

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de
l'Univers
Département : Agronomie

MEMOIRE

Présenté par

M^{lle} HAMADA Siham

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Protection des végétaux

Thème

Étude d'un modèle de Lutte biologique dans la région de
Tlemcen, Cas de la Coccinelle *Coccinella septempunctata*
contre le Puceron *Aphis fabae*.

Soutenu le 10 Juillet 2021, devant le jury composé de :

Président	BELKHATIR Djamel	MCB	Université de Tlemcen
Encadrant	MANAA Abdessalam	MCA	Université de Tlemcen
Examineur	LAKHAL Sara	MCA	Université de Tlemcen

Année universitaire 2020/2021

DÉDICACES

À mon soutien dans ma vie et la source de ma force mn papa

À mon amour, la merveilleuse maman

À mon idole, ma grande sœur Racha

À mon cher frère Youcef et sa femme

À ma sœur Rokia et mon petit ange Habouche

À ma nièce Joudi et mes neveux Moussaab et Ahmed

À mes amis : Hadjer, Yousra, chaima, Souhila, Ammar, Khadjidja,

Rabia, Nassira, Zineb, Djihene, Fatima, Friel, Chokri, Ibrahim,

Nasro, Aymen pour leurs encouragements permanents, et leur

soutien moral.

À tonton Baghdadi et Hakim pour leur appui et leur encouragement.

REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord الله de m'avoir permis d'arriver à ce stade de ma vie particulièrement dans mes études, et de m'avoir donné la force pour réaliser ce modeste travail malgré toutes les circonstances difficiles الحمد لله.

Je voudrais remercier mon promoteur de mémoire, Monsieur MANAA Abdessalam Maitre de conférences A du Département d'Agronomie de l'Université Abou Baker Belkaid de Tlemcen, pour le temps qu'il a consacré à m'apporter les outils méthodologiques indispensables à la conduite de cette recherche, ses remarques, ses précieux conseils et critiques, qui ont contribué à alimenter ma réflexion, ainsi que sa confiance qu'il m'a accordée ont fait progresser énormément ce travail. Je le remercie profondément pour sa compréhension, sa patience et sa politesse incomparable.

J'exprime ma sincère gratitude à M. BELKHATIR Djamel Maitre de conférences B à l'Université de Tlemcen de l'honneur qu'il m'a fait en acceptant de présider le jury de soutenance.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à M^{me} LAKHAL Sara Maitre de conférences B à l'Université de Tlemcen d'avoir accepté de juger à titre d'examineur ce mémoire.

J'adresse mes sincères remerciements à M. SLIMANI Mohammed chef d'équipe de la pépinière l'arbre qui pousse, à M. BELLOUT Toufik le directeur de l'Institut National de la Protection des Végétaux " INPV ", à M^{me} KHERBOUCHE Samira la responsable du laboratoire d'entomologie et la lutte biologique et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Table des matières

Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	2
Chapitre I – Synthèse des données bibliographiques	4
I.1 – Historique	4
I.1.1 – Dans le monde.....	4
I.1.2 – En Algérie.....	6
I.2 – Principe de la lutte intégrée.....	8
I.3 – Concept de la lutte biologique.....	8
I.3.1 – Différentes méthodes de lutte biologique	9
I.3.1.1 – Lutte biologique par introduction	9
I.3.1.2 - Lutte par augmentation	9
I.3.1.3 - Lutte biologique par conservation.....	9
I.3.2 – Protocole de mise en place d’une méthode de lutte biologique	10
I.3.3 - Acteurs de la lutte biologique.....	11
I.3.3.1 – Cibles.....	11
I.3.3.1 – Agents de lutte (Auxiliaires)	11
I.3.4 – Moyens de lutte biologique faisant appel à des auxiliaires.....	11
I.3.4.1 – Microorganismes.....	11
A – Virus.....	12
B – Bactéries.....	13
B1 – <i>Bacillus thuringiensis</i>	14
B2 – Bactéries <i>Bacillus sphaericus</i>	14
C - Champignons entomopathogènes.....	15
D – Nématodes.....	16
I.3.4.2 – Prédateurs.....	17
A - Syrphes	17
B - Carabes	18
C - Cécidomyies.....	19
D – Coccinelles.....	19
Chapitre II – Partie expérimentale	22

II.1 - Choix et description de la station d'étude.....	22
II.2 – Matériel biologique.....	23
II.2.1 – Matériel végétale.....	23
II.2.2 - Matériel animal.....	25
II.2.2.1 – Coccinelles	25
II.2.2.2 - Puceron noire de la fève (<i>Aphis fabae</i>)	26
II.2.3 – Matériel de terrain et de laboratoire.....	27
II.2.3.1 - Matériel utilisé sur le terrain.....	27
II.2.3.2 – Matériel utilisé au laboratoire.....	27
II.3 – Méthodologie de travail.....	29
II.3.1 – Élevage des coccinelles.....	30
II.3.2 – Régime alimentaire.....	31
II.3.3 – Cycle de développement des coccinelles.....	32
II.3.4 – Dynamique des Coccinelles	33
II.3.5 – Ennemis naturels.....	33
Chapitre III – Discussions des résultats et synthèse d'articles.....	37
III.1 – Développement et reproduction de <i>C. septempunctata</i>	37
III.1.1 – Paramètres de développement.....	37
III.1.2 – Paramètres de reproduction	37
III.2 – Facteurs contrôlant la croissance et la reproduction de la coccinelle <i>coccinella septempunctata</i>	37
III.2.1 – Facteurs climatiques.....	37
III.2.2 – Âge de la coccinelle	38
III.2.3 – Alimentation de la coccinelle.....	39
III.3 – Prédation de coccinelle.....	40
III. 4 – Impact des lâchers des coccinelles sur la population de pucerons.....	41
Conclusion et perspectives.....	43
Références bibliographiques.....	44
Annexes	48
Glossaire.....	57
Résumé	

Liste des Figures

- Figure 1** - Bactérie *Bacillus sphaericus* en cours de sporulation (forme de résistance)
- Figure 2** – Unité infectieuse : Spore de *Beauveria bassiana*
- Figure 3** – Nématodes entomopathogènes à la rescousse du cèdre du Liban
- Figure 4** – Morphologie d'*Episyrphus balteatus*
- Figure 5** - *Calosoma sycophanta* (à gauche) et *Carabus morbillosus* (à droite)
- Figure 6** – Morphologie d'*Aphidoletes aphidimyza*
- Figure 7** – Coccinelle à sept point *Coccinella septempunctata*
- Figure 8** – Image satellitaire de la station régionale de l'INPV (Mansourah)
- Figure 9** – Photo de la parcelle expérimentale de l'I.N.P.V
- Figure 10** – Pépinière de la station d'El Kiffane
- Figure 11** - Adulte de *Coccinella septempunctata*
- Figure 12** – Morphologie du Puceron de la fève
- Figure 13** – Grains de fève dans des plateaux de semis (à gauche) et ceux de tabac (à droite) dans une boîte de Pétri
- Figure 14** – Cages d'élevage des Coccinelles
- Figure 15** – Matériels d'élevage
- Figure 16** – Début de germination de l'embryon de la fève
- Figure 17** - Transplantation de la fève
- Figure 18** – Transplantation de tabac
- Figure 19** – Nourriture alternative (à gauche) et plante de fève infestée de pucerons (à droite)
- Figure 20** – Accouplement (A), Œufs (B) et larves (C) et mue imaginale (D) des coccinelles élevées au laboratoire
- Figure 21** – Évolution des effectifs des coccinelles selon leur stade de développement (Larves et Adultes) durant les mois d'étude.
- Figure 22** - *Syrphe ceinturé* *Episyrphus balteatus* (à gauche), Puceron et fourmis (à droite)
- Figure 23** - Schéma représentant la répartition des coccinelles et des fourmis sur la parcelle de la fève.
- Figure 24** - Coccinelle à 7 points protège le cocon de *Dinocampus coccinellae*
- Figure 25** - Boîtes de pétri comprend le cocon, l'étuve à 25,6 °C.
- Figure 26** - Guêpe parasite *Dinocampus coccinellae*

Liste des tableaux

Tableau 1 – Historique sur l'évolution de la lutte biologique

Tableau 2 – Fiches descriptives des cultures de Tabac et de la Fève

Liste des abréviations

% : Pourcentage

A.D.N : Acide désoxyribonucléique

A.F.P.P : Association française de protection des plantes

Bsph : *Bacillus sphaericus*

Bt : *Bacillus thuringiensis*

C.B.C : Conservation Biological Control

C° : Degré Celsius

D.D.T : Dichlorodiphényltrichloroéthane

F.A.O : Food and Agriculture Organisation of the United Nations

GV : GranuloVirus

I.N.P.V : *Institut National de la Protection des Végétaux*

NPV : Nucleo Polyhedro Virus

O.C.D.E : Organisation de Coopération et de Développement Economique

O.I.L.B : Organisation internationale de lutte biologique

O.M.S : Organisation Mondiale de la Santé.

Introduction

Introduction

L'utilisation abusive des produits phytosanitaires dans le but de protéger les cultures et d'améliorer leur rendement et d'assurer la sécurité alimentaire du citoyen a généré un impact négatif sur les organismes vivants et leur environnement.

Face aux problèmes engendrés par l'application répétitive des pesticides, la lutte intégrée ou gestion intégrée des ennemis des cultures est une méthode décisionnelle qui a recours à toutes les techniques nécessaires pour réduire les populations d'organismes nuisibles de façon efficace et économique, tout en respectant l'environnement (BOISCLAIR et ESTEVEZ, 2006).

Face à ces enjeux environnementaux et sanitaires, les exigences réglementaires sont de plus en plus drastiques et induisent une diminution conséquente des substances chimiques autorisées en protection des cultures. Cet état de fait pousse les industries à développer une nouvelle approche de protection des cultures dite « Lutte biologique ». Cette dernière est une méthode utilisant des ennemis naturels afin de contrôler les populations de ravageurs.

Les coccinelles prédatrices sont liées à la lutte biologique plus souvent que les autres organismes prédateurs des autres taxons (RABASSE et STEENIS, 1999).

La présente étude est menée dans un cadre de lutte biologique dans la région de Tlemcen, visant à mettre en évidence l'action Aphidiphage des Coccinelles préalablement récoltées de leurs plantes hôtes, et testées dans des conditions de laboratoire de l'INPV de Mansourah.

Ce travail s'articule autour de quatre chapitres. Le premier est une synthèse des données bibliographiques sur la lutte biologique. Le second traite la méthodologie du travail adoptée au terrain et au laboratoire. Les résultats obtenus accompagnés de leurs discussions sont placés dans le troisième chapitre. Une conclusion générale assortie de perspectives clôture ce travail.

Chapitre I - Synthèse des données bibliographiques

Chapitre I - Synthèse des données bibliographiques

Dans ce qui va suivre, les informations relatives à la lutte biologique sont détaillées.

I.1 - Historique

I.1.1 – Dans le monde

Le tableau 1 résume les principaux événements de la lutte biologique connus depuis l'ère présocratique jusqu'à présent.

Tableau 1 – Historique sur l'évolution de la lutte biologique

Période	Événement
Ère présocratique (Avant 1880)	
La Chine ancienne	Rejets de fourmis pour lutter contre les ravageurs des agrumes (SAMWAYS, 1981).
Arabie médiévale	Transport des colonies de fourmis des montagnes aux bosquets de dattiers (VAN DEN BOSCH ET MESSENGER, 1973).
Epoque classique (1880 - DDT 1939)	
1888	Premier succès majeur de la lutte biologique classique : importation de coléoptère véralia en Californie (DOUTT, 1964)
1919	1919 Le terme " lutte biologique " inventé par H.S. Smith (DEBACH, 1974)
1920	Production commerciale d'Encarsia pour lutter contre les aleurodes en serre (VAN LENTEREN, 1995).
1932	La figue de barbarie a été maîtrisée en Australie (DODD, 1940).
Ère chimique (DDT (1939) – 1962) « Printemps silencieux » (Carson, 1962)	
1940	La production commerciale d'Encarsia pour la lutte contre les aleurodes en serre cesse en raison

	de la disponibilité des pesticides (VAN LENTEREN, 1995).
1940	Baisse du nombre d'introductions classiques de lutte biologique (GREATHEAD ET GREATHEAD, 1992)
1950	Production commerciale extensive de produits Bt (VAN FRANKENHUYZEN, 1993).
Ère intégrée (Printemps silencieux - Présent)	
1963	Publication d'observations de l'effet des fleurs sur les hyménoptères parasites (VAN EMDEN, 1963).
1967	FAD formalise le concept de lutte intégrée contre les ravageurs (FAD, 1967).
1970	La production commerciale d'Encarsia pour la lutte contre les aleurodes en serre est réintroduite et commence une période de croissance rapide en popularité (VAN LENTEREN, 1995).
1971	Première introduction délibérée d'un agent pathogène pour la lutte contre les mauvaises herbes (MACFADYEN ET WILSON, 1997)
1980	Produits mycoherbicides Devine et Collego commercialisés (GREAVES ET MACQUEEN, 1990)
Fin des années 1980	Les ventes mondiales de Bt sont estimées à plus de 50 millions de dollars EU (VAN FRANKENHUYZEN, 1993).
1992	La base de données BIOCAT comprend 4769 introductions d'insectes ennemis naturels avec 421 espèces de ravageurs contrôlées (GREATHEAD ET GREATHEAD, 1992)

1996	Publication du " Code de conduite pour l'importation et la libération d'agents de lutte biologique exotiques " (FAD, 1996)
1996	Total cumulé de 1 150 rejets délibérés de 365 espèces d'invertébrés et de champignons sur 133 espèces de mauvaises herbes dans 75 pays (JULIEN ET GRIFFITHS, 1998).

