les graines vertes en croissance apparaissent plus favorables au développement des larves.

Dans notre étude la durée du stade nymphale oscille entre 42 et 49 jours en moyenne, cette nymphose se déroule dans les graines sèches seulement. D'après BALACHOWSKY (1962) cette durée ne serait que de 6 jours. BOUGHADAD (1994) estime qu'au Maroc, ce stade dure deux semaines et plus de deux semaines respectivement dans la région de Ain Sbit et Meknès.

En général, la nymphose se métamorphose en adulte au bout de 10 à 15 jours (MEDJEDOUB-BENSAAD, 2007). Selon nos résultats la dernière étape fait passer les nymphes au stade adulte à partir du 10 août pour la parcelle de Féverole (21 jours) et 11 août pour la parcelle de Séville (20 jours). MEZANI (2011) a noté que la durée du stade nymphale est comprise entre 35 et 42 jours. MEDJEDOUB-BENSAAD *et al.*, (2010) et LARDJANE-HAMITI, (2009) rapportent que les imagos apparaissent la 3^{ème} semaine de mois d'août. Avant le retour des conditions favorables, les adultes restent en diapause reproductrice pendant une période d'environ 7 mois, soit à l'intérieur des graines, soit dans la nature.

Le développement larvaire chez *B. rufimanus* s'effectue en 4 stades larvaires: L1, L2, L3 et L4, les larves du 4^{ème} stade subissent une dernière mue pour se transformer en nymphe qui à son tour se développe en imago. Les L1 évoluent exclusivement dans les graines vertes, les L2 avec une grande proportion dans les graines vertes et continuent leur développement dans les graines sèches, alors que les L3, L4 et les nymphes se développent exclusivement dans les graines sèches. Cependant, CHAKIR (1998) et MEDJEDOUB-BENSAAD (2007) ont observé que les L1 et L2 se développent dans les graines vertes, les L4 dans les graines sèches et entre ces deux extrêmes, les L3 évoluent en partie dans les graines en maturités et dans les graines sèches.

Chapitre VI

Etude biochimique chez les adultes de *B. rufimanus* diapausants et en activité reproductrice

1. Introduction

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 (SACCHI et TESTARD, 1971).

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). Les insectes disposent généralement au stade imaginal de réserves stockées dans l'hémolymphe et dans le corps gras. Les glycoprotéines accumulées dans le corps gras sont transformées en vitéllogénines libérées dans l'hémolymphe, puis incorporé dans les ovocytes par un processus d'endocytose.

2. Matériels et méthodes

2.1. Matériels

Dans le cadre du suivi des composés biochimiques hémolympatiques pendant la diapause, et comparativement pendant la période de présence des bruches dans les cultures de fèves, nous avons utilisé les matériels suivants (figure 24) :

2.1.1. Portoir des tubes à essai et les tubes à essai : il est en bois, il sert à porter les tubes à essais, alors que ces derniers sont utilisés pour tester une réaction chimique en y introduisant une faible quantité de réactifs.

2.1.2. Pipettes graduée 1ml : elle est en verre sert à prélever un volume très précis des solutions.

2.1.3. Micropipette : qui oscille entre 50-200 μ l, elle sert à prélever des volumes en microlitre.

2.1.4. Boîtes de pétri en verre : ce sont des boîtes en verre circulaires, contenant du carton ondulé, elles serviront de lieu de diapause pour les bruches.

2.1.5. Mortier et un pilon : il est en porcelaine, utilisé pour écraser les bruches

2.1.6. UV- Visible spectrophotomètre : modèle ZUZI t80+, doté de 8 cellules, conçu pour détecter l'absorbance des échantillons.

2.1.7. Centrifugeuse : modèle Segma 4-16 K, dont sa vitesse de rotation oscille entre 4000 et 16000 tours par minute, conçu pour la séparation de plusieurs corps.

2.1.8. Loupe binoculaire : utilisée pour sexer les adultes de *B. rufimanus*.

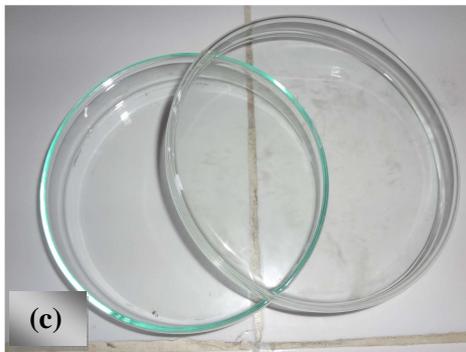


Figure 24 : Matériels utilisés au laboratoire (Originale, 2013)

2.1.9. Méthanol : dont la formule chimique est CH_3OH , utilisé pour écraser les bruches afin de récupérer l'hémolymphe.

2.1.10. Bleu de Coomassie G250 : dont la forme leuco (brun orange) est convertie en forme bleue caractéristique du complexe formé entre les groupements NH_3^+ des protéines et ce réactif. Sa formule chimique est $\text{C}_{47}\text{H}_{48}\text{N}_3\text{NaO}_7\text{S}_2$ et représentée dans la figure suivante :

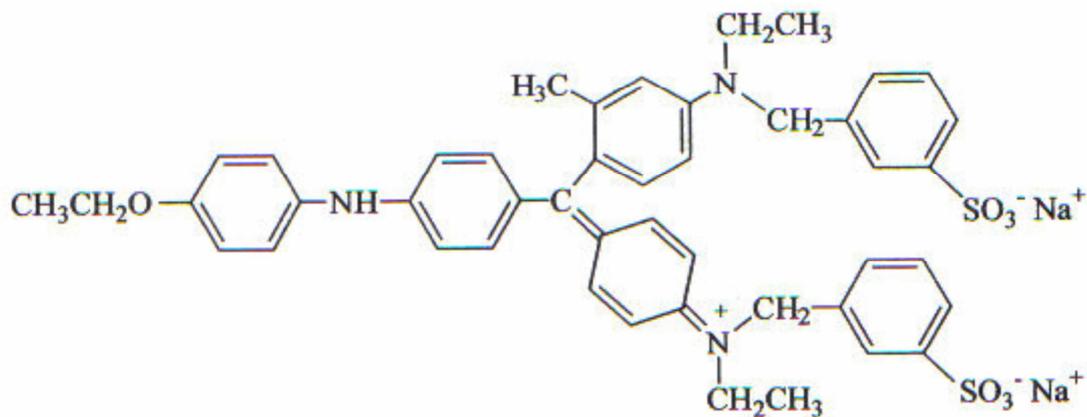


Figure 25: Bleu de Coomassie (Brillant Bleu G-250)

2.2. Méthodes

2. 2.1. Extraction de l'hémolymphe

Dans le but d'étudier la quantité des protéines hémolympatiques des bruches pendant la diapause et au moment de l'activité reproductrice dans la parcelle de fève, nous avons utilisé des insectes qui proviennent :

- Soit des graines sèches infestées récoltées sur les cultures de fève, dont les bruches émergeant sont sexés en se servant d'une loupe binoculaire, puis congelés à -10°C .
- Soit des adultes non diapausants capturés sur les parcelles de fève, ces insectes sont aussi sexés puis congelés à -10°C .