I.1.2 – En Algérie

En Algérie, l'INPV œuvre à développer sans cesse de nouvelles techniques de luttés non polluantes, alternatives à la lutte chimique, dans un concept de Protection Biologique Intégrée (Integrated Pest Management), notamment les Luttés Biotechnologique et Biologique. Ce concept est basé sur l'utilisation d'ennemis naturels des ravageurs tels que des prédateurs, des parasitoïdes, des biopesticides à base d'extraits de plantes, des champignons entomopathogènes, etc... pour contrôler les populations d'espèces nuisibles et les maintenir à un seuil tolérable, aussi protéger la biodiversité. Dans ce cadre, plusieurs programmes de lutte biologique ont été encadrés sur différents type de culture à savoir : les agrumes, la tomate, le palmier dattier et les cultures maraîchères. Les débuts de cette décennie, ont enregistré des dégâts considérables sur la culture de tomate, causées par la mineuse *Tuta absoluta*. Pour faire face à ce redoutable ravageur, l'INPV a lancé un programme de lutte biologique en 2010, en introduisant, une punaise prédatrice « *Nesidiocoris tenuis* », qui a été multipliée au niveau de cinq unités d'élevage : Alger, Chlef, Mostaganem, Oran et El Taref. 171 opérations de lâcher ont été effectuées, au niveau des zones productrices de tomate, avec un total de 61.550 individus de *Nesidiocoris tenuis* lâchés. Également pour les agrumes, qui ont connu en 2009 une recrudescence de la mineuse « *Phyllocnistis citrella* » dans certains vergers de la Mitidja. 55 opérations de lâcher de parasitoïdes autochtones et allochtones ont été effectuées entre 2010 et 2011, à travers 6 wilayas au niveau des quelles une régression du taux des infestations de cette mineuse a été enregistrée. Pour rappel, ce programme était déjà initié en 1995, suite à des infestations importantes des vergers agrumicoles par ce Lépidoptère, dont la lutte chimique n'avait pas donné de résultats probants. Rappelons, également que l'expérience de l'INPV dans ce domaine a débuté en 1984, avec les premières actions de lutte biologique contre la mouche blanche des agrumes « *Aleurothrixus floccosus* », utilisant un insecte parasitoïde indigène « *Cales noaki* », dans la région de la Mitidja avec des résultats probants. Suivi

en 1992, par la multiplication en quantité d'une coccinelle indigène « *Novius cardinalis* » et lâchée à travers les vergers d'agrumes de Djanet, contre la cochenille australienne « *Icerya purchasi* ». Aussi, la pyrale de la datte « *Ectomyelois ceratoniae* » considérée parmi les principaux ravageurs de la datte suite aux pertes qui peuvent aller jusqu'à 30 % de la production, surtout en absence d'entretien et de traitement, celle-ci, a fait l'objet d'un programme de lutte biologique initié en 2010, à titre expérimental, utilisant son ennemi naturel « *Phanerotoma flavitestacea* ». A ce jour 33 opérations de lâcher ont été effectuées avec un total de 42.730 individus lâchés dans des palmeraies à production bio, des Wilayas (Ghardaia, Ouargla et Biskra). En 2016, la coccinelle à sept points (*Coccinella septempunctata*), étant l'ennemi naturel des pucerons sur toutes les cultures a été multiplié dans des conditions contrôlées et à ce jour 7 opérations de lâchers ont été réalisées au niveau des Wilayas (Alger, Boumerdes, Tipaza et Tizi-Ouzou), avec un total de 1621 individus lâchés. Dans le même sillage, les services de lutte antiacridienne de l'INPV ont mené, durant l'année 2018, à des essais expérimentaux sur l'efficacité d'extraits de plantes sahariennes réputées pour leurs propriétés thérapeutiques et leur potentiel bio-pesticide. Il s'agit de *Salsola imbricata*, *Calotropis procera* et *Schouwia purpurea*, récoltées au niveau d'oued Amded situé à l'ouest du Hoggar. Les tests d'efficacité des extraits de ces trois plantes à différentes formulations et dilutions ont été réalisés sur les larves du Criquet marocain. Pour les différentes concentrations, les extraits des plantes *Salsolai mbricata* et *Calotropis procera* ont provoqué des taux de mortalité très élevés (Larves et adultes), d'environ 95 % au quatrième jour d'essais. Concernant le bio-pesticide à base de champignon entomopathogène (*Metarhizium acridum*), l'INPV a réalisé une première expérimentation au sud de la wilaya d'El Oued contre les larves du Criquet pèlerin à la fin de l'invasion acridienne, et contre des populations larvaires du Criquet marocain, en 2012 et 2016. Les essais expérimentaux ont été réalisés au niveau de la Wilaya de Sidi Bel-Abbés, considérée comme zone potentielle de reproduction du Criquet marocain, abritant plusieurs foyers grégarigènes de cet insecte. Ce champignon a provoqué la mortalité des larves du Criquet marocain, en sporulant sur leurs corps justes après traitement, provoquant, ainsi la dégradation de la cuticule. Aussi, ce produit biologique a rendu les individus restés vivants vulnérables aux différents prédateurs (Oiseaux, Insectes, Reptiles) (INPV, 2018).

I.2 – Principe de la lutte intégrée

La lutte intégrée est définie par le groupe de travail F.A.O. à Rome comme : “ Un système de régulation des populations de ravageurs qui, compte tenu du milieu particulier et de la dynamique des populations des espèces considérées, utilise toutes les techniques et méthodes appropriées de façon aussi compatible que possible et maintient les populations de ravageurs à des niveaux où ils ne causent pas de dommage économique ” (BOTTREL, 1980).

Cette définition, reprise et simplifiée par L’O.I.L.B. en 1978, est donnée comme suit : “ C’est un procédé de lutte contre les organismes nuisibles, qui utilise un ensemble de méthodes satisfaisant les exigences à la fois économiques, écologiques et toxicologiques, en réservant la priorité à la mise en œuvre délibérée des éléments naturels de limitation et en respectant les seuils de tolérance ” (LE NAIL, 1980).

Parmi ces procédés de lutte citons les moyens chimiques, physique, biologique, radiobiologiques ainsi que les méthodes culturales.

I.3 – Concept de la lutte biologique

Plusieurs définitions de la lutte biologique ont été proposées par différentes organisations comme la F.A.O. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, en français, Organisation des Nations unies pour l’alimentation et l’agriculture), l’O.M.S. (Organisation Mondiale de la Santé), l’O.C.D.E (Organisation de Coopération et de Développement Economique). Ces définitions montrent des différences importantes selon la discipline scientifique, le domaine d’application et/ou le pays concerné.

Les définitions les plus couramment rencontrées sont :

« Utilisation d’organismes vivants ou de leurs produits pour empêcher ou réduire les pertes ou dommages causés par des organismes nuisibles aux productions végétales ».

Selon SUTY (2010), « La lutte biologique est l’utilisation d’organismes vivants pour prévenir ou réduire les dégâts causés par des ravageurs » cette définition est plus restrictive mais a le mérite d’introduire la notion de prévention. De plus, dans cette définition il faut prendre le terme de ravageur dans un sens large d’agresseur.

I.3.1 – Différentes méthodes de lutte biologique

D'une manière générale, trois grandes catégories de méthodes de lutte biologique ont été définies (EILENBERG *et al.*, 2001).

I.3.1.1 – Lutte biologique par introduction

Dite aussi lutte par importation, elle consiste à introduire intentionnellement un agent de lutte biologique exotique (Espèce antagoniste du ravageur ciblé) pour un établissement permanent et un contrôle de ravageurs, généralement non-natifs, sur le long terme. C'est la stratégie qui a longtemps été la plus importante et qui a connu un certain nombre de succès dont l'exemple le plus connu est le contrôle de la cochenille australienne (*Icerya purchasi*) dans les vergers de citronniers de Californie, par l'importation de deux de ses ennemis naturels (*Rodolia cardinalis* et *Cryptochaetum iceryae*) en 1889 par John Riley et collaborateurs (SWEETMAN, 1936)

I.3.1.2 - Lutte par augmentation

La lutte par augmentation consiste à multiplier les populations de l'auxiliaire qui est présent sur les parcelles, mais en nombre insuffisant pour réguler les populations du ravageur. Suite à cela, des lâchers périodiques ou ponctuels sont effectués. Ces derniers peuvent être des lâchers de renforcement (Quantités d'auxiliaires faibles à moyennes) ou des lâchers inondatifs (Grandes quantités d'auxiliaires).

I.3.1.3 - Lutte biologique par conservation

La lutte par conservation (Ou C.B.C pour Conservation Biological Control), consiste à limiter l'effet des facteurs néfastes sur les populations d'auxiliaires et de favoriser du mieux possible les actions contribuant au maintien et au développement de ces populations. La C.B.C consiste donc à valoriser la biodiversité fonctionnelle existante en apportant des modifications à l'habitat (À l'intérieur ou en bordure des parcelles) de ces populations d'auxiliaires, pour en augmenter, améliorer et favoriser leur présence et leur efficacité sur les ravageurs (JONSSON *et al.*, 2008).

I.3.2 – Protocole de mise en place d'une méthode de lutte biologique

Un programme de recherche en lutte biologique se déroule en plusieurs étapes (CRONK ET FULLER, 1995) :

- Déterminer l'origine de l'espèce envahissante (Espèce cible).
- Etudier l'écologie de l'espèce cible dans son habitat naturel.
- Identifier et rechercher les ennemis de l'espèce cible dans son aire d'origine.
- Obtenir des permis pour la collecte et l'importation de ces ennemis naturels.
- Elever ou cultiver ces ennemis naturels dans un environnement sécurisé (Laboratoire de quarantaine).
- Effectuer tous les contrôles requis : Viabilité, efficacité, spécificité (Innocuité pour d'autres espèces). Cette phase nécessite souvent plusieurs années d'études.
- Faire approuver l'introduction des agents de lutte sélectionnés par un comité d'experts composé de scientifiques, de gestionnaires et d'agents des services gouvernementaux (Environnement, agriculture, santé...).
- Introduire les agents de lutte biologique sélectionnés dans la zone où on veut contrôler l'espèce cible. Un plan d'introduction (Lieux, dates, quantités) est établi afin de maximiser les chances d'établissement de l'agent de lutte.
- Effectuer un suivi sur le terrain afin d'évaluer la réussite de l'introduction, et de l'acclimatation mais aussi l'impact des agents de lutte sur une durée de cinq à dix ans.

Quel que soit le type de stratégie choisie il faut :

- Collecter des auxiliaires en provenance du terrain ou de collections.
- Etudier et multiplier ces auxiliaires.
- Mettre en place des essais pour déterminer leur nocivité éventuelle.
- Etudier l'impact sur l'écologie et sur le comportement de la cible.
- Etudier les possibilités de production de masse.
- Faire une estimation du coût.
- Procéder à des essais en laboratoire.
- Procéder à des essais sur le terrain.
- Réaliser une production de masse des auxiliaires.
- Mettre au point la formulation, la technique d'application et les conditions de stockage.
- Procéder aux tests de sécurité et aux procédures d'autorisation.
- Commercialiser et suivre les résultats sur le terrain.

I.3.3 - Acteurs de la lutte biologique :

Les acteurs principaux de la lutte biologique sont de deux types :

I.3.3.1 – Cibles

Sont les organismes dont on veut limiter les populations, les principales cibles sont des agents pathogènes (Pour la plupart, agents pathogènes des plantes), les insectes vecteurs de maladies, les insectes ravageurs, les plantes adventices et des petits vertébrés comme les rongeurs. (SUTY, 2010).

I.3.3.1 – Agents de lutte (Auxiliaires)

Ils ont la même signification qu'antagoniste ou ennemi naturel. Pratiquement tous les organismes vivants peuvent être considérés comme des auxiliaires selon l'angle avec lequel on examine leur écologie. Lorsqu'on s'intéresse aux arthropodes ravageurs, on peut les subdiviser en quatre groupes (VINCENT et CODERRE, 1992 ; VAN DRIESCHE et BELLOWS, 1996 ; BOIVIN, 2001 ; BOLLER *et al.*, 2004 ; ALTIERI *et al.*, 2005) :

I.3.4 – Moyens de lutte biologique faisant appel à des auxiliaires

La définition donnée par l'A.F.P.P. (Association Française de Protection des Plantes) : « Un auxiliaire de lutte biologique est un prédateur ou parasite qui, par son mode de vie, apporte son concours à la destruction de ravageurs nuisibles aux cultures (SUTY, 2010).

I.3.4.1 – Microorganismes

L'utilisation de micro-organismes en lutte biologique contre les ravageurs en tant qu'agents de lutte biologique et biopesticides a été développée dans le monde entier dans les années 1960 (HERNANDEZ *et al.*, 2020).

La lutte biologique, précisément par utilisation de micro-organismes entomopathogènes est une alternative très prometteuse pour assurer une protection phytosanitaire performante de par l'ubiquité naturelle des agents microbiologiques dans les écosystèmes, leur grande variété, leur dissémination facile, leur spécificité d'action et aussi leur persistance dans l'environnement. À ce jour, plusieurs milliers de micro-organismes entomopathogènes et pathogènes des mauvaises herbes ont été décrits et plus d'une centaine d'espèces sont utilisées en champs (IGNOFFO, 1970, 1973). Les formulations de biocides à base de micro-organismes deviennent de plus en plus performantes avec des prix compétitifs (AHMED *et al.*, 1994 ; STARNES *et al.*, 1993). La lutte biologique par utilisation des micro-organismes offre une diversité d'agents de lutte

microbiologique. Ces micro-organismes appartiennent à plusieurs taxons à savoir : Les virus, les bactéries, les champignons, les nématodes et les protozoaires (KOUASSI, 2001).

A – Virus

Les virus sont des organites infectants, de taille microscopique (10 à 300µ). Il existe environ 700 espèce virales entomopathogènes (KHACHATOURIAN, 1986).

Les insectes peuvent être atteints de viroses (LHOSTE, 1979) et les spécialistes ont pensé utiliser ces virus pour lutter contre les insectes.

Les entomovirus (Virus infectant des insectes) sont les plus utilisés en lutte biologique.

Il s'agit de virus à ADN comme : *Baculoviridae*, *Iridoviridae*, *Poxviridae*, et *Parvoviridae*.

Les Baculovirus, Poxvirus et Réovirus sont pathogènes pour des insectes car ils possèdent un corps d'inclusion qui se dissout dans le tube digestif très alcalin de l'insecte qui les ingère, libérant ainsi les virus actifs. Les Rhabdovirus, les Picornavirus et les Iridovirus n'ont pas de corps d'inclusion mais sont aussi entomopathogènes (SUTY, 2010).

Les Baculovirus sont regroupés en deux genres principaux suivant leur pathogénicité et la forme de leur corps d'inclusion : les virus des polyédroses nucléaires (NucleoPolyhedroVirus ou NPV) formant des polyèdres, chaque polyèdre pouvant contenir plusieurs particules virales (Virions) et les virus des granuloses (GranuloVirus ou GV) qui forment des granules composés de granuline avec une seule particule virale (SUTY, 2010).

Les principaux virus utilisés en lutte biologique sont :

- La Polyédrosis de *Lymantria dispar* a été découverte en 1907 en Angleterre. Cette maladie est endémique en Europe et en Afrique du Nord. Elle a été observée par BALACHOWSKY dans la forêt de l'Edough en 1925. Elle est provoquée par le virus *Borrelina reprimens* HOLMES. La maladie peut se transmettre à la descendance par les œufs des papillons femelles contaminés (DOUMANDJI *et al.*, 1997).
- La polyédrosis de *Lymantria monacha* est endémique en Europe. Cette maladie atteint les chenilles des divers stades, et elle est provoquée par le virus *Borrelia efficiens* HOLMES. Les chenilles atteintes présentent des mouvement ralentis et se laissent pendre aux troncs et branches accrochées par leurs pattes thoraciques : le corps devient flasque et se liquéfie. La contamination se fait par ingestion de

nourriture souillée par les déjections des individus malades. La propagation de la maladie peut se faire par l'intermédiaire des parasites (DOUMANDJI *et al.*, 1997).

- NPV *Anticarsia gemmata*, leur mode d'action : Entomopathogènes à forte spécificité d'hôte. La cible : *Anticarsia gemmatalis*, un Lépidoptère dont la chenille fait des dégâts dans les cultures de soja.
- NPV *Autographa californica*, leur mode d'action : Entomopathogènes à forte spécificité d'hôte. La cible : Larve de divers Lépidoptères comme *Autographa californica*, dont les chenilles font des dégâts dans les champs de luzerne et autres cultures.
- NPV *Neodiprion sertifer*, leur mode d'action : Entomopathogènes à forte spécificité d'hôte. La cible : *Neodiprion sertifer*, un Hyménoptères dont la chenille attaque les pins sylvestres (Tenthrède du pin).
- GV *Cydia pomonella*, leur mode d'action : Viroses chez les insectes (avec grande spécificité d'hôte). La cible : *Cydia pomonella*, Carpocapse des pommes et des poires (Lépidoptère) dont la larve se développe à l'intérieur des fruits.
- GV *Adoxophyes orana*, leur mode d'action : Viroses chez les insectes (avec grande spécificité d'hôte). La cible : *Adoxophyes orana*, Tordeuse de la pelure, un Lépidoptère qui s'attaque aux arbres fruitiers (Pommier, Poirier, Cerisier, Prunier, Abricotier) (SUTY, 2010).

B – Bactéries

Les bactéries sont des organites minuscules, de quelques millièmes de mm, plus grandes que les virus. Ils sont formés d'une cellule unique, enveloppée d'une membrane (LHOSTE, 1979). Selon STARNES *et al.* (1993), plus d'une centaine de bactéries ont été identifiées comme ayant un potentiel d'utilisation en lutte biologique. Ces bactéries entomopathogènes appartiennent surtout à trois grandes familles qui sont les *Bacillaceae*, *Enterobacteriaceae* et *Pseudomonaceae* (GREATHEAD *et al.*, 1994).

La plupart des bactéries utilisées en lutte biologique sont des bactéries qui forment des spores, ce qui facilite leur stockage et leur utilisation. De plus, il est possible de les produire *in vitro*. Les bactéries pénètrent dans l'hôte par une ouverture ou une blessure. Elles tuent l'hôte, soit par sécrétion de toxines, soit par septicémie (SUTY, 2010).

Les principales bactéries utilisées en lutte biologique sont :

Bacillus thuringiensis et *B. sphaericus* .

B1 – *Bacillus thuringiensis*

Connue sous l'abréviation Bt, cette bactérie vit dans le sol, sporulante, aérobie facultative à Gram positif. Elle est connue depuis le début du siècle pour son activité insecticide contre les larves de certains Lépidoptères (Ravageurs des plantes ou défoliants forestiers). La principale caractéristique du Bt est la synthèse d'inclusions larvicides en phase stationnaire. Dès 1911, le biologiste allemand Berliner décrit cette inclusion dans *Bacillus*, qu'il isole de pupes infectées par *Ephestia kuehniella* (La teigne de la farine) d'un moulin de la province de Thuringe. Il a nommé cette bactérie *Bacillus thuringiensis*. Cependant, le rôle de l'inclusion cristalline dans l'activité entomopathogène du Bt n'a été établi qu'en 1954 par Angus (ANGUS, 1954) qui a montré que l'inclusion purifiée était toxique pour les larves des Lépidoptères sensibles.

Les plantes transgéniques *Bt* cultivées dans le monde sont :

- Le Maïs résistant à la Pyrale du Maïs,
- La Pomme de terre (Résistante au Doryphore)
- Le Coton (Résistant aux Noctuelles).

Bacillus thuringiensis a fait ses preuves contre plusieurs ravageurs tels que Bombyx disparate (*Lymantria dispar*) qui est un Lépidoptère de la Famille des Lymantridés. Les chenilles du bombyx disparate présentent une nette préférence pour les chênes. Toutefois, elles sont très polyphages (feuillus et résineux). Les défoliations ne provoquent pas en général la mortalité directe des arbres, mais elles peuvent largement compromettre les glandées et la reprise de jeunes plantations ou régénérations (Web 1). Le Bt variété *kurstaki* (Btk) est efficace pour tuer les jeunes larves de la spongieuse lorsque ces dernières consomment des feuilles préalablement traitées. Elle produit une toxine qui, lorsque ingérée par la chenille, détruit son système digestif. La chenille cesse ainsi de se nourrir et meure dans les jours suivants. Le *Btk* est dégradé rapidement (1 à 4 jours) une fois épandu.

B2 – Bactéries *Bacillus sphaericus*

Actuellement, il existe plus de 300 souches de BspH provenant de différentes sources, dont 17 ont une toxicité différente (SU, 2008). Cette bactérie est omniprésente et est un saprophyte naturel dans le sol, les sédiments marins et l'eau douce (**Fig. 1**) (SINGER 1985, SINEGRE *et al.* 1990 et PARK *et al.*, 2008).

La toxine de *B. sphaericus* est localisée dans la paroi spiralée et va être libérée par une digestion partielle de la bactérie dans le tube digestif de la larve de l'insecte. La toxine pénètre dans la

membrane péritrophique du tube digestif et empoisonne la larve (BURGESS, 1981 ; SINGER, 1981). Les bactéries se développent dans l'hôte et le quittent quand celui-ci se désintègre.

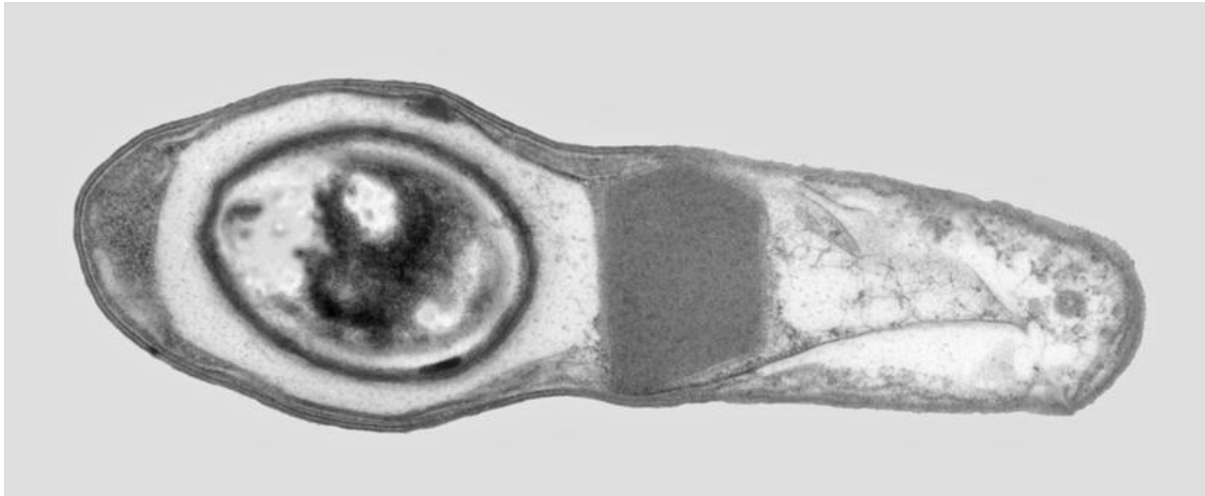


Figure 1 - Bactérie *Bacillus sphaericus* en cours de sporulation (forme de résistance) (LISE *et al.*, 2010)

C - Champignons entomopathogènes

Parmi les micro-organismes entomopathogènes ayant un potentiel d'agent de lutte biologique contre les insectes nuisibles, plus de 700 espèces de champignons sont susceptibles d'infecter des insectes (STARNES *et al.*, 1993).

Le plus grand nombre de microchampignons pathogènes appartiennent à la classe des Zygomycètes mais les plus utilisés pour la lutte biologique appartiennent à la classe des Deutéromycètes (GOETTEL, 1992).

Beauveria Bassiana ainsi que d'autres champignons du genre *Beauveria* est pathogène pour de nombreux insectes et sa pathogénicité a été démontrée dès 1835 par Bassi de Lodi (SUTY, 2010) Le mode d'infection de *B. bassiana* se divise en quatre étapes distinctes qui sont l'adhésion, la germination, la différenciation ; la pénétration (VEY *et al.*, 1982).

B. bassiana est un agent de lutte très intéressant du fait qu'il peut infecter l'hôte par ingestion ou par simple contact contrairement aux autres agents de lutte microbiologiques. Ce mode d'action particulier rend tous les stades (œuf, larve, adulte) sensibles. (DANNON, 2020).

Lorsque les conidies (spores) (**Fig. 2**) entrent en contact avec la cuticule (peau) de l'insecte, elles croissent jusqu'à l'hémolymphe (sang). Elles s'en nourrissent et provoquent la mort du ravageur après 3 à 5 jours pour les petits insectes, comme les thrips et de 5 à 7 jours pour les plus gros insectes. (ROXANNE, 2019)

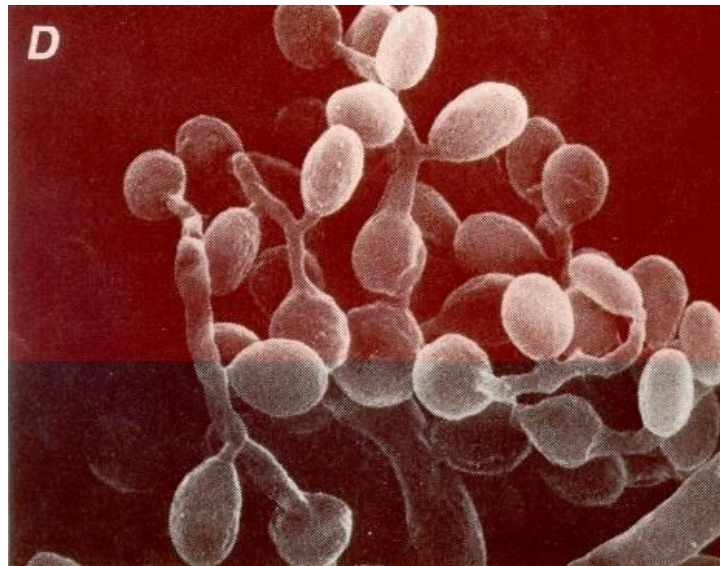


Figure 2 – Unité infectieuse : Spore de *Beauveria bassiana* (KOUASSI, 2001)

D – Nématodes

Les nématodes sont des vers non segmentés de taille généralement microscopique, également appelés « Vers ronds » (Fig. 3). Il en existe un à vingt millions de sous-espèces selon les estimations. On trouve des nématodes de différents types dans presque tous les environnements de la planète, des fonds marins aux déserts en passant par les marais et les calottes glaciaires des pôles (ITHACA, 2011)

Les espèces de nématodes actuellement commercialisées sont les suivantes : *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema feltiae*, *Steinernema riobrave*, *Heterorhabditis bacteriophora*, *Heterorhabditis marelatus* et *Heterorhabditis megidis*, Elles s’emploient essentiellement pour lutter contre les insectes nuisibles aux végétaux tels que gazon, pelouses, jardins, pépinières, plantations d’agrumes et cultures de canneberges ou de champignons (BARBERCHECK, 2011). Les nématodes prédateurs : *Dorylaimoidea*, *Mononchoidea* et *Aphelenchoidea* ont suscité un grand intérêt chez les nématologistes américains entre les années 1920 et 1940. (RITTER et LAUMOND, 1975).

L’utilisation des nématodes offre des possibilités importantes en lutte biologique, qu’il s’agisse d’insectes, de nématodes, de champignons et sans doute d’autres microorganismes du sol. Ce domaine n’a pu être exploité par manque de connaissance sur la biologie des espèces utilisables. Les progrès seront liés à une plus grande coopération entre nématologistes et entomologistes ou phytopathologistes (DOUMANDJI *et al.*, 1997).



Figure 3 – Nématodes entomopathogènes à la rescousse du cèdre du Liban (GAUDRIault *et al.*, 2015)

I.3.4.2 – Prédateurs

Les prédateurs sont des chasseurs de proies qu'ils utilisent pour se nourrir ou nourrir leurs larves. Chez certaines espèces d'auxiliaires un seul stade de développement est prédateur. La larve mobile recherche les proies qu'elle consomme. La capture se fait soit par poursuite soit par affût. Le prédateur tue sa proie et la consomme soit complètement soit en suçant le contenu et laissant le tégument vide. Un individu peut détruire un grand nombre de proies (Plusieurs dizaines à plusieurs centaines). L'adulte peut avoir le même régime alimentaire ou bien consommer du pollen ou du nectar (REBOULET, 1999).

Parmi les principaux insectes prédateurs, il est à citer les : Syrphes, Carabes, Cécidomyies et les Coccinelles.

A - Syrphes

Le contrôle biologique des pucerons se développe de plus en plus, que ce soit à l'aide de parasitoïdes ou de prédateurs (CARVER, 1989 ; CHAMBERS, 1989 ; FRASER, 1989). Parmi ces derniers, plusieurs espèces de syrphes, reconnus comme étant des prédateurs aphidiphages efficaces au stade larvaire, abondent dans de nombreux agro-écosystèmes (GILBERT, 1986).