Pour les insectes diapausants nous avons pris 20 mâles et 20 femelles à raison de 5 individus par échantillon du mois d'octobre à mars et du mois d'avril pour les bruches en activité reproductrice. Ces dernières sont écrasées dans un mortier à l'aide d'un pilon, dans 5ml de méthanol, puis centrifugées après sont mises au réfrigérateur.

2.2.2. Dosage des protéines par liaison de colorant

Nous avons opté pour utilisation de la méthode colorimétrique de dosage de Bradford (1976). Cette technique utilise le bleu de Coomassie (Brillant Bleu G-250) comme réactif qui réagit dans des conditions de pH acide avec des acides aminés. Le Coomassie se lie à la protéine par des interactions non-covalentes (ponts hydrogène, interactions hydrophobes et interactions ioniques) et sa longueur d'absorption maximale augmente de 465 nm (rouge) à 595 nm (bleu).

2.2.3. Réalisation d'une courbe étalon (étalonnage)

Nous avons réalisé la courbe d'étalonnage sur 6 tubes numérotés de 1 à 6, dont le tube N° 1 est le blanc (contient que la protéine pure). Les tubes de 2 à 6 constituent la gamme étalon, correspond au sérum albumine bovine de concentration en protéine connue vont de 0 à 100 µg/µl. La concentration de la protéine pure est déterminée à partir de l'absorbance en UV à une longueur d'onde $\lambda = 595$ nm, sur un spectrophotomètre de type ZUZI t 80 +. Les résultats obtenus sont présentés dans la figure suivante :

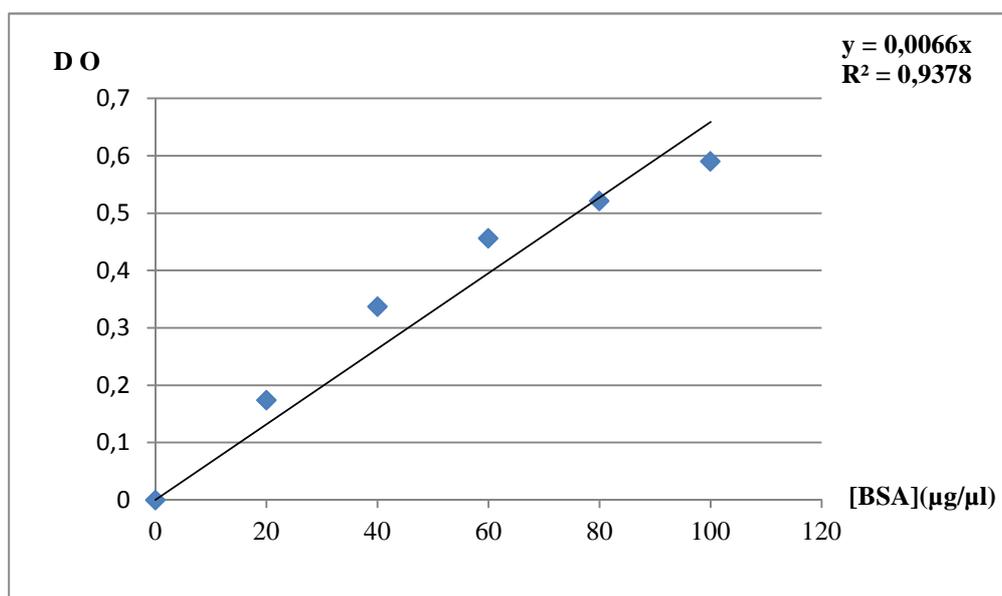


Figure 26 : Courbe de densité optique à 595 nm en fonction de la quantité de protéines en microgramme (gamme étalon).

2.2.4. Détermination de la concentration des protéines hémolympatiques

La détermination de la concentration des protéines totales dans l'hémolymphe des mâles et femelles des bruches se fait, soit par extrapolation de la densité optique lue au spectrophotomètre UV-VIS sur la courbe étalon, ou par les calculs suivant :

L'équation de la droite linéaire de la courbe d'étalon est comme suit : $Y = 0,006X$

Y c'est la densité optique (DO) lu au spectrophotomètre

X est la concentration de protéine hémolympatique inconnue, donc on aura :

$DO = 0,006$ [Protéine hémolympatique inconnue], donc,

$$[\text{Protéine hémolympatique inconnue}] = \frac{DO}{0,006}$$

3. Résultats

3.1. Protéïnémie hémolympatique totale chez les mâles et femelles de *Bruchus rufimanus* en diapause

3.1.1. Protéines totales hémolympatiques des mâles en diapause

Les résultats obtenus sur le taux de protéines totales hémolympatique sont portés sur cette figure.

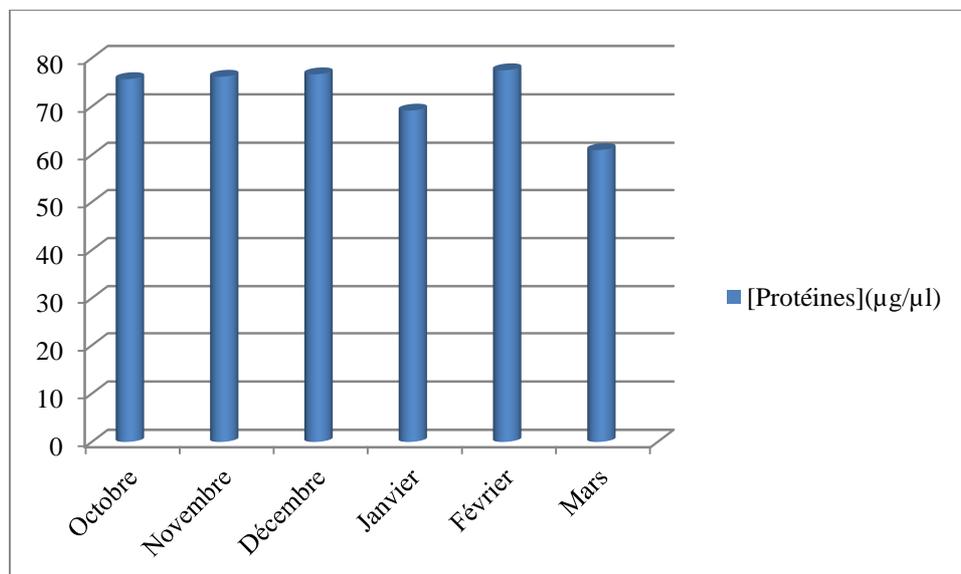


Figure 27 : Les concentrations des protéines totales dans l'hémolymphe des mâles de *B. rufimanus* en diapause.