L'espèce *Episyrphus balteatus* (**Fig. 4**) est celle que l'on retrouve le plus fréquemment dans les champs cultivés : elle est adaptée à une large gamme de proies. Selon Gilbert (1986), *E. balteatus* peut être considéré comme un prédateur plus généraliste que les autres espèces de syrphes rencontrées. Les larves aphidiphages de ce prédateur constituent ainsi un potentiel très appréciable en tant qu'agent biologique de contrôle.



Figure 4 – Morphologie d'*Episyrphus balteatus*

B - Carabes

Calosoma sycophanta et *Carabus morbillosus* (**Fig. 5**) sont rapides pour chercher leurs proies. Les adultes sont des chasseurs des chenilles. *Calosoma* détruit les chenilles de *Lymantria dispar* et les chenilles processionnaires du chêne et du Pin, ainsi que de nombreuses autres chenilles nuisibles aux arbres fruitiers et forestiers. (DOUMANDJI *et al.*, 1997)

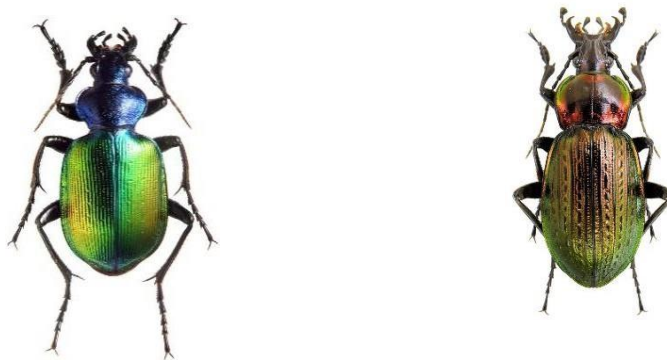


Figure 5 - *Calosoma sycophanta* (à gauche) et *Carabus morbillosus* (à droite) (Web 2)

C - Cécidomyies

Les Cécidomyies font partie de l'ordre des Diptères comme les mouches et les moustiques. Environ 6000 espèces sont connues à travers le monde. Bien que 70 % des espèces de cette famille induisent des galles sur les cultures, les larves de certaines espèces sont des auxiliaires particulièrement voraces contre les pucerons, la plus connue étant : *Aphidoletes aphidimyza* (Fig. 6). Par ailleurs, cette espèce est utilisée depuis 1989 en lutte biologique mais peut aussi apparaître spontanément.



Figure 6 – Morphologie d'*Aphidoletes aphidimyza*

D - Coccinelles

Coccinella septempunctata (Fig. 7) + 2500 autres espèces sont prédatrices sauf *Epilachna* qui sont phytophages se nourrissant des Cucurbitacées (DOUMANDJI *et al.*, 1997). Les coccinelles entomophages, constituent un groupe d'insectes, qui joue un rôle très important dans la régulation des populations des petits Homoptères suceurs de sève (pucerons, cochenilles, aleurodes et autres) (BENOUFELLA, 2015). De nombreuses études ont décrit les interactions prédateurs-proies impliquant la prédation des pucerons par les coccinelles ; SAHARAoui et GERRAU, 2000 ; BEN HALIMA *et al.*, 2011). Chaque larve de ce coléoptère peut en effet dévorer jusqu'à 200 pucerons par jour, alors qu'une coccinelle femelle adulte peut en consommer jusqu'à 50 et pondre 20 à 60 œufs par jour qui donneront à leur tour de nouvelles larves (ANONYME, 2020)



Figure 7 – Coccinelle à sept point *Coccinella septempunctata* (**Original**)

Chapitre II – Partie expérimentale

Chapitre II – Partie expérimentale

II.1 - Choix et description de la station d'étude

C'est au sein de la station régionale de l'Institut National de la Protection des végétaux (INPV) de Mansourah (34°52'07 N, 1°20'28 O) de la Wilaya de Tlemcen que l'expérimentation de la présente étude a eu lieu. En effet, une parcelle de 200 m² a été consacrée pour la culture de la fève *Vicia faba*, un hôte très favorable au développement des populations de pucerons. Il est à noter la présence de la culture de petit pois *Pisum sativum* et celle du Persil *Petroselinum crispum* qui avoisinaient la fève. En contrepartie, la culture du tabac a pris place dans des pots avec un total de l'installation du tabac, afin de récolter les premiers individus de coccinelles. Ce site s'élève à une altitude de 826 m, il est délimité par la route nationale n°7 au Nord, par une Oliveraie au Sud, alors qu'il est borné par deux lignes de brise-vents des côtés Est et Ouest (Fig. 8, 9, 10).

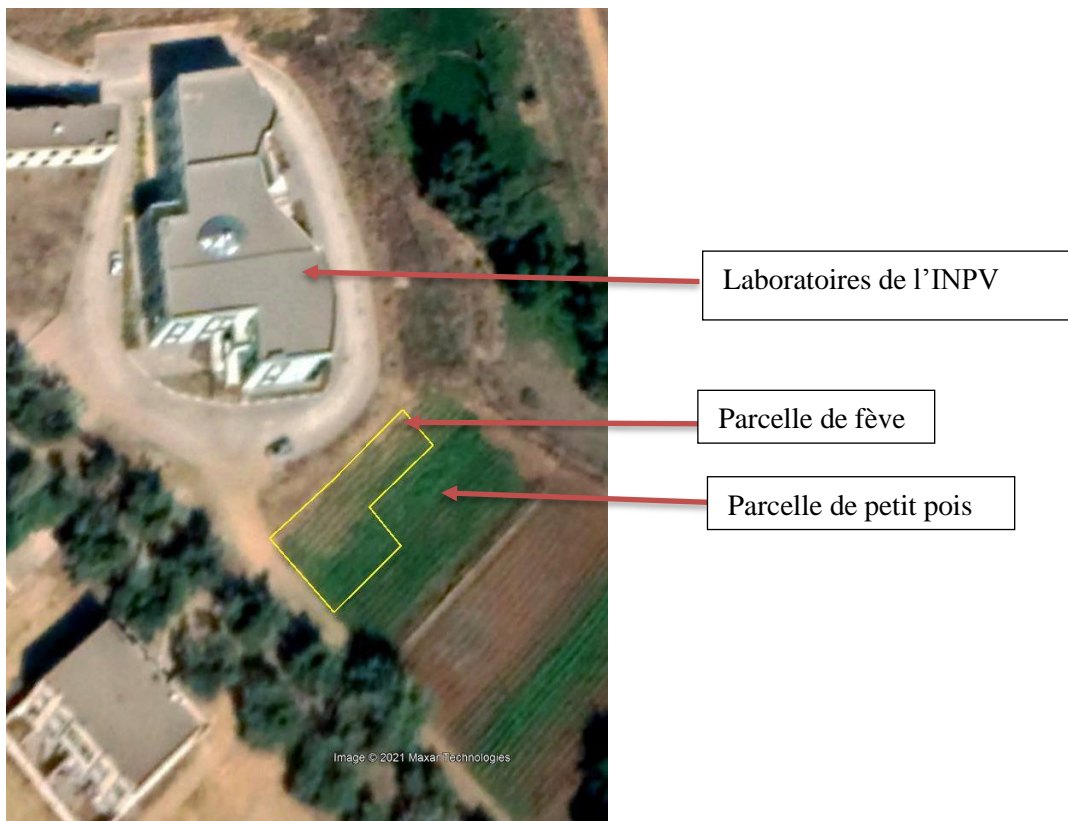


Figure 8 – Image satellitaire de la station régionale de l'INPV (Mansourah)

(Google Earth, 2021)

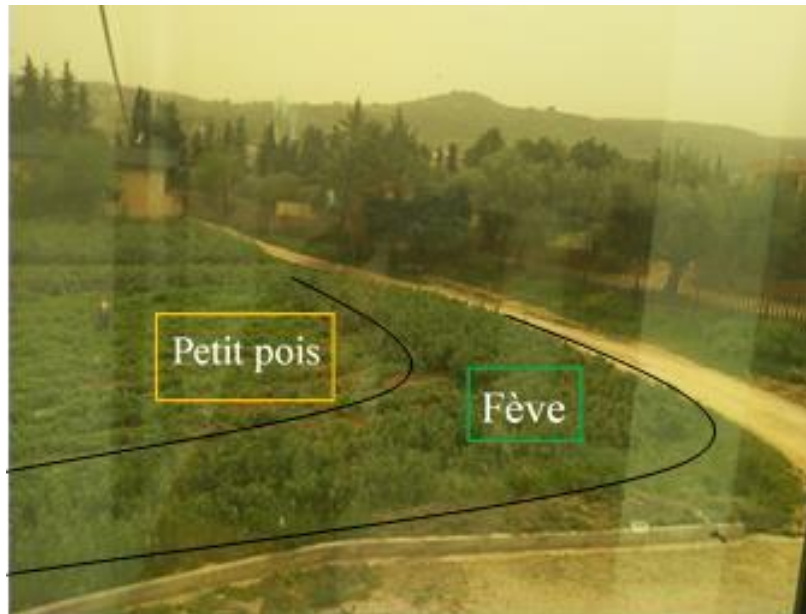


Figure 9 – Photo de la parcelle expérimentale de l’I.N.P.V (Original)



Figure 10 – Pépinière de la station d’El Kiffane (Google Earth, 2021)



II.2 – Matériel biologique

II.2.1 – Matériel végétale

Le matériel végétal retenu lors de cette étude est constitué de culture de la fève *Vicia faba*, et la culture du tabac *Nicotiana tabacum*.

La description de ces cultures est représentée dans le tableau suivant

Tableau 2 – Fiches descriptives des cultures de Tabac et de la Fève

Cultures	Fiche technique
	<p>Nom commun : Fève Nom scientifique : <i>Vicia Faba</i> Famille : Fabacées. Origine : Bassin Méditerranéen Type de végétation : Légumineuse potagère, légume-graine annuel. Frileuse elle ne supporte pas les gelées. Type de feuillage : Feuilles vertes caduques composées de plusieurs folioles vertes. Mode de multiplication : Semis. Qualité du sol : Profond, frais, humifère, consistant et drainé. Exposition : Ensoleillée. Hauteur : 30 à 100 cm. Espacement : Semer des poquets de 2 ou 3 graines tous les 15 cm sur des lignes espacés de 40 cm. Période de floraison : Grandes fleurs du mois de mai au mois de juillet Parasites : Bruche, puceron noir. Les pucerons noirs sont à surveiller car ce sont les pires ennemis des fèves. Maladies : Anthracnose, fonte des semis et mildiou.</p>
	<p>Nom commun : Tabac Nom scientifique : <i>Nicotiana tabacum</i> Famille : Solanacées. Origine : Amérique du Sud plus précisément des Andes boliviennes Type de végétation : plante dicotylédone annuelle. Type de feuillage : Les feuilles sont entières, larges, ovales et souvent pointues, lisses, elles sont de couleur verte. Mode de multiplication : Semis. Qualité du sol : Profond, frais et un sol bien drainé. Le champ doit être plat Exposition : Ensoleillée. Hauteur : 120 à 250 cm. Parasites : On rencontre <u>En pépinière :</u></p>

	<p>Les courtilières qui coupent les racines des plants en creusant la terre.</p> <p>La teigne des tiges qui sèche les tiges et le plant meurt.</p> <p>Les nématodes.</p> <p><u>Dans les champs :</u></p> <p>Les chenilles, les sauterelles, les criquets, les punaises, les pucerons, les coccinelles</p> <p>Maladies : Fusariose, fonte des semis Oïdium.</p>
--	--

II.2.2 - Matériel animal

L'agent de lutte de la présente étude est la Coccinelle à sept points alors que la cible est représentée par le Puceron.

II.2.2.1 – Coccinelles

Les recherches menées sur l'emploi des insectes prédateurs en lutte biologique ont démontré que la coccinelle aphidiphage présente un grand intérêt dans la régulation des populations de pucerons (KINDLMANN *et al.*, 2005 ; POWELL et PELL, 2007 ; VÖLKL *et al.*, 2007).

La coccinelle à sept points *Coccinella septempunctata* est l'une des espèces dominantes (LUCAS, 1993). Sa gamme de pucerons consommés atteint plus de 20 genre différents et vivants sur de nombreuses plantes hôtes (SAHRAOUI et GOURREAU, 2003).

Le cycle de vie de la coccinelle ne dure que 4 à 7 semaines (LABLOKOFF, 1982).

D'après LUCAS (1993), la classification de la coccinelle à sept points est faite comme suite :

Ordre : Coleoptera

Sous Ordre : Polyphaga

Famille : Coccinellidae

Sous famille : Coccinellini

Genre : Coccinella

Espèce : *Coccinella septempunctata* (Linné, 1758)



Figure 11 - Adulte de *Coccinella septempunctata* (**Originale**)

II.2.2.2 - Puceron noire de la fève (*Aphis fabae*)

Le puceron est muni d'un appareil buccal piqueur suceur. Il vie en colonie compactes à l'extrémité des plantes de fève ou il est responsable de l'enroulement, le dessèchement et la chute des feuilles (HAMADACH, 2003). De plus, cet insecte peut transmettre plus de 30 virus pathogènes (Fig. 12) (BLACKMAN et EASTOP, 2007).

D'après REMAUDIERE (1997), *A. fabae* est classé comme suit :

Embranchement : Arthropoda

Classe : Insecta

Ordre : Homoptera

Super famille : Aphidoidea

Famille : Aphididae

Genre : *Aphis*

Espèce : *Aphis fabae* (Scopoli, 1763).



Figure 12 – Morphologie du Puceron de la fève (INPN, 2021)

II.2.3 – Matériel de terrain et de laboratoire

Pour la réalisation de cette étude, un matériel spécifique à la plantation de la fève et de tabac a été utilisé au niveau de la pépinière (Sous serre) ainsi qu'au niveau de l'I.N.P.V (Sur le terrain et au laboratoire) :

II.2.3.1 - Matériel utilisé sur le terrain

Pour démarrer la culture de la fève et du tabac au niveau de la pépinière, le matériel suivant (Fig. 13) a été employé :

- Deux kilos de terreau ;
- Cinq plateaux de semis en plastique avec 72 cavités Noir (6x12).
- Grains de fèves sèches
- Grain de tabac
- Gobelet en plastique, et Pots de culture pour la transplantation



Figure 13 – Grains de fève dans des plateaux de semis (à gauche) et ceux de tabac (à droite) dans une boîte de Pétri (**Originale**)

II.2.3.2 – Matériel utilisé au laboratoire

Dans le but de réussir l'élevage des prédateurs, un certain nombre d'outil est indispensable (Fig. 14, 15) :

- Cage d'élevage : Deux cages d'une dimension de (Long×Larg×Haut = 1m×0,5m×0.5m) sont utilisées pour abriter les coccinelles récoltées.
- Boites de pétri
- Petit pinceau : Pour la récolte du puceron ;

- Source d'eau (Papier essuie-tout humide) : Utiliser comme abreuvoir des coccinelles
- Pulvérisateur pour assurer l'humidité de l'air ;
- Une résistance comme source de chaleur ;
- Thermomètre
- Tiges de fève infestée par les pucerons



Figure 14 – Cages d'élevage des Coccinelles (Originale)



Figure 15 – Matériels d'élevage (Original)

II.3 – Méthodologie de travail

La présente étude s'est déroulée d'une part, en plein champs dans des conditions météorologiques naturelles, et d'une autre part, dans les laboratoires de l'INPV.

La première étape de ce travail a débuté le 11 Janvier 2021 avec le semis des graines de fèves et de tabac dans les plaques alvéolées au niveau de la pépinière d'El Kiffan (Nord de la wilaya de Tlemcen) (Sous serres).

Pour la fève *Vicia faba*, les grains de fèves sèches sont trempés dans de l'eau pendant deux ou trois jours afin d'accélérer leur germination (Dans 4 plateaux).

Le tabac (*Nicotiana tabacum*) : Les grains du tabac ont été fournis par les services de l'INPV. Deux à trois grains sont mis dans chaque cavité de plateaux de semis (Seulement un seul).

La première germination de grain de fève a été remarquée le 25 Janvier (Fig. 16).

Le 24 Février, une parcelle nous a été dédiée par l'I.N.P.V pour la transplantation de la fève. La surface cultivée de fève s'est étalée sur 200 m² de surface (Fig. 17).

En parallèle, le tabac a été transplanter vers des gobelets plus grands (35 gobelets) (Fig. 18).

Après trois mois du semis, une première infestation a eu lieu sur la culture de fève avec l'apparition des premiers individus du puceron noir *Aphis fabae*. Ces derniers étaient récoltés pour commencer l'élevage de la coccinelle.



Figure 16 – Début de germination de l'embryon de la fève (**Original**)



Figure 17 - Transplantation de la fève (Original)



Figure 18 – Transplantation de tabac (Original)

II.3.1 – Élevage des coccinelles

Pour l'élevage des coccinelles, plusieurs récoltes étaient effectuées durant la période allant du 5 Avril jusqu'à 5 Mai.

L'élevage est réalisé dans es conditions d'humidité et de température du laboratoire de lutte biologique de l'INPV de Mansourah (Tlemcen).

Au total, 142 coccinelles sont collectées de notre parcelle de fève durant un mois.

Avant le mois d'Avril, la récolte des coccinelles a été retardée, car elles se faisaient rares en plus de l'alimentation n'était pas encore disponible (La fève n'avait pas encore été envahie par les pucerons).

II.3.2 – Régime alimentaire

D'après SAHARAOUI et GOURREAU (2000) et ABERLENC (2011), le régime alimentaire des coccinelles est très varié selon les espèces. Elles utilisent deux types de nourriture :

Nourriture essentielle ou préférentielle : C'est le type de nourriture qui permet à l'espèce de se développer et se reproduire (SAHARAOUI et GOURREAU, 2000).

Nourriture alternative ou de remplacement : C'est le type de nourriture qui assure seulement la survie de l'espèce et qui n'assure jamais la reproduction (Les adultes sont sexuellement inactifs). Il s'agit des larves et des œufs de plusieurs insectes et acariens, du miellat, des débris végétaux et des spores de champignons (SAHARAOUI, 1994).

Afin de remédier au manque de pucerons qui constitués la principale source d'alimentation pour les coccinelles, une alimentation de substitution a été mise en place dans deux boites de Pétri :

La première contenait de la laitue, du miel, des raisins secs (Tremvés dans de l'eau pendant 2 minutes). La deuxième renfermée de la laitue, du miel, et du raisin sec mais nous mettons aussi une tige de fève infestée par les pucerons (Fig. 19).

Dans la première boîte : les coccinelles mangeaient peu de la nourriture (Laitue, Miel et Raisins). Alors que pour la deuxième, les coccinelles se contentaient des pucerons, et ne se nourrissaient pas du reste. Donc on peut restaurer les coccinelles par une alimentation de substitution au cas d'absence de pucerons.



Figure 19 – Nourriture alternative (à gauche) et plante de fève infestée de pucerons (à droite)
(Original)

Il est nécessaire d'avoir toujours suffisamment de Pucerons dans la cage d'élevage et ne pas mélanger des larves d'âges trop différents parce que si la nourriture vient à manquer les larves cèdent facilement au cannibalisme. Les cages d'élevage sont nettoyées et séchées quotidiennement pour éviter l'accumulation des déchets qui favorisent la formation de moisissures.

II.3.3 – Cycle de développement des coccinelles

Après accouplement, les femelles pondent de 35 à 40 œufs, Après 6 jours d'incubation avec des température moyenne de 25 °C et une humidité relative comprise entre 50 % et 60 %, les œufs éclosent et les larves émergent. Le développement larvaire s'effectue aux alentours de 3 semaines dans les mêmes conditions de température et d'humidité relative précédemment citées. Il comprend quatre stades larvaires séparés par trois mues. Chaque stade dure environ 5 jours. A la fin du quatrième stade, la larve L4 effectue une mue nymphale avant de se nymphoser où elle s'immobilise pour se métamorphoser durant tout le stade nymphal et se termine avec la mue imaginale (Fig. 20). La durée de la métamorphose est d'environ une semaine. Ce sont des insectes à métamorphose complète (Holométaboles ou Endoptérygotes) (SAHARAOUI, 1998).

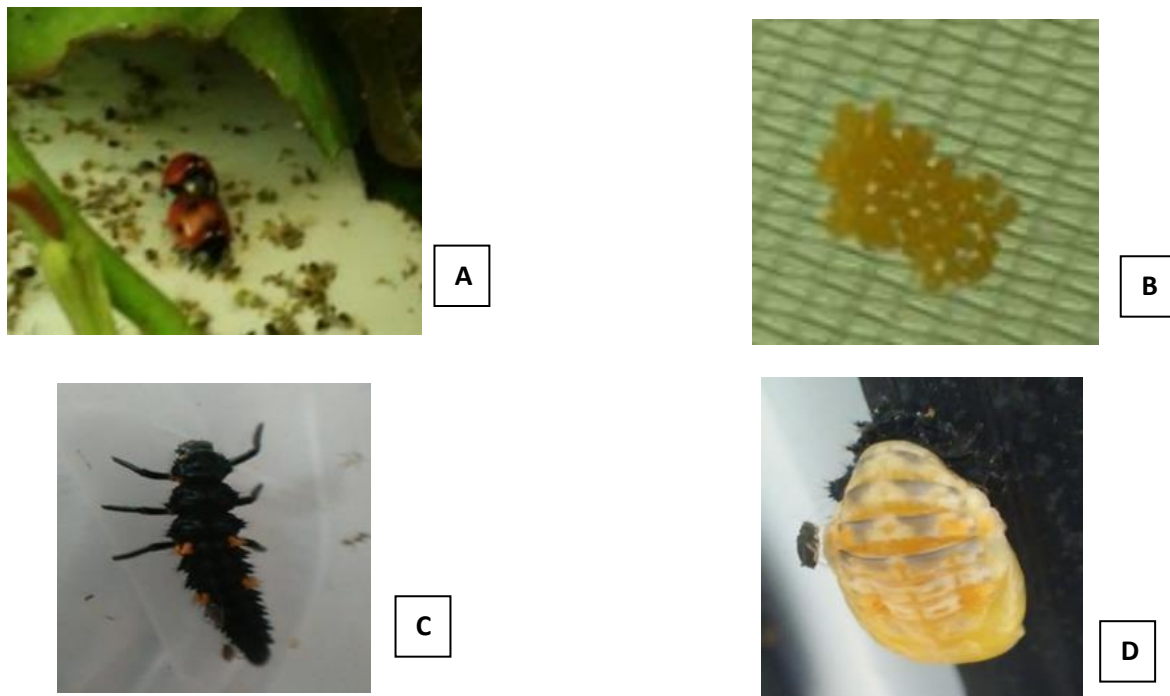


Figure 20 – Accouplement (A), Œufs (B) et larves (C) et mue imaginale (D) des coccinelles élevées au laboratoire (**Original**)

La durée moyenne du cycle de développement des coccinelles dans la présente étude varie de 30 à 35 jours suivant les espèces et les conditions du milieu.

II.3.4 – Dynamique des Coccinelles

Il est à remarquer une intense activité des adultes de coccinelles qui atteint son maximum à la mi-Mars. Suite à cela, l'activité des adultes commence à diminuer continuellement.

Pour ce qui est de la dynamique des larves, une importante activité larvaire a été observée à la mi-Avril. Cette activité est devenue quasi-nulle au début des premières semaines de Mai.

Les premières nymphoses sont notées au mois d'Avril.

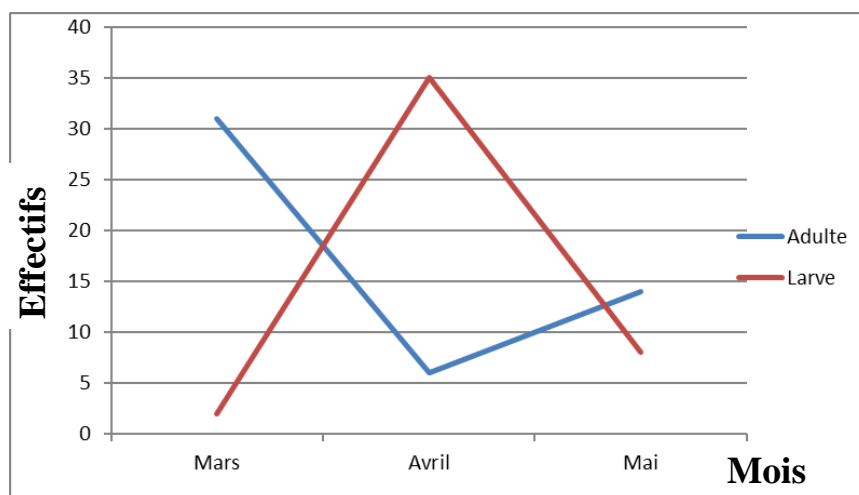


Figure 21 – Évolution des effectifs des coccinelles selon leur stade de développement (Larves et Adultes) durant les mois d'étude.

II.3.5 – Ennemis naturels

Comme chez tous les insectes, les coccinelles subissent de nombreuses agressions, les unes naturelles, les autres anthropiques, notamment lors de leur intense activité. Les fourmis, les guêpes, les larves de chrysopes et de syrphes (Fig. 22) sont les principaux agresseurs des coccinelles (MAHMA, 2003).



Figure 22 - Syrphe ceinturé *Episyrphus balteatus* (à gauche), *Puceron et fourmis* (à droite)

(Original)

Quand une population de pucerons suce la sève d'une plante hôte, elle rejette du sucre sous forme liquide appelé « miellat ». Ce dernier, constitue une substance nutritive aux fourmis, qui envahissent la fève, et qui forment un rempart qui protège les pucerons et empêchent leur prédation par les coccinelles. Ces hyménoptères peuvent infliger des blessures aux coccinelles en les mordant sous leurs boucliers. Il est à noter que dans la zone où les fourmis pullulent, les coccinelles sont moins abondantes (Fig. 23).

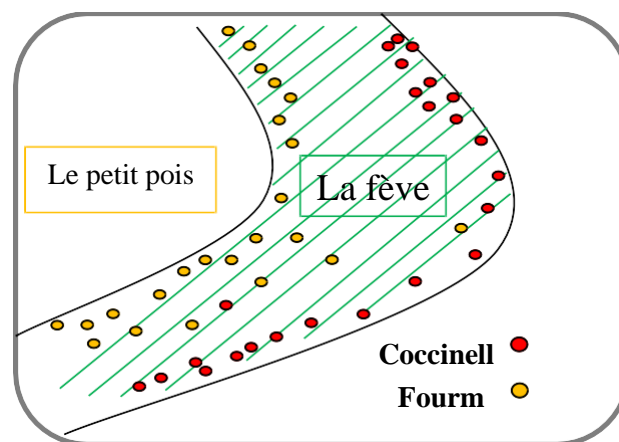


Figure 23 - Schéma représentant la répartition des coccinelles et des fourmis sur la parcelle de la fève.

La guêpe *Dinocampus coccinellae* (Schrank) (Fig. 24, 26) parasite exclusivement les coccinellidés de la sous-famille des Coccinellinae. C'est un endoparasite solitaire, utilisant principalement des coccinellidés adultes (CERYNGIER et HODEK, 1996).

Aucune des coccinelles proposées sous forme de larves n'a été parasité.

Le 25 avril seulement trois coccinelles sont mortes.



Figure 24 - Coccinelle à 7 points protège le cocon de *Dinocampus coccinellae*



Figure 25 - Boîtes de pétri comprend le cocon, l'étuve à 25,6°C.

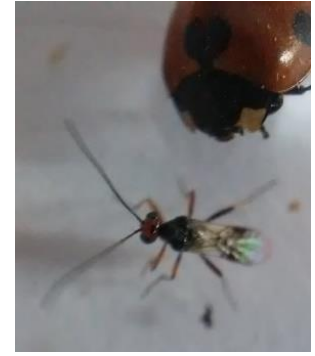


Figure 26 - Guêpe parasite *Dinocampus coccinellae*

Le cocon est mis dans des boîtes de pétri et les mets au l'étuve à 25,6 °C. Après une semaine, l'émergence d'une larve est notée.

**Chapitre III –
Discussions des résultats et
synthèse d’articles**

Chapitre III – Discussions des résultats et synthèse d'articles

III.1 – Développement et reproduction de *C. septempunctata*

III.1.1 – Paramètres de développement

Le développement des différents stades de *C. septempunctata* est noté dans des conditions de laboratoire avec des températures comprises entre 25 °C et 27°C et une humidité relative comprise entre 50 % et 60 %.