A la lumière des résultats obtenus, les constatations ressortent qu'à l'émergence, la concentration protéique est de $75,66 \pm 6,21 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ au mois d'octobre. Cette concentration continue à augmenter jusqu'au mois de décembre ($76,66 \pm 9,52 \mu\text{g}/\mu\text{l}$). Elle est faible durant le mois de janvier ($69,16 \pm 7,36 \mu\text{g}/\mu\text{l}$) et augmente considérablement au mois de février, pour atteindre $77,5 \pm 5,62 \mu\text{g}/\mu\text{l}$. Nous remarquons qu'au mois de mars la concentration protéique rechute, elle atteint une valeur de $61 \pm 6,5 \mu\text{g}/\mu\text{l}$.

3.1.2. Protéines totales hémolympathiques des femelles de *B. rufimanus* en diapause

Les résultats obtenus durant notre expérimentation sur le taux de protéines totales hémolympathiques des femelles de *B. rufimanus* en diapause sont représentés dans la figure ci-dessous.

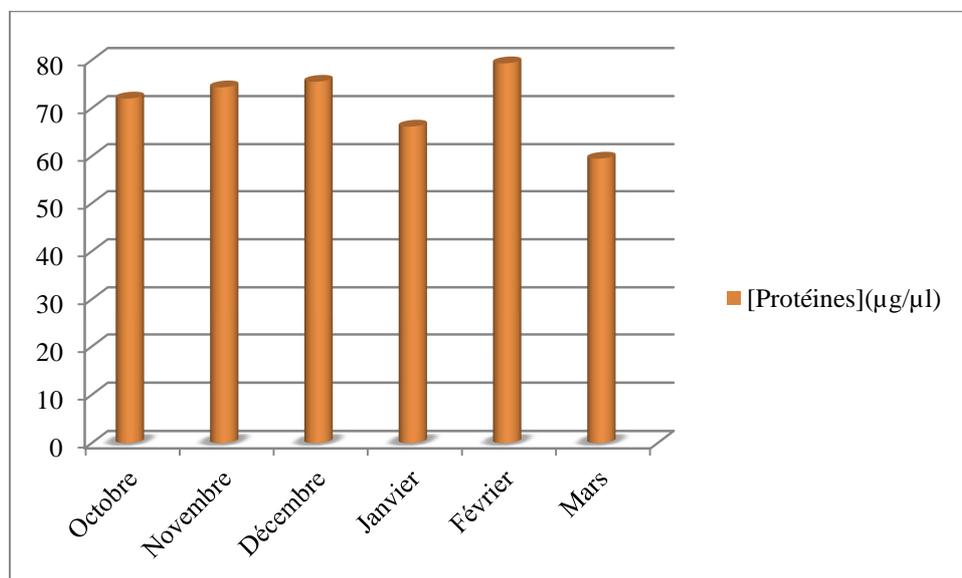


Figure 28 : Les concentrations des protéines totales dans l'hémolymphe des femelles de *B. rufimanus* en diapause.

A l'émergence, la concentration des protéines hémolympathiques des femelles est de $72 \pm 3,03 \mu\text{g}/\mu\text{l}$. Cette concentration atteint une valeur maximale au mois de février, qui est de l'ordre de $79,33 \pm 9,76 \mu\text{g}/\mu\text{l}$. L'augmentation de la quantité des protéines totales au mois de février est observée donc chez les mâles et les femelles. C'est au mois de mars que cette concentration marque une chute, dont sa valeur avoisine à $59,5 \pm 2,92 \mu\text{g}/\mu\text{l}$.

3.2. Protéinémie hémolymphatique totale chez les mâles et femelles de *Bruchus rufimanus* sexuellement actifs

La figure suivante montre les taux de protéines totales chez les femelles et les mâles de *B. rufimanus* capturés sur les parcelles de *V.faba* pendant la période d'activité reproductrice.

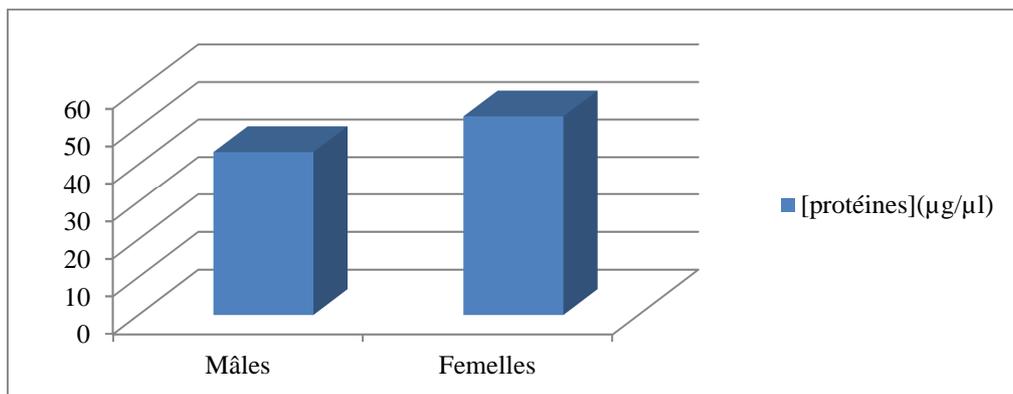


Figure 29 : Taux de protéines totales dans l'hémolymphe des mâles et femelles de *B. rufimanus* capturés sur des parcelles de la fève *Vicia faba*

Chez les mâles et les femelles capturés sur la parcelle de fève, la concentration protéique hémolymphatique est très faible durant le mois d'avril ($43,33 \pm 8,05 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ pour les mâles et $52,83 \pm 8,13 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ pour les femelles).

4. Discussion

L'analyse des résultats obtenus montrent que la concentration des protéines totales extraites de l'hémolymphe de la bruche de la fève *B.rufimanus* en diapause reproductrice, varie de 59 à $69 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ de septembre à janvier, et augmente légèrement au mois de février qui est de $77,5 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ pour les mâles et $79,33 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ pour les femelles. Alors que cette concentration baisse jusqu'à $43,33 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ et $52,83 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ pour les mâles et femelles respectivement au mois d'avril.

Les études biochimiques réalisées chez les adultes de *B.rufimanus* diapausants et non diapausants, ont permis de caractériser au niveau des organes reproducteurs le syndrome de diapause. Selon MEDJDOUB-BENSAAD (2007) l'observation sous la loupe binoculaire des organes reproducteurs des adultes mâles et femelles de *B.rufimanus* en diapause ne présente aucun signe de vitellogénèse. En effet, les ovarioles réduits à leur germarium chez les femelles diapausantes se développent nettement lors de démarrage de l'ovogénèse. De même

les glandes annexes peu développées chez les mâles diapausants augmentent de taille et se remplissent de sécrétions lorsqu'ils deviennent sexuellement actifs.

Durant la vie imaginale, la production d'ovocytes avec synthèse importante de vitellogénine et des sécrétions exigent la mobilisation d'une grande quantité de réserves au moment de la reproduction. Une quantité importante des réserves doit être mobilisée pour l'activité reproductrice.

Selon MEZANI (2011) 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 s'il y a eu induction de l'activité ovarienne.

C'est pour cela que nous avons opté pour l'utilisation la technique de Bradford (1976), afin d'expliquer l'évolution du taux de protéines hémolympatiques durant la diapause et la période d'activité reproductrice des bruches sur des parcelles de fève.

Le suivi des concentrations protéiques de l'hémolymphe montre que celles-ci sont élevées au début de la diapause reproductrice et se maintiennent jusqu'en février. Nos résultats corroborent ceux de MEDJDOUB-BENSAAD *et al.* (2011) pour les bruches de la fève *B. rufimanus*. Ceci montre que les adultes de ces insectes disposent des réserves accumulées certainement au stade larvaire. En effet, RIVERO *et al.* (2001), rapportent que chez les insectes dont le cycle de vie comporte plusieurs stades larvaires et un stade adulte, les ressources nutritionnelles sont allouées à la croissance durant le ou les stades larvaires, alors que les adultes les investissent majoritairement dans la reproduction. Les quantités des protéines totales décroissent de façon remarquable au mois de mars pour les deux sexes, révélant une forte utilisation des réserves protéiques. D'après TRAN (1992) la décroissance de la quantité des protéines en fin de diapause serait la conséquence de l'amorce du processus de post-diapause, permettant la préparation de la reproduction. Pour les bruches capturées dans les parcelles au début de leur colonisation, les quantités en protéines totales restent faibles. Selon CHAKIR (1998) cette réduction serait en rapport avec la reprise de l'activité (déplacement, recherche de la nourriture qui est la plante hôte, partenaire sexuel, ovogénèse et spermatogénèse.....).

LEFEVRE (1988) a constaté que la quantité de protéines hémolympatiques chez *L. decemlineata* connaît une réduction importante lors du démarrage de l'activité reproductrice, cette réduction est due à un changement du métabolisme des adultes qui, apparemment utilisent les protéines pour leur survie et pour la reproduction. PEFFEROEN et DE LOOF (1984) in CHAKIR (1998) rapportent chez *L. decemlineata*, les sécrétions mâles sont synthétisées dans l'hémolymphe et incorporées dans les glandes annexes.

Conclusion générale

Afin de planifier un bon programme de lutter contre la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* soumise à des conditions environnementales et méditerranéennes, il est intéressant de réaliser une étude écologique détaillée, qui permet de limiter la localisation et la densité de ce ravageur dans différents biotopes.

L'objectif de cette étude, est de connaître par touches successives, les conditions de la colonisation de la bruche, en rapport avec les stades phénologiques de sa plante hôte *Vicia faba*, les facteurs favorisant son activité et les processus de l'infestation des deux parcelles de *V. faba*, à savoir la Séville et la Féverole au champ, afin de fournir des clés pour mieux combattre ce ravageur adapté aux conditions de nos agrosystèmes, et en fin, nous avons également fait une étude comparative du taux des protéines totales hémolympatiques des bruches en diapause et en activité reproductrice.

Bruchus rufimanus, son cycle de développement implique une génération annuelle, qui débute au champ à l'arrivée des adultes à partir des lieux d'hivernation qui dépend des facteurs environnementaux, dont les plus importants seraient l'élévation de température, le vent et l'accroissement de la longueur du jours. Les adultes deviennent actifs et présentent des comportements de vol quand les températures dépassent 17°C.

Après six mois en diapause, les adultes commencent à revenir dans les champs, ils sont attirés par la présence des fleurs. La colonisation coïncide avec la pleine floraison sur les deux parcelles de Séville et de la féverole notée le 12 avril. L'inflorescence représente une source de nourriture pour les bruches et joue le rôle d'un facteur déterminant dans la dynamique des populations de *B. rufimanus*. Vers la fin de la floraison le nombre d'adultes commence à diminuer, au fur et à mesure que l'on s'approche de la maturité des gousses.

La ponte débute avec le début de la fructification, s'étale sur toute la période de formation et de maturation des gousses et se termine avec le noircissement de ses organes. Elle s'échelonne sur environ 28 jours, pour la variété Séville et un mois et cinq jours pour la Féverole. L'oviposition couvre largement la période de croissance des gousses. Elle s'effectue sur toutes les gousses, quelque soit leur stade de croissance.

D'après nos résultats, malgré que le nombre total d'adultes ne soit pas représentatif (il est de 41 pour la Séville et 32 pour la Féverole), le taux d'infestation des gousses est important, il est de l'ordre de 114 œufs pour la féverole et 202 œufs pour la Séville, ceci est dû à l'exposition de nos deux parcelles au vent, ce qui empêche les bruches de s'installer

longtemps sur leur plante hôte, elles viennent pour déposer les œufs et se déplacent probablement dans d'autres sites pour s'abriter.

Selon nos constatations, les femelles de *B. rufimanus* ne manifestent aucune préférence quant à l'âge des gousses vu que l'analyse statistique de Fischer ne révèle aucune différence significative pour la ponte des œufs sur les gousses âgées ou les gousses jeunes et ce, pour les deux variétés la Séville et la Féverole.

Après l'émission des œufs par les femelles de *B. rufimanus* sur les gousses de *V. faba* et après le développement embryonnaire, la larve néonate pénètre vers le péricarpe de la jeune gousse en formation et elle se développe parallèlement avec l'évolution de la graine. Cette larve subit différentes mues, jusqu'à atteindre le stade adulte. Le cycle du développement entier (de la ponte des œufs jusqu'à l'émergence de l'imago) s'échelonne sur 4 mois et 16 jours pour la parcelle à variété Séville et 4 mois et 18 jours pour la parcelle à variété Féverole.

L'activité reproductrice des adultes mâles et femelles s'avère importante pendant la phase de floraison et se poursuit au delà de cette période, où les adultes ont été observés sur les fleurs d'autres plantes adventices, sur lesquelles ils poursuivirent leur activité alimentaire.