La période d'incubation des œufs est de $5,2 \pm 0,64$ à $6,1 \pm 0,90$ jours. Ces résultats sont comparables à ceux remarqués par Sahraoui *et al.* (2009), il indique que la durée moyenne d'incubation est de 6,10 j, 3,40 j et 1,80 j (T° : 20 °C, 25 °C, 30 °C et H % : 65 et 75 %) et une photopériode de 12 à 16 heures.

La durée du développement larvaire et nymphale de la coccinelle obtenue dans notre étude par élevage au labo est courte $24 \pm 3,2j$ que celle enregistrée par Sahraoui (2001) qui mentionne une valeur de 29,36 j pour des températures moyennes respectives de 28,34 °C et 22,75 °C et une photopériode de 12 à 16 heures.

La durée du cycle de vie de coccinelle est achevée dans la période de $32,6 \pm 1,02$ j, Ce résultat est très proche des résultats obtenus par Sahraoui *et al.* (2018) qui font état de 32,68 j, dans les conditions contrôlées (T° : 25°C à 30°C et H % : 65 à 75%) et une photopériode de 12 à 16 heures.

III.1.2 – Paramètres de reproduction

Le nombre d'œufs pondus par femelle nourrie d'*Aphis fabae* par jour dans les conditions de laboratoire varie entre 38 et 52 œufs. De plus, le taux d'éclosion atteint 67,89 % au laboratoire. En parallèle, Les travaux de Sahraoui *et al.* (2009), montrent que le nombre des œufs pondus par une femelle nourrie d'*Aphis fabae* est de 39 à 875 œufs dans les conditions de champs par contre la fécondité moyenne d'une femelle est de 23,75 œufs dans la T° : 20°C.

III.2 – Facteurs contrôlant la croissance et la reproduction de la coccinelle *coccinella septempunctata*

III.2.1 – Facteurs climatiques

Les facteurs climatiques déterminent les limites de la période de reproduction et contrôlent le degré de dispersion et de la taille des populations (IPERTI *et al.*, 1989). Selon

SAHRAOUI (2017), les caractéristiques climatiques des secteurs géographiques agissent directement sur la richesse spécifique des coccinelles algériennes.

D'après FURTADO (1984), les œufs, puis des larves ont été soumis à l'action combinée de cinq températures constantes (15°C, 20°C, 25°C, 30°C et 35°C) et de 3 photopériodes (8 h, 12 h et 16 h d'éclairement par jour).

Les résultats montrent que seule la température de 25 °C semble augmenter l'effet de la photopériode, *C. septempunctata* semble émerger de l'action des photopériodes longues (16 h). Donc, la température et la photopériode ont une action très nette sur le développement larvaire de *C. septempunctata*. Une augmentation de la température se traduit par une accélération des processus biologiques. Le développement ralentit quand la durée de l'éclairement diminue. Les modalités d'action de ce facteur biotique semblent dépendre de l'espèce étudiée : *C. septempunctata* réagit plutôt aux éclaircissements longs (Accélération de la croissance). Contrairement à ces résultats, HODEK (1957) a montré que chez *C. septempunctata*, seule l'obscurité totale provoquait un ralentissement de la croissance.

L'étude de SAHRAOUI (2017) montrent que les secteurs du nord connus par des bioclimats humides, semi-arides et sub-humides abritent le plus grand nombre d'espèces de coccinelles, avec respectivement 28, 32 et 41 taxons.

En revanche, dans les secteurs du sud la richesse spécifique demeure faible en raison du climat très rigoureux ou les températures dépassent souvent 40 °C. Elle n'excède pas 16 espèces dans le Sahara septentrional, 10 taxons dans le Sahara central et seulement 5 espèces dans le Sahara méridional.

La végétation est très abondante et diversifiée dans le nord en raison des conditions climatiques très favorables, plus particulièrement dans les secteurs algérois et oranais.

Le désert montre une diversité de paysage et de végétation dégradée, dépendant de la nature du sol et de l'altitude (OZENDA, 1991) et reste subordonnée à l'existence de ressources permanentes d'eau d'irrigation. En conclusion, les caractéristiques climatiques des secteurs biogéographiques agissent sur la production primaire nette, celle-ci agit directement sur le consommateur (coccinelles).

III.2.2 – Âge de la coccinelle

L'étude de SRIVASTAVA et OMKAR (2004) confirme l'effet du vieillissement sur les mâles et les femelles de *C. septempunctata* et soutient le modèle de Hansen et Price (1995) selon

lequel les femelles accouplées avec des mâles jeunes et d'âge moyen donnent une descendance de qualité optimale.

Selon SRIVASTAVA et OMKAR (2004), les mâles et les femelles plus jeunes (De 1 à 2 jours) ne voulaient pas s'accoupler. Le manque de durcissement des élytres et une pigmentation incomplète chez les femelles peuvent être responsables de l'absence de réaction des mâles envers les femelles nouvellement émergées à 2 jours.

Cependant, les mâles étaient fortement attirés par les pupes femelles et montaient immédiatement après l'émergence de la femelle, mais l'accouplement n'avait lieu (1h après l'éclosion) qu'après le durcissement des élytres femelles (RICHARDS, 1980). 100 % d'accouplement a été obtenu au jeune âge dans les deux cas (10 jours). La volonté de s'accoupler diminuait avec l'augmentation de l'âge de 40 à 50 jours chez les deux sexes. La durée de l'accouplement, la fécondité et le pourcentage de viabilité des œufs des mâles d'âge moyen (20-30 jours) et des femelles (20 jours) étaient les plus élevés.

La durée de l'accouplement et le pourcentage de viabilité des œufs dépend de l'âge du mâle, tandis que les périodes de d'oviposition dépendent du stimulus d'accouplement. La période de ponte et la fécondité sont des réponses dépendantes de l'âge des femelles. La fécondité est plus élevée lorsque la femelle de 20 jours et le mâle de 30 jours étaient appariés. Le début de la sénescence reproductive commence à l'âge de 30 jours chez les mâles et de 20 jours chez les femelles.

III.2.3 – Alimentation de la coccinelle

Dans la présente étude les coccinelles étaient gavées par les pucerons (Aliment naturel), et lors du manque de ceux-ci un aliment de substitution était mis en place. Selon l'étude menée par Muhammad *et al.* (2010), les adultes ont été nourris avec des régimes alimentaires naturels (Pucerons) et artificiels différents pour déterminer les combinaisons de nutriments appropriées pour le développement des stades adulte et larvaire.

La première combinaison était faite de 25 g de jaune usagé, 2 g de saccharose, 4 g de miel, 2 g de caséine, 1 g d'hydrolysate de protéines ont été soigneusement mélangés pour former un mélange uniforme. Ce régime larvaire et adulte a été préparé dans une bouilloire de mélange de régime.

Le deuxième menu était constitué de 1,3 g de gélose, 16 g de sucre de canne, 6 g de miel et 1 g d'hydrolysate de protéines ont été dissous dans 100 ml d'eau chaude et refroidis à 35-38 °C. Au mélange de 20 ml, 4,5 g de gelée royale ont été ajoutés et agités constamment jusqu'à ce qu'une émulsion blanche homogène soit obtenue. Les deux mélanges ont été combinés auxquels 0,5 g de

levure de farine de luzerne et 2 g de puceron sec pulvérisé ont été ajoutés, agités vigoureusement et refroidis à 5 °C pour son stockage.

Les résultats de MUHAMMAD *et al.* (2010) montrent que la coccinelle élevée sur des pucerons comme hôte a donné de manière significative les meilleurs résultats pour tous les paramètres considérés par rapport aux deux régimes artificiels. La descendance obtenue sur un hôte naturel était de meilleure qualité et plus efficace dans son comportement. Parmi les régimes artificiels, le premier régime comprenant du jaune d'œuf, du saccharose et du miel s'est avéré inférieur au second qui contenait de la gélose, du miel, de l'hydrolysate de protéines et de la levure de farine de luzerne. Par conséquent, le régime comprenant le puceron en tant qu'hôte naturel s'est avéré excellent pour l'élevage des coccinelles adultes, mais si ce régime est complété par un régime artificiel, le développement deviendra plus rapide et la coccinelle pourra être élevée avec plus de succès. Dans le cas où le puceron est rare ou s'il est hors saison, la production de masse de coccinelles ne peut être réalisée qu'avec l'alimentation artificielle.

D'autre part, d'après LUCAS *et al.* (2002), l'aliment naturel (pucerons) et l'aliment de substitution (Œufs de la Pyrale) sont des aliments biochimiquement très différents avec des teneurs protéiques, lipidiques et glucidiques (sucres et glycogène), très différentes malgré leur différence de composition. Ils sont apparemment d'une valeur équivalente pour les caractéristiques biologiques précédentes, mais une différence significative apparaît pour la mortalité totale durant le développement larvaire et nymphal des coccinelles élevées sur les pucerons en comparaison de celle mesurée sur les œufs de la pyrale (9,2 contre 3,4 %). Cette mortalité de coccinelle élevée sur les pucerons apparaît principalement en deuxième stade larvaire (4,4 %) et pour le 3^{ème} et 4^{ème} stade larvaire respectivement (2,7 et 1,89 %). Ces résultats sont semblables à ceux obtenus par LUCAS (2002).

Selon SPECTY (2002), la fécondité des coccinelles élevées sur *A. pisum* sur 10 jours représente 154 ± 79 œufs donnant 67,5 % de larves (1^{er} stade), par contre les coccinelles élevées sur œufs d'*E. kuehniella* est de 393 ± 43 œufs avec 67,6 % de larves (1^{er} stade).

III.3 – Prédation de coccinelle

Les coccinellidés prédateurs ont été utilisés dans des méthodes améliorées de lutte biologique contre les Thrips et les Aleurodes et, bien sûr, contre les Pucerons, selon HAGEN (1987), GERLING (1990) et HOLMER *et al.* (1993)

HODEK (1956, 1960) a testé quatre espèces de pucerons et a trouvé qu'*Aphis sambuci* était une proie inappropriée. Lors de l'élevage de *C. septempunctata* sur sept espèces de pucerons. De son côté, BLACKMAN (1967) a trouvé que *A. pisum* était très approprié, par rapport au temps moyen de développement larvaire, la survie larvaire et le poids des adultes à l'éclosion.

SINGH et MALHOTRA (1979) ont signalé que le taux d'alimentation entre les différents stades variait considérablement chez *C. septempunctata*. De même, MAHMOOD et MAHMOOD (1986) ont signalé que la consommation de pucerons augmentait avec l'âge de ses stades larvaires. L'adéquation des espèces de pucerons comme meilleure nourriture pour *C. septempunctata* est un sujet abordé par plusieurs auteurs, notamment OMKAR et SRIVASTAVA (2003), KALUSHKOV et HODEK (2004) car une prédation efficace dépend (en partie) de la spécificité alimentaire du prédateur.

III. 4 – Impact des lâchers des coccinelles sur la population de pucerons

Pur une régulation efficace des populations d'un ravageur, il est nécessaire que l'intervention de leurs prédateurs intervienne précocement dans la chronologie de la pullulation de phytophage (SAHRAOUI *et al.*, 2012). Ceux-ci doivent également être capables de développer leurs capacités de prédation sur de faibles effectifs de proies (GUENARD, 2007). L'efficacité du contrôle biologique des ravageurs est fortement dépendante de l'abondance des auxiliaires (CHANG and SNYDER (2004) ; ÖSTMAN (2004)). Selon RAHMOUNI (2019), le premier lâcher préventif effectué avec des larves de 2^{ème} et de 3^{ème} stade doit avoir lieu au début de la période de ponte de puceron (mi-octobre), ou le taux total d'infestation est de 2,77 %, la densité des larves des coccinelles augmente progressivement avec celle des pucerons pour atteindre un maximum de 115 individus pour les coccinelles, et de 210 individus de pucerons avant le lâcher et de 25 individus de pucerons après le lâcher. La dernière semaine de février, des lâchers complémentaires sont effectués.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

La présente étude a été entamée afin de démontrer l'impact de la prédation de la coccinelle à sept points sur la pullulation des pucerons dans des conditions contrôlées du laboratoire de la station régionale de l'INPV de Mansourah dans la wilaya de Tlemcen. Le premier volet de l'expérimentation avait porté sur la mise place de cultures hôtes (Fève et Tabac) des modèles biologiques étudiés (Coccinelles et Pucerons). Ces derniers étaient soigneusement récoltés du plein champ. Au laboratoire, il a été procédé à l'élevage de la coccinelle à sept point *Coccinella septempunctata* afin d'apporter un plus aux travaux déjà faits dans ce contexte. Plusieurs observations ont été notées, parmi celles-ci :

La durée du cycle de vie de coccinelle qui est achevée dans la période de 32 jours à une température de 25°C et une humidité relative de 60%.

La température et la photopériode qui ont une action très nette sur le développement larvaire de *C. septempunctata*, une augmentation de la température se traduit par une accélération des processus biologiques, le développement ralentit quand la durée de l'éclairement diminue.

L'âge de la *C. septempunctata* joue un rôle très important dans leur reproduction. Une activité intense observée chez les adultes a été signalé à la mi-Mars. Un seul parasite a été observé durant l'élevage, c'est le cas de *Dinocampus coccinellae* Schrank (Braconidae, Hymenoptera).

En outre, les facteurs climatiques (Températures et Humidité) avaient une influence sur le nombre d'adultes capturés. Cependant, parmi les difficultés majeures de cette expérimentation, la voracité des coccinelles d'élevage étaient très remarquables, particulièrement dans les stades larvaires. Une alimentation de remplacement (En manque de pucerons) quotidienne étaient indispensable pour la survie des Coccinelles.

En perspectives, dans le cadre d'une stratégie de lutte raisonnée, efficace et respectueuse de l'environnement, il serait intéressant de compléter ce travail par des études ultérieures portant sur le suivi des lâchers en plein champ, sur la bio-écologie et la dynamique d'autres auxiliaires, et le suivi de leurs impacts sur les ravageurs les plus dévastateurs surtout sur les cultures stratégiques du pays. Enfin, les campagnes de sensibilisation auprès des agricultures algériens restent primordiales pour leur inculquer les bienfaits de la lutte biologique pour une agriculture durable et prospère.