La bruche de la fève est une espèce de jour long qui devient reproductrice lorsque la photopériode est supérieure à 11 heures sous nos latitudes et que les températures diurnes ne dépassent pas 18°C, et que la vitesse du vent ne dépasse pas 3m/s.

La diapause reproductrice et la levée de diapause peuvent aussi s'expliquer par le taux des protéines totales hémolympatiques de la *B. rufimanus*. Le suivi des concentrations protéiques de l'hémolymphe montre que celles-ci sont élevées au début de la diapause reproductrice et se maintiennent jusqu'au mois de février, cela s'explique que la bruche stock les protéines comme réserve durant le développement larvaire. Elles décroissent de façon importante en avril (période d'activités des bruches), révélant une forte diminution des réserves protéiques. Cette réduction est en rapport avec la reprise de l'activité et la colonisation des champs de la fève (recherche de la nourriture sur la plante hôte, recherche de partenaire sexuelle, déplacement...ect.).

Comme les analyses statistiques ne révèlent pas une différence significative entre l'infestation de la variété Séville et de la Féverole, nous suggérons aux agriculteurs d'utiliser des variétés de *Vicia faba* plus résistantes dans la lutte contre *B. rufimanus*, telles que « Trois fois blanche » qui est une variété idéale pour les régions au climat un peu frais et « Piccola »

est une variété résistante aux maladies. C'est une méthode de contrôle très intéressante. En effet, elle se substitue à la lutte chimique en éliminant ainsi de nombreux inconvénients de la lutte chimique tels que les risques pour la santé et l'environnement et le coût élevé des produits de synthèse.

Le traitement chimique par des insecticides, doit être effectué sur l'ensemble des cultures, et doit viser les adultes, afin d'empêcher la ponte. Pour minimiser l'impact de ce ravageur, les terrains de toute la région doivent faire l'objet de ce traitement, car la bruche est un insecte qui se déplace sur de grande étendues.

L'utilisation des graines âgées de deux années et plus est aussi à considérer vu que la diapause des adultes de *B. rufimanus* ne dure qu'une année au-delà de cette durée ces dernières meurent dans les graines.

La lutte culturale est une technique moins coûteuse et applicable : comme l'utilisation des semences saines, l'élimination des plantes adventives, qui sont une source de nourriture additionnelle pour les bruches, permet de réduire leur longévité donc leur activité sexuelle.

La lutte biologique par l'introduction d'un nombre élevé de parasitoïdes tel que *Triaspis luteipes* (Hymenoptera, Brachinidae), au début de stockage lorsque la densité de larves de bruches présentes dans les graines est faible, permet un bon contrôle des populations. La lutte par les bactéries comme *Bacillus thuringiensis*, et les huiles essentielles comme *Arachis hypogea* L qui sert à la diminution de la ponte.

La protection des champs de fève contre *B. rufimanus* constitue un défi quotidien. Ainsi, l'agriculteur doit appliquer des méthodes de protection compatibles avec leurs moyens financiers et techniques. C'est pour cette raison que le problème des pertes post-récolte ne peut être résolu, non pas par une méthode de lutte unique, mais bien par la combinaison de différentes méthodes reconnues efficaces.

L'objectif futur de cette étude est l'utilisation des parasitoïdes comme l'espèce identifiée dans les stocks dans notre région à savoir *Triaspis luteipes* (Hymenoptera :Braconidae), ainsi que l'utilisation des poudres et des huiles essentielles de certaines plantes aromatiques à l'égard des adultes émergents des stocks qui sont une source certaine d'infestation des nouvelles cultures.

Références bibliographiques

1. **ABBAS ANDALOUSSI F., 2001.** Screening of *Vicia faba* for resistance to the « giant race » of *Ditylenchus dipsaci* in Morocco. Nematol. Mediterr., pp 29-33.
2. **ANONYME, 2009.** Annuaire Général de l'Algérie. 214p.
3. **ANONYME, 2013.** Agence Nationale de Développement et d'Investissement. 20p.
4. **AOUAR-SADLI M., 2009.** Systématique, éco-éthologie des abeilles (Hyménoptera : Apoidea) et leurs relations avec la culture de fève (*Vicia faba* L.) sur champ dans la région de Tizi-Ouzou. Thèse de Doctorat. U.M.M.T.O., 268p.
5. **ARVALIS et UNIP, 2012.** Féverole de printemps et d'hiver 2011-2012. Guide de culture. 27 p.
6. **ARVALIS et UNIP, 2013.** Diagnostiques des accidents de la féverole et du pois. 83 p.
7. **ATIK F., 1999.** Etude des signaux chimiques impliqués dans la symbiose entre *Vicia faba* et *Rhizobium leguminosarum*. Thèse de doctorat, Univ. De Tlemcen. Algérie.
8. **AVERSENQ P., GOUTIER J. et GUEGUEN M., 2008.** Le truffaut. Anti-maladies et parasites. Larousse. Ed. Octavo. 224p.
9. **BALACHOWSKY A.S., 1962.** Entomologie appliquée à l'agriculture. Ed Masson et Cies, Tome I, Vol 1, 564p.
10. **BENABBAD T.F., 1978.** Contribution à l'étude du soja (*Glycine max* L.Merri) dans le périmètre du haut-cheliff. Thèse de Magister, I.N.A, Alger, 97p.
11. **BENDICT J.H., WOLFENBARGER D.A., BRYANT Jr V.M. et GEORGE D.M., 1991.** Pollens ingested by boll weels (Coleoptera: Curculionidae) in southern Texas and north eastern Mexico. J. Econ. Entomol. 84 (1): 1266131.
12. **BERNE J.J. et DARDY J.M., 1987.** La bruche sur féverole : un ravageur bien difficile à maîtriser, phytoma, défense des cultures N° 338, pp 30-32.
13. **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, Oxfordshire, U.K. 968-1003.
14. **BOUGHDAD A., 1994.** Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus* Boheman, 1833 sur *Vicia Faba* au Maroc : Thèse d'Etat en Sciences, N° : 3628, Université de Paris, Orsay, France, 182 p.
15. **BOUGHDAD A., 1996.** *Bruchus rufimanus*, un insect ravageur des graines de *V. faba* L., au Maroc. Réhabilitation of faba bean. Ed Actes, pp 179-184.
16. **BOUZNAD Z., LOUANCHI M., ALLALA L. et MERABTI N., 2011.** Les maladies de la fève en Algérie : cas de la maladie à tache chocolat causée par *Bortrytis spp.* Quatrième journées scientifiques et techniques phytosanitaires. I.N.A El Harrach, 2p.

- 17. BUKEJS A., 2010.** Materials to the knowledge of Latvian seed-beetles (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchidae). *Baltic J. Coleopterol.*, 10 (2): 177-184.
- 18. CABRERA A. et MARTIN A., 1986.** Variation in tannin content in *Vicia faba* L. *J.Agric. Sci.*106:377-382.
- 19. CAILLIEZ B., 2005.** La lutte contre la bruche de la féverole. La France Agricole. N° 3109.
- 20. CAMBELL R.E., 1920.** A suggestion of a possible control of pea and bean weevils. *J. Econ. Entomol.* 12:284-288.
- 21. CASARI S.A. et TEIXEIRA E.P., 1997.** Description and bioecological notes of final larval instar pupa of some seed beetles (Coleoptera: Bruchidae), *Annales de la société entomologique de France.* Vol 33, N°3, pp 295-323.
- 22. 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 124 P.
- 23. CHASE M.W. et REVEAL J.L., 2009.** « A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III », *Bot. J. Linn. Soc.*, vol. 161, pp 122-127.
- 24. CHAUX CL. et FOURY CL.,1994.** Productions légumières secs. Légumineuses potagères légumes et fruits. Tome 3. Technique et documentation Lavoisier. pp 7-13.
- 25. COLE L., DEWEY F.M. et HAWES C.R. 1998.** Immunocytochemical studies of the infection mechanisms of *Botrytis fabae*: II. Host cell wall breakdown. *New Phytologist* 139: 597-609.
- 26. COUPLIN F. et MARMY F., 2009.** Jardinez au naturel. *Le jardin bio facile*, 249p.
- 27. CROFTS H. J., EVANS L. E. et MC VETTY P. B. E.,1980.** Inheritance, characterization and selection of tannins-*Faba beans*, *Can. J. Plant. Sci.* 60:1135-1140.
- 28. DAGNELIE P., 1975.** Théories et méthodes statistiques applications agronomiques. Vol.1. Ed. Presses agronomique de Gembloux, 378p.
- 29. DAJOZ N., 1982.** Précis d'écologie. Ed. GAUTHIER-Villars, 503p.
- 30. DAJOZ R. 1985.** Précis d'écologie. Ed. Dunod, 505p.
- 31. DARQUENNE J. ; EL SHAZLY E. ; TRAN B. et HUIGNARD J., 1993.** Intensity of the reproductive diapause in a strain of *Bruchus rufimanus* (Boh) (Coleoptera Bruchidae) originating from the Meknès region of Morocco, V14, N° 6, pp. 847-856
- 32. DE WILDE J. et DE BOER C., 1969.** Hormonal and nervous pathways in the photoperiod induction of the diapause in *Lepetiotarsa decemlineata*. *J. Insect physiol.*, 15,4, pp 661-675.

- 33. DENLINGER L., YOCUM G.D. et RENIHART J.P., 2005.** Hormonal control of diapauses. *Comprehensive molecular insect science*. Edited by Lawrence L. Iatrou Sarjeet et S. Gill., pp 615-649.
- 34. DIDIE B. et GUYOT H., 2012.** Des plantes et leurs insectes. Ed. Quail, Paris, 253p.
- 35. DREUX, 1980.** Précis d'écologie. 2^{ème} édition, Paris, 231p.
- 36. DUPONT P. et HUIGNARD J., 1990.** Relationships between *Bruchus rufimanus* (BOH) (Coléoptéra: Bruchidae) and the phenologie of its host plant *V. faba* L their importance in the special distribution of the insects, symp. Biol. Hung. N° 39. PP 255-263.
- 37. 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.
- 38. FAURIE C., FERRA C. et MEDORI P., 1980.** Ecologie. Ed. J.B. Bailliere, Paris, 168p.
- 39. FLEURAT- LESSARD F., 2011.** Les stratégies de lutte chimique en pré-et post-récolte en Afrique. In HUIGNARD et al., Insectes ravageurs des grains de légumineuses. Biologie des Bruchinae et lutte en Afrique. Ed. Quail, Paris, 145p.
- 40. FRANSSEN C.J.H., 1956.** De levenswijze en de bestrijding van de Tuinboonkeverversl. Landboeke. Onders. 62(10):1-75.
- 41. GAIN F., 1978.** Notes sur la germination des grains de légumineuses habitées par les bruches ; C.R 1897, 2^{ème} semestre, pp. 195-197.
- 42. GEPTS P., WILLIAM D. BEAVIS E., CHARLES B., RANDY C., SHOEMAKER H., THOMAS S., NORMAN F. et NEVIN D., 2005.** Legumes as a Model Plant Family. Genomics for Food and Feed Report of the Cross-Legume Advances through Genomics Conference. 137:1228–1235.
- 43. GERMAIN J. F. ; HUIGNARD J. et MONGE J. P., 1985.** Influence des inflorescences de la plante hôte (*vigna inguiculata*) sur la levée de la diapause reproductrice de *Bruchidius atrolineatus*. *Entomologia experimentalis et applicata*, Institut de Biocénétique Expérimentale des Agrosystèmes, Université F. Rabelais. 39 : 35- 42.
- 44. GIRANDIE A., MOULINS M. et GIRARDIE J., 1974.** Rupture de la diapause ovarienne chez *Anacridium aegyptium* par stimulation des cellules neurosécrétrices médianes de la pars intercerebralis. *J. Insect Physiol.*, 20,11 : 2261-2275.
- 45. GUINOCHET M. et DE VILMORIN R., 1984.** Flore de France. Dd. CNRS, 5 Vol. Paris, 1879 p.
- 46. HANAFY M., PICKARDT T., KIESECKER H. et JACOBSEN H., 2005.** Agrobacterium-mediated transformation of faba bean (*Vicia faba* L.) using embryo axes. *Euphytica* 142: 227–236.