Références bibliographiques

- 1- **AFRIKJAN E., Tchilingirln G et L. A. Tchil-Akopln.,** 1969-Bakterialnii incekticidnii preparat BIP-805. Biol. j. Armenii, t. Vol 22, P.p. 3-7.
- 2- **AHMED S., Leather S.,** 1994-Suitability and potential of entomopathogenic microorganisms for forest pest management - *some points for consideration*. J. Pest Management 40 P.p. 287-292.
- 3- **ALTIERI, M.A., Nicholls, C.I., Fritz, M.A.,** 2005. Manage insects on your farm : a guide to ecological strategies. Sustainable Agriculture Network, Beltsville, MD.
- 4- **ANGUS T. A. A.,** 1954-Bacterial toxin paralysing silkworm larvae-*Nature*, 173, P.p. 54-56.
- 5- **BALDUF, W.V.,** 1935 – *The Bionomics of Entomophagous Coleoptera*. J.S. Swift, Chicago, New York. 220 pp.
- 6- **BARBOSA, P.,** 1998-*Conservation Biological Control*. Academic Press, San Diego.
- 7- **BEN HALIMA KAMEL M.,** 2010 – Utilisation des différents stades biologiques de *Coccinella algerica* Kovàr dans la lutte contre *Aphis gossypii* Glover en serre de piment. Actes de la CIFE VI, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, Rabat, 47 : 109 – 111.
- 8- **BENOUFELLA-kitous K.,** 2015.Bioécologie des pucerons de différentes cultures et de leurs ennemis naturels à Oued Aïssi et Draâ Ben Khedda (Tizi-Ouzou). Thèse de Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'El Harrach, 334 p.
- 9- **BLACKMAN, R.L.,** 1967 – The effects of different *aphid* foods on *Adalia bipunctata* L. and *Coccinella septempunctata* L. *Annals of Applied Biology*, 59 : 331–338.
- 10- **BOISCLAIR J. & ESTEVEZ B.,** 2006 – Lutter contre les insectes nuisibles en agriculture biologique : intervenir en harmonie face à la complexité. *Phytoprotection*, Vol. 87, n°2 : 83-90.
- 11- **BOIVIN, G.,** 2001. Parasitoïdes et lutte biologique : paradigme ou panacée ? Centre de Recherche et de développement en Horticulture, *Agriculture et Agroalimentaire Canada*, Vertig - La revue en sciences de l'environnement sur le web 2.
- 12- **BOTTRELL D.G.,** 1980- Directives pour la lutte intégrée contre les ennemis du maïs. Etude F.A.O : production végétale et protection des plantes, 192p
- 13- **BURGESS, H. D.,** 1981-Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980. Academic Press, London.
- 14- **CARVER, M.,** 1989-Biological control of aphids World Crop Prot. : Aphids 2C : 141-161
- 15- **CHAMBERS R.J.,** 1989- Syrphidae. World Crop Prot. : Aphids 2C : 259-267

- 16-CHANG G.C. et SNYDER W.E.**, 2004 – The relationship between predator density, community composition, and field predation of Colorado potato beetle eggs. *Biological Control*, 31(3), 453-461.
- 17-CRONCK QCB., FULLER JL.**,1995- plant invaders, *the threat to natural ecosystem*. Chapman et hall, London.
- 18-DELIGEORGIDIS, P. N., IPSILANDIS, C. G., VAIOPOULOU, M., KALTSOUDAS, G. & SIDIROPOULOS, G.**, 2005 – Predatory effect of *Coccinella septempunctata* on *Thrips tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum*. *Journal of Applied Entomology*, 129 (5), 246-249.
- 19-DOUTT, R.L.**, 1964-The historical development of biological control, in *Biological Control of Insect Pest and Weeds*, ed P. DeBach, Chapman and Hall, London.
- 20-EILENBERG LE, HAJEK A, LOMER C.**, 2001-Suggestion for unifying the terminomogy in biological control, *Biocontrol*. 46p
- 21-ÉTIENNE, J., QUILICI, S., MARIVAL, D., & FRANCK, A.**, 2001-Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera : Psyllidae) in *Guadeloupe by imported Tamarixia radiata* (Hymenoptera : Eulophidae). *Fruits*, 56(5), pp. 307-315.
- 22-FRASER, B.D.**, 1989- Predators. *World Crop Prot. : Aphids 2C* P.p. 217-228
- 23-FURTADO M. R.**, 1984 – Influence des facteurs abiotiques du milieu sur la croissance et la reproduction de deux coccinelles aphidiphages *Coccinella septempunctata* et *Adonia variegata* Goeze (Col., Coccinellidae).
- 24-GAUDRIAULT S & Volkoff N, Ballini E & Neema C.**, 2015-Les Dossiers d'Agropolis International Extrait du dossier "Changement climatique : *impacts et adaptations*" - n°20, 88p
- 25-GERLING D.**, 1990 – White flies : Their Bionomics, Pest Status and Management. Andover, Hants : Intercept Ltd.
- 26-GILBERT, F.S.**, 1986-Hoverflies naturalists Handbooks 5. Cambridge University press, Cambridge, 66 p
- 27-GOETTEL MS.**, 1992-Des champignons comme agents de lutte biologique-*in Lomer CJ., Prior C., La lutte biologique contre les acridiens*, Ibadan, Nigeria
- 28-GREATHEAD, D. J., Kooyman, C., Launois-Luong, M. H., et Popov, G. B.**, 1994- Les ennemis naturels des 8°criquets du Sahel-*Collection acridologie opérationnelle*, N CILSS/DFPV, Niamey, Pp 12625. Niger.
- 29-GUÉNARD B.**, 2007 – *Mutualisme fourmis-pucerons et guildes aphidiphage associée : le cas de la prédation furtive*. Thèse de maîtrise, Université du Québec à Montréal, Montréal.
- 30-GURR, G.M. AND WRATTEN, S.D.**, 1999-Integrated biological control-A proposal for

- enhancing success in biological control-*International Journal of Pest Management*, **45**, P.p.81-84
- 31- HAGEN, K. S.**, 1987 – *Nutritional ecology of terrestrial insect predators*. In : *Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders and Related Invertebrates*. Ed. By Slansky, F. ; Rodriguez, J. G. Jr. New York : John Wiley & Sons, 533–577.
- 32- HAMADACHE A.**, 2003-La feverole. Inst. techn.gr. Cult (T.T.G.C), 13p
- 33- Hernández-Rosas, Francisco ; Figueroa-Rodríguez, Katia A ; García-Pacheco, Luis A. ; Velasco-Velasco, Joel ; Sangerman-Jarquín, Dora M.**, 2020-Microorganisms and Biological Pest Control : An Analysis Based on a Bibliometric Review. In : *Agronomy*, vol. 10, n° 11, 1808p
- 34- HODEK, I.**, 1956 – The influence of *Aphis sambuci* L. as prey of the ladybird beetle *Coccinella septempunctata* L. *Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovacae* 20 : 62–74. (In Czech, English abstract).
- 35- HODEK I.**, 1957 – Influence of temperature, relative humidity and photoperiodicity on the speed of development of *Coccinella septempunctata* L. *Acta Soc. Entomol. Ceskoslov.*12, 121-14
- 36- HODEK, I.**, 1960 – The influence of various aphid species as food for two lady-birds *Coccinella septempunctata* L. and *Adalia bipunctata* L. In : *The Ontogeny of Insects*. Academia Prague. pp. 314–316.
- 37- HOLMER, K. A., OSBORNE, L. S., and YOKOMI, R. K.**, 1993 – Reproduction and feeding behavior of *Delphastus pusillus* (Coleoptera : Coccinellidae), a predator of *Bemisia tabaci* (Homoptera : Aleyrodidae). *J. Econ. Entomol.* 86, 322–329.
- 38- HOY, M.A.**, 1994-Transgenic pest and beneficial arthropods for pest management programs :an assessment of their practicality and risks-in *Pest Management in the Subtropics Biological Control- à Florida Perspective*, eds. D. Rosen, F.D. Bennett, and J.J Capinera, Intercept Ltd, Hampshire, UK, P.p. 642-670
- 39- IGNOFFO, C. M.**, 1970-Proceedings of the Tall Timbers Conference on Ecology of Animal Contributions by Habitat Management, Tallahassee, Florida. Tall Timbers Research Station P.p. 47-57
- 40- IGNOFFO C. M.**, 1973-Effects of Entomopathogens on Vertebrates. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 217 P.p. 141-165
- 41- INPV.**, 2018- *Bulletin d'Informations Phytosanitaires n°51*.

- 42-IPERTI G., GIUGE L., et ROGER J. P.,** 1989 – Installation de *Rhyzobius forestieri* [Col.Coccinellidae] sur l'île de porquerolles. *Entomophaga*, 34(3), 365-372
- 43-ITHACA, NY.,** 2011-Cornell University, College of Agriculture and Life Sciences, Department of Entomology.
- 44-JONSSON, M., WRATTEN, S. D., LANDIS, D. A., & Gurr, G. M.,** 2008- Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. *Biological control*, 45(2) P.p. 172-175
- 45-KALUSHKOV, P. and HODEK, I.,** 2004 – The effects of thirteen species of aphids on some life history parameters of the ladybird *Coccinella septempunctata*. *Biocontrol*, 49, 21–32.
- 46-KHACHATOURIANS GK.,** 1986-Production and use of biological pest control agents- *Trend Bio. Tech*, 4
- 47-LE NAIL F.,** 1980-La lutte biologique et les organisations internationales-phytoma, N°322, 280p
- 48-LHOSTE J.,** 1979-Des insectes et des hommes. Ed. Fayard, Paris, 280p
- 49-LUCAS E. GAGNEI. et CODERRE D.,** 2002 – Impact of the arrival of *Harmonia axyridis* on adults of *Coccinella septempunctata* and *Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae). *European Journal of Entomology*, 99(4), 457-463.
- 50-MAHMOOD, M. A. and MAHMOOD, T. T.,** 1986 – Ecological studies on board bean aphid *Aphis fabae* slop. (Homoptera : Aphididae) with potential voracity of important predators. *Iraqi Agric. Sci. Zabco*. 4, 33–38.
- 51-MAJERUS, M. E. N.,** 1994 – Female promiscuity maintains high fertility in ladybirds (Coleoptera : Coccinellidae). *Entomol. Mon. Mag.* 130 : 205–209.
- 52-MEDAWAR, P. B.,** 1946 – Old age and natural death. *Modern Quart*, 2 : 30–49.
- 53-OBATA, S.,** 1988 : Mating refusal and its significance in female of the ladybird beetle, *Harmonia axyridis*. *J. Physiol. Entomol.*, 13 : 193–199.
- 54-ÖSTMAN Ö.,** 2004 – The relative effects of natural enemy abundance and alternative prey abundance on aphid predation rates. *Biological Control*, vol. 30, n°2, p. 281-287.
- 55-OZENDA, P.,** 1991 – *Flore et végétation du Sahara (3ème édition, augmentée)*. CNRS. Paris, 661 p.

- 56- PRIEST, N. K., MACKOWIAK, B. et PROMISLOW, D. E. L.,** 2002 – The role of parental age effects on the evolution of aging. *Evolution*, 56 : 927–935.
- 57- RABASSE J.M. et VAN STEENIS M. J.,** 1999 – Biological control of aphids. In : Albajes *et al.* (eds). *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*. Kluwer Academic Publishers. 235-243.
- 58- RAHMOUNI, M.,** 2019 – Lutte biologique par l'utilisation de la coccinelle *Coccinella algerica*, Kovar, 1977, issues d'élevage dans les conditions contrôlées. Contribution à l'évaluation de son efficacité contre les pucerons de la culture des solanacées sous serre à Biskra. Thèse de Doctorat, Université de Batna, 101 p.
- 59- ROTHSTEIN, M.,** 1982 – *Biochemical Approches to Aging*. Ed. Academic Press, New York, 328 p.
- 60- SAHARAOU L. & HEMPTINNE J.L.,** 2009 – Dynamique des communautés des coccinelles (Coleoptera, Coccinellidae) sur agrumes et interactions avec leurs proies dans la région de Rouïba (Mitidja orientale) Algérie. *Ann. Soc. Entomol. Fr.*, 45 (2), 245-259.
- 61- SAHARAOU L.,** 2017 Les coccinelles algériennes (Coleoptera, Coccinellidae) : analyse faunistique et structure des communautés. Biodiversité. Université Paul Sabatier - Toulouse III, Français.
- 62- SAHARAOU L., GOURREAU J.M. et IPERTI G.,**2001. Etude de quelques paramètres bioécologiques des coccinelles aphidiphages d'Algérie (Coleoptera–Coccinellidae). *Bulletin. Société Zoologique. France.* 126 (4) : 351- 373.
- 63- SAHRAOU L.,** 2018. Les coccinelles algériennes (Coleoptera, Coccinellidae) : analyse faunistique et structure des communautés. Thèse de doctorat. Ecologie, Biodiversité et Evolution, l'Université Toulouse III - Paul Sabatier.185P.
- 64- SARWAR, M., and SAQIB, S. M.,** 2010 – Rearing of predatory seven spotted ladybird beetle *Coccinella septempunctata* L.(Coleoptera: Coccinellidae) on natural and artificial diets under laboratory conditions. *Pakistan Journal of Zoology*, 42(1) : 47 – 51.
- 65- SINEGER, G., B. GAVEN, J.L. Julien et O. Moussiégt.,** 1990-Utilisation de *Bacillus sphaericus* dans la lutte contre les moustiques-*présentation, performances et limites d'emploi*. Document E.I.D.L.M. no 57, Montpellier, France.
- 66- SINGER S.,** 1981-Potential of *Bacillus Sphaericus* and related spore-forming bacteria for pest control-In *Burgess, H. D.* (ed.) *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970-1980*. Academic Press, New York, P.p. 283-98
- 67- SINGER S.,** 1985-*Bacillus sphaericus* (Bacteria). Dans H.C. Chapman. *Biological Control*