- 47. HEYWOOD V. H. et RICHARDSON I. B. K., 1964.** The genera of flowering plants. Clarendon press. Oxford.
- 48. HOFFMANN A., 1945.** Faune de France: Coléoptères bruchides et anthribides. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles. 187 p.
- 49. HOFFMAN A., et LABEYRIE V., 1962.** Sous famille des bruchidae in Balachowsky A.S., Entomologie appliquée à l'agriculture. Coléoptère, Volume I, Tome I, Ed Masson et Cie, pp185-188.
- 50. HOFFMAN A., LABEYRIE V. et BALACHOWSKY, 1962.** Famille des Bruchidae. In Entomologie app. à l'agriculture 434-494, (1), BALACHOWSKY Ed., Masson publ., Paris, 564p.
- 51. 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 179- 191.
- 52. HUIGNARD J., TRAN B., LENG A. et MANDON N., 1992.** Interactions between host-plant information and climatic factors on diapauses termination of two species of Bruchidae. V 49, pp 67-68.
- 53. HUIGNARD J., GLITHO A., MONGE J.P. et REGNAULT-ROGER C., 2011.** Insectes ravageurs des graines de légumineuses: Biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Ed. Qu. 147p.
- 54. INRA, 2007.** Contribution à l'étude des principales maladies, parasites et ravageurs des fèves et féveroles. Institut Technique Des Grandes Cultures, Tiaret. *Séminaire* N° 10: 123-125.
- 55. JOHNSON C.D., 1994.** The enigma of the relationships between seeds, seeds beetles, elephant, cattle and other organisms. *Aridius* 6: 1-4.
- 56. KAUR S., PEMBLETON L., OI COGAN N., W SAVIN K., LEONFORTE T., PAULL J., LEONFORT T., MATERNE M. et W FORSTER J., 2012.** Transcriptome sequencing of field pea and faba bean for discovery and validation of SSR genetic markers. *BMC Genomics* 13:104.
- 57. KERGOAT G.J., 2004.** Le genre *Bruchidius* (Coleoptera: Bruchidae) : un modèle pour l'étude des relations évolutives entre les insectes et les plantes. Thèse Doctorat, Univ. Paris 6, 188p.
- 58. 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.
- 59. KOLEV N., 1976.** Les cultures maraichères en Algérie; légumes, fruits. Ed. J. Baillièrre. Paris. Vol I, 207 p.

- 60. KUMAR R., 1991.** La lutte contre les insectes ravageurs. Ed. Karthala, Paris, 293p.
- 61. LANCASHIRE P. D., BLEIHOLDER H., LANGELÜDDECKE P., STAUSS R. , VAN DEN BOOM T., WEBER E. and WITZEN-BERGER A., 1991.** An uniformdecimal code for growth stages of crops and weeds. Ann. appl. Biol. 119, 561-601.
- 62. LARDJANE-HAMITI A., 2009.** Contribution à l'étude des populations de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOHMAN, 1833) (Coleoptera : Bruchidae) durant les périodes de diapause et d'activité reproductrice. Analyse des relations spatio-temporelle entre la bruche et sa plante hôte. Thèse magister, Ins. Bio.Tizi-Ouzou, 108p.
- 63. LARRALDE J. et MARTINEZ J.A., 1991.** Nutritional value of faba bean: effects on nutrient utilization, protein turnover and immunity. Département de physiologie animale et nutrition. Université de Navarre, Espagne. *Séminaire* N° 10:111-117.
- 64. LAUMONIER R., 1979.** Cultures légumières et maraichères, Tome III. Ed.J.B. BAILLIERE. 276p.
- 65. 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 en biologie, Université de Toulouse III.18 P.
- 66. LECOINTRE J.F et LE GUYARDER H., 2001.** Classification phénogénétique du vivant. Ed. Belin, Paris, 543p.
- 67. LEFEVRE K.S., 1988.** Extrinsic and intrinsic control of diapause termination in the colorado potato beetle. Ph.D. thesis, Agricultural University, Wageningen, 115p.
- 68. LIENARD V. et SECK D., 1994.** Revue des méthodes de lutte contre (*Callosorbus maculatus*) (F.) (Coleoptera : Bruchidae), ravageur des graines de niébé (*Vigna unguiculata*) (L) en Afrique Tropical, *Insect S c i. Applic.* 5(3), pp 301-311.
- 69. MAATOUGUI M. E., 1996.** Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance. *Céréaliculture* 29: 6-14.
- 70. MARGET P., 2012.** La bruche de la féverole, recherche d'une variabilité génétique naturelle pour la tolérance à la bruche chez la féverole, UMR Agroécologie-Dijon, 13 P.
- 71. MAUCHAMP B., 1988.** Physiologie – Comportement. La diapause ou comment passer l'hiver dehors quand on est un insecte. *Insecte* N° 69, 6p.
- 72. MEDJDOUB-BENSAAD, 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 en Sciences Biologiques, U.M.M.T.O., 126p.
- 73. MEDJDOUB-BENSAAD F., KHELIL M.A. et HUIGNARD J., 2010.** Bioécologie et diapause reproductrice de la bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*, Coleoptera : Bruchidae) dans la région de Tizi Ouzou. Résumé. 3^{ème} Séminaire International de Biologie Animale. Univ. Mentouri-Constantine. P35.

- 74. MEDJDOUB-BENSAAD F., KHELEL 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 F.S.B, pp 89-96.
- 75. MESSIAEN C.M. ; BLANCARD D. ; ROUXEL F. et LAFON R., 1991.** Les maladies des plantes maraîchères. 3^{ème} Ed. Qu□, 280p.
- 76. MEZANI S., 2011.** Bioécologie de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera : Bruchidae) dans des parcelles de variétés de fèves différentes et de féverole dans la région de Tizi Rached (Tizi Ouzou). Thèse de Magister U.M.M.T.O. en Sciences biologiques, 81p.
- 77. PANCHOUT F., 2007.** Physiologie des insectes- le système reproducteur. Le Monde des insectes. 60p.
- 78. PERON J-Y, 2006.** Références. Production légumières. 2^{ème} Ed. DUC, Paris, 613p.
- 79. PICARD J., 1976.** Aperçu sur l'hérédité du caractère absence de tannins dans les graines de féverole, Ann. Amélior. Plantes. 26:101-106.
- 80. PLANQUAERT PH. et GIRARD G., 1987.** La féverole d'hiver, Revue, I.T.C.F.3^{ème} Trim. 32 p.
- 81. PLANQUAERT PH. ET WEISS PH. 1980.** Les producteurs de lait cultivent et utilisent la féverole. Extrait du n° 80, de la revue : l'éleveur de bovins. Producteur laitière moderne. La revue des producteurs de lait. 04p.
- 82. QUANTIN M., 1861.** Bulletin de la société des sciences historiques et naturelles. V 15, P.234.
- 83. RAMADE F., 1984.** Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. Ed. MC GRAW HILL, Paris, 397 p.
- 84. RAMADE F., 1990.** Conservation des écosystèmes méditerranéens, enjeux et précipitations. Ed. Economica. Paris, fasc. 3, 144p.
- 85. RAMADE F., 1993.** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed. Ediscience international, Paris, 822p.
- 86. RIVERO A., GIRON D. et CASAS J., 2001.** Lifetime allocation of juvenile and adult nutritional resources to egg production in a holométabolous insect, proceeding of the Royal Society of London, 268: 1231-1237.
- 87. ROLAND J.C., 2002.** Des plantes et des hommes. Ed. Vuibert, Paris, 166p.
- 88. SACCHI C.F. et TESTARD P., 1971.** Ecologie animale, organisme et milieu. Dunod, Paris, 444p.
- 89. SADOU M.K., 1998.** Mesure de l'intensité de l'infestation de la fève par *Bruchus rufimanus* Boh (Coleoptera : Bruchidea) dans la station expérimentale de Oued Semar proposition d'une stratégie de lutte chimique. Thèse de magister, Ins.Agro.El Harrach, 96 p.

- 90. SAXENA M.C., 1991.** Status and scope for production of faba bean in the Mediterranean countries. Centre International dans la Recherche d'Agriculture. *Séminaire* N° 10: 15-20.
- 91. SELLAMI S. et BOUSNINA A.Z., 1996.** Distribution de *Ditylenchus dipsaci* (hunk) sur la fève dans l'est de l'Algérie. *Céréaliculture : spéciale fèves* N° 29, pp 27-30.
- 92. SELTZER P., 1946.** Le climat de l'Algérie. Alger Carbogel. 21p.
- 93. SERPEILLE A., 1991.** La bruche du haricot : un combat facile ; bulletin. F.N.M.S N°116, pp 32-54.
- 94. SOUTHEGATE B.J., 1979.** Biology of the bruchidea. *Ann. Revu. Entoml.* 24, pp 449-473.
- 95. STODDARD F.L., NICHOLAS A.H., RUBIALES D., THOMAS J. et VILLEGAS-FERNANDEZ A.M., 2010.** Integrated pest management in faba bean. *Field crops research* 115 :308-318.
- 96. TAUPIN P., 1985.** Les ravageurs de la féverole. *Phytoma Def.cult.*, pp 43-45.
- 97. TRAN B., 1992.** Caractérisation de l'état diapausant et induction de l'activité reproductrice chez *Bruchus rufimanus* Boh. (Coléoptera : Bruchidae). Thèse Doctorat science de la vie biologique des populations université F. Rabelais Tours, 99p.
- 98. TRAN B. et HUIGNARD J., 1992.** Interactions between photoperiod and food affect the termination in reproductive diapause *Bruchus rufimanus* J. *Insect Physiol.*, 36: 633-642.
- 99. TRAN B., DARQUENNE J. et HUIGNARD J., 1993.** Changes in responsiveness to factors inducing diapause termination in *Bruchus rufimanus*., *J.Insect Physiol.*, 39: 769-774.
- 97. TUDA M., 2007.** Applied evolutionary ecology of insects of the subfamily Bruchinae (Coleoptera: Chrysomelidae). *App. Entomol. Zool*, 42 (3):337-346.
- 100. WEBER, E. und H. BLEIHOLDER, 1990.** Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume und Erbse – mit Abbildungen. *Gesunde Pflanzen* 42, 308-321.
- 101. WEIGAND C. et BISHARA A., 1991.** Statut of insect pests of faba bean in mediterranean region and methods of control. *Options méditerranéennes. Present statut and future perspects of faba bean production*, I.C.A.R.D.A., Serie A, N° 10, pp 67-74.
- 102. WOLDA H. et DENLINGER D.L., 1984.** Diapause in a large aggregation of a tropical beetle. *Ecol. Entomol.* 9: 217-230.
- 103. YUS RAMOS R., KINGSOLVER J.M. et NAPOLES J.R., 2007.** Sobre el estatus taxonomico actual de los bruquidos (Coleoptera: Bruchidae) en los Chrysomeloidea. *Dugesiana* 14 (1) : 1-21.

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

105. ZAIDI A. et MAHIOUT B., 2012. Voyage au cœur des aliments. 200p.

Résumé :

Pour mieux combattre le ravageur de la fève *Bruchus rufimanus*, nous avons étudié sa bioécologie sur deux parcelles de variété *Vicia faba* major et *Vicia faba* minor dans la région de Haizer. Nous avons constaté que l'arrivée des premières bruches coïncide avec la pleine floraison pour les deux variétés. L'activité des adultes commencent dès que les conditions climatiques sont favorables (température de 17°C et la photopériode de 11h00 mn) et quand les sources trophiques sont disponibles. La période de la ponte s'échelonne sur 28 jours pour la variété Séville, et 35 jours pour la variété Féverole. Elle varie selon les conditions climatiques. L'oviposition s'effectue sur toutes les gousses quelque soit leur stade de croissance. Le développement larvaire a lieu pendant la phase de maturation des gousses. Il s'effectue en 4 stades larvaires L₁, L₂, L₃ et L₄ et un stade nymphal. Le cycle de développement complet de la bruche depuis la ponte des œufs jusqu'à l'émergence du premier adulte dure environ 4 mois et 16 jours pour la parcelle à variété Séville et 4 mois et 18 jours pour la parcelle à variété Féverole. Le suivi des concentrations des protéines hémolymphatiques montre que celles-ci sont élevées au début de la diapause reproductrice, ce qui peut être expliqué par le stocke les protéines durant la vie larvaire. Le taux des protéines décroît de façon importante au mois d'avril, cette réduction est en rapport avec la reprise de l'activité et la colonisation des champs de la fève pour la recherche de la nourriture, du partenaire sexuel, déplacement et autres activités d'entretien.

Mots clés : *Vicia faba* major, *Vicia faba* minor, *Bruchus rufimanus*, bioécologie de la bruche, développement larvaire.

Abstract:

To better control the pest bean *Bruchus rufimanus*, we studied its bioecology in two parcels variety *Vicia faba* major and minor in the area of Haizer. We found that the arrival of the first bruchids coincides with the full bloom for the two varieties. The activity of adults begins as soon as weather conditions are favorable (temperature 17 ° C and photoperiod 11:00 min) and trophic sources when available. The egg-laying period ranged from 28 days for Seville variety, and 35 days for Faba bean variety. It varies depending on weather conditions. Oviposition occurs on all pods whatever their stage of growth. Larval development takes place during the ripening pods. It is carried out in four larval stages L₁, L₂, L₃ and L₄ and pupae. The complete development cycle of the weevil from egg laying until the emergence of the first adult takes about 4 months and 16 days for parcel variety Seville and 4 months and 18 days for the parcel variety Faba. Monitoring concentrations of haemolymph protein shows that they are high at the beginning of the reproductive diapauses, which can be explained by the stores during the larval proteins. The rate of protein decreases significantly in April, this reduction is related to the recovery of activity and colonization of the bean fields to search for food, sex partner, travel and other activities maintenance.

Key words: *Vicia faba* major, *Vicia faba* minor, *Bruchus rufimanus*, bioecology of the weevil, larval development.