- of Mosquitoes-*American Mosquito Control Association*. Fresno, Ca. Bulletin no 6 P.p. 123-131
- 68-SINGH, P. B. and Malhotra, R. K.,** 1979 – Some studies on the biology of *C. undecimpunctata* Memetriesi Muls – a predator of mustard aphid. *Curr. Sci. Zabco.*, 4 : 33–38.
- 69-SRIVASTAVA, S.,** 2003 – Influence of six aphid prey species on development and reproduction of a ladybird beetle *Coccinella septempunctata*. *Biocontrol*, 48, 379–393.
- 70-SRIVASTAVA, S. and OMKAR,** 2004 – Age-specific mating and reproductive senescence in the seven-spotted ladybird, *Coccinella septempunctata*. *Journal of Applied Entomology*, 128(6), 452-458.
- 71-STARNES, R. L., C. L. Liu et P. G. Marone.,** 1993-History use and future of microbial insecticides. *Amer. Entomol.* 39 P.p. 83-91
- 72-SU T.,** 2008-Evaluation of Water-Soluble Pouches of *Bacillus sphaericus* Applied as Prehatch Treatment against *Culex* Mosquitoes in *Simulated Catch Basins*. *Journal of the American Mosquito Control Association*. 24 P.p. 54-60
- 73-SUTY L.,** 2010-Chapitre2 La lutte biologique : définitions et concepts généraux, *La lutte biologique vers de nouveaux équilibres écologiques*, Éducagri, France, P.p. 44-63
- 74-SUTY, L.,** 2010-Chapitre4 La lutte microbiologique : Bactéries, *La lutte biologique vers de nouveaux équilibres écologiques*, Éducagri, France, 97p
- 75-TOURNEUR, J. C.,** 1970 – L'utilisation des coccinelles prédatrices en lutte biologique. *Fruits*, 25(2), 97-107.
- 76-VEY A.J.,** Fargues J et Robert, P., 1982-Histological and ultrastructural studies of factors determining the specificity of pathotypes of the fungus *Metarhizium anisopliae* for scarabeid larvae. *Entomophaga* 27 P.p. 387-397
- 77-VINCENT, C., CODERRE, D.,** 1992-La lutte biologique. Gaëtan Morin, Québec, Canada.
- 78-Völkl W., Mackauer M., Pell J.K. & Brodeur J.,** 2007-Predators, Parasitoids and Pathogens. *In* van Emden H.F. & Harrington R. (éd.), *Aphids as Crop Pests*, P.p. 187-215
- 79-WRIGHT, M. G., & BENNETT, G. M.,** 2017-Evolution of biological control agents following introduction to new environments-*BioControl*, P.p. 1-12

Sites web :

1. **ANONYME., 2020-***La larve de coccinelle, une dévoreuse de pucerons.*
auJardin.info.<https://www.aujardin.info/fiches/larve-coccinelle-devoreuse-pucerons.php>
2. **BARBERCHECK M., 2011-** [Insect-parasitic nematodes for the management of soil-dwelling insects.](#)
University Park, PA : Penn State University, College of Agricultural Sciences ; (Consulté le 019 Avril 2021).
3. **DANNON, H. Fabrice. DANNON, A. Elie. DOURO-KPINDOU, O. Kobi. ZINSOU, A. Valerien. HOUNDETE, A. Thomas. TOFFA-MEHINTO, Joëlle. ELEGBEDE, I. A. T. Maurille. OLOU, B. Denis. TAMÒ, Manuele., 2020-**Toward the efficient use of *Beauveria bassiana* in integrated cotton insect pest management. *Journal of Cotton Research*, 3. DOI : [10.1186/s42397-020-00061-5](https://doi.org/10.1186/s42397-020-00061-5) (Consulté le 04 Avril 2021).
4. **MATHIAS K** « Les possibilités de la lutte microbiologique », Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 2 Numéro 2 | octobre 2001, mis en ligne le 01 octobre 2001, consulté le 08 Mai 2021. URL : <http://journals.openedition.org/vertigo/4091> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.4091> (Consulté le 6 mai 2021).
5. **ROXANNE S., 2019-***Beauveria bassiana* comment bien réussir son application, anatis bioprotection.<https://anatisbioprotection.com/blog/beauvaria-bassiana-application.html> (Consulté le 04 Avril 2021).
6. **STARNES R. L., C. L. Liu et P. G. Marone., 1993-**History use and future of microbial insecticides. *Amer. Entomologist*. P.p. 83-91
DOI : [10.1093/ae/39.2.83](https://doi.org/10.1093/ae/39.2.83) (Consulté le 25 mai 2021).
7. <http://ephytia.inra.fr/fr/C/18694/Forets-Bombyx-disparate>. Date de consultation : 10/06/2021
8. https://inpn.mnhn.fr/espece/cd_nom/8344. Date de consultation : 10/06/2021

Annexes

Lutte biologique par l'utilisation de la coccinelle *Coccinella algerica* Kovar, 1977, issue d'élevage dans les conditions contrôlées. Contribution à l'évaluation de son efficacité contre les pucerons de la culture des solanacées sous serre à Biskra

Résumé

L'inventaire de la faune de la station des Bioressources a révélé la présence de *coccinella algerica* Kovar 1977, prédateur des pucerons. Cette présence nous a fait penser à une éventuelle lutte biologique contre les pucerons principaux ravageurs du piment sous serre.

L'étude de la diversité de l'entomofaune est représentée par 118 espèces réparties sur 10 ordres, ceux des Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Orthoptera, Lepidoptera, Odonata, Mantodea, Neuroptera et Dermaptera. L'entomofaune auxiliaires les plus abondants dans la station d'étude sont celles appartenant à l'ordre des Coléoptères à savoir, les *Coccinellidae* 54,72 %, les *Chrysopidae* et les *Syrphidae* représentant 12,98% et 9,47% respectivement, les *Anthocoridae* et *Braconidae* représentant 3,85 % et les *Forficulidea* 3,15% ,les *Mantidae* 2,80%, les *Formicidae* et les *Cecidomyiidae* représentant 2,45% et 1,75% successivement, les *Libellulidae* 1,05% et les *Ichneumonidae* 0,7% .

L'analyse des indices écologiques de diversité, à partir de l'indice de Shannon (6,77) et la valeur de l'équitabilité est supérieure à 0,5 indique que les populations de l'entomofaune auxiliaires sont homogènes.

L'étude des paramètres de développement et de reproduction de la coccinelle montre que la durée moyenne du cycle vie est plus longue au labo avec $34,6 \pm 2,63$ j par rapport à celles élevées sous serre qui est $27,7 \pm 2,84$ j.

La dynamique des populations de la coccinelle durant les trois années de suivi dans la station et dans la serre d'étude nous a permis de déterminer l'existence de deux générations qui se succèdent durant l'année et une troisième dont l'effectif est peu important. La fluctuation des populations est fortement influencée par les facteurs climatiques (température et l'humidité) d'une part et de la qualité et quantité de la nourriture. D'autre part, les températures basses inférieures à 20°C semblent défavorables à l'activité de coccinelle et à celle de leurs proies.

La lutte contre les populations de pucerons du piment sous serre est d'autant plus efficace lorsque *C.algerica* intervient précocement dans la chronologie de la pullulation des pucerons.

Mots clés : *Coccinella algerica* Kovar, lutte biologique, pucerons, élevage, conditions contrôlées, Biskra.

Rearing of Predatory Seven Spotted Ladybird Beetle *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) on Natural and Artificial Diets Under Laboratory Conditions

Muhammad Sarwar* and Syed Muhammad Saqib

Nuclear Institute of Agriculture (MS) and Department of Entomology, Sindh Agriculture University, Tando Jam-70060, Sindh, Pakistan (SMS)

Abstract.- Seven-spotted ladybird beetle *Coccinella septempunctata* L., a natural enemy of aphids, had been reared on natural and alternative artificial foods. Both larvae and adults of *C. septempunctata* fed on aphid and artificial diet, the predator normally completed its development from egg to adulthood in 20.6 days on aphid prey, in contrast to 29.0 days, when fed on artificial diet. These results indicated that artificial diet containing important ingredients for adults and larvae of *C. septempunctata* can serve as substitute food for the coccinellids, and reproduction nevertheless can occur in the absence of preferred aphid prey. The present findings can best be utilized for effective mass production of coccinellids species intended for biological control of insect pests.

Key words: Ladybird beetle, predator, artificial diet, natural diet.

O. Himmi (Ed.). Actes de la CIFE VI, Travaux de l'Institut Scientifique, Série Zoologie, Rabat, 2010, N° 47, 109-112

Utilisation des différents stades biologiques de *Coccinella algerica* Kovâr dans la lutte contre *Aphis gossypii* Glover en serre de piment

Monia BEN HALIMA KAMEL

Université Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, Département des Sciences Biologiques et de protection des Végétaux, U.R. 04AGRO4, ISA Chott Mariem Sousse 4022 Tunisia. E-mail: Kamonia_b@yahoo.fr

Résumé. En serre de piment infesté par *Aphis gossypii* (Glover), différentes techniques d'introduction de *Coccinella algerica* Kovâr sont conduites avec des œufs, des larves du second stade et des adultes. L'introduction des œufs à différentes densités de ponte sur plant se trouve confronté à l'action des prédateurs généralistes et à la mortalité embryonnaire. Le taux d'éclosion est discuté en fonction de la densité et la date du lâcher. Par ailleurs, le lâcher des larves du second stade à une densité de 10 et 20 larves par plant montre une fuite des larves après 72h du traitement indépendamment de la densité. Le lâcher avec 10 larves est plus conseillé du fait du maintien des larves au niveau des points de lâcher. Cependant, l'intervention avec les adultes de *C. algerica* dès l'installation de la culture montre que le prédateur s'est installé et a effectué deux générations au niveau de la culture et ceci par l'analyse de la structure des populations de l'auxiliaire. Il en ressort que la stratégie d'introduction des adultes de *C. algerica* est la plus rigoureuse et la plus simple en cultures biologiques sous serres doit être renforcée par l'introduction des larves du second stade.

Mots-clés. *Aphis gossypii*, *Coccinella algerica*, piment, lutte biologique, serre.

The use of different stages of *Coccinella algerica* Kovâr in biological control of *Aphis gossypii* Glover on greenhouse pepper plant

Abstract. To calibrate biological control in protected crop of pepper against *Aphis gossypii* using *Coccinella algerica*, different techniques were made with eggs, second stage larva and adults. A strategy to introduce the punters of *C. algerica* at different densities was affected by the embryonic mortality and the predation by generalist predator. Therefore, the intervention with second stage larva demonstrated the run away of larvae after 72h of release at different densities used and the release with 10 larva is more counselled. The release of adult ladybird is preferred than the intervention with punters and the second stage. The activity of adult ladybird has been maintained and developed two-generations in the protected crop if this have an insect proof. Population structure of *C. algerica* was analyzed during the culture. The strategy of introduce of ladybird will be enforced with the release of the second stage.

Keywords. *Aphis gossypii*, *Coccinella algerica*, pepper, biological control, protected crop.

UNIVERSITE DES ACORES
Département de Biologie
Laboratoire d'Ecologie appliquée
Directeur : M. le Professeur Vasco GARCIA.

INFLUENCE DES FACTEURS ABIOTIQUES DU MILIEU SUR LA CROISSANCE
ET LA REPRODUCTION DE DEUX COCCINELLES APHIDIOPHAGES,
COCCINELLA SEPTEMPUNCTATA ET ADONIA VARIEGATA GOEZE
(COL., COCCINELLIDAE).

oOo

Maria FURTADO

Rapport du stage effectué
du 1.10.1984 au 31.12.1984

Station de Zoologie et de
Lutte Biologique (I.N.R.A.)
37, Bd du Cap

06 600 ANTIBES



The effects of thirteen species of aphids on some life history parameters of the ladybird *Coccinella septempunctata*

Plamen KALUSHKOV^{1*} and Ivo HODEK²

¹*Institute of Zoology, Bulgarian Academy of Sciences, 1 Tzar Osvoboditel Blvd., 1000 Sofia, Bulgaria;* ²*Institute of Entomology, Academy of Sciences, Branisovska 31, 370 05 Ceske Budejovice, Czech Republic*

*Author for correspondence; e-mail: p_k_kalushkov@yahoo.com

Received 25 May 2002; accepted in revised form 14 July 2003

Abstract. The prediction of impact of coccinellids in an aphid infested crop depends on the food specificity of the predator. The response towards thirteen species of aphids (Sternorrhyncha: Aphididae) was therefore tested in the most abundant aphidophagous coccinellid *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae). All aphid species studied (*Eucalipterus tiliae* (L.), *Tuberculatus annulatus* (L.), *Euceraphis betulae* (L.), *Cavariella konoii* Takahashi, *Liosomaphis berberidis* (Kaltenbach), *Acyrtosiphon ignotum* Mordvilko, *Aphis spiraephaga* Müller, *Aphis fabae* Scopoli, *Macrosiphoniella artemisiae* Boyer de Fonscolombe, *Capitophorus hippophaeus* (Walk.), *Acyrtosiphon pisum* (Harris), *Aphis craccivora* Koch, *Sitobion avenae* (Fabricius) were suitable food according to the rate of larval development, larval mortality and adult fresh weight. Females of *C. septempunctata* fed with *A. pisum* and *S. avenae* laid twice as many eggs as those fed with *A. fabae* and *A. craccivora*. These data are needed for effective mass rearing of the studied coccinellid species.

Key words: adult fresh weight, essential food, fecundity, larval development, longevity, mortality

Utilisation des différents stades biologiques de *Coccinella algerica* Kovâr dans la lutte contre *Aphis gossypii* Glover en serre de piment

Monia BEN HALIMA KAMEL

Université Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, Département des Sciences Biologiques et de protection des Végétaux, U.R. 04AGRO4, ISA Chott Mariem Soussie 4022 Tunisia. E-mail: Kamonia_tr@yahoo.fr

Résumé. En serre de piment infesté par *Aphis gossypii* (Glover), différentes techniques d'introduction de *Coccinella algerica* Kovâr sont conduites avec des œufs, des larves du second stade et des adultes. L'introduction des œufs à différentes densités de ponte sur plant se trouve confronté à l'action des prédateurs généralistes et à la mortalité embryonnaire. Le taux d'éclosion est discuté en fonction de la densité et la date du lâcher. Par ailleurs, le lâcher des larves du second stade à une densité de 10 et 20 larves par plant montre une fuite des larves après 72h du traitement indépendamment de la densité. Le lâcher avec 10 larves est plus conseillé du fait du maintien des larves au niveau des points de lâcher. Cependant, l'intervention avec les adultes de *C. algerica* dès l'installation de la culture montre que le prédateur s'est installé et a effectué deux générations au niveau de la culture et ceci par l'analyse de la structure des populations de l'auxiliaire. Il en ressort que la stratégie d'introduction des adultes de *C. algerica* est la plus rigoureuse et la plus simple en cultures biologiques sous serres doit être renforcée par l'introduction des larves du second stade.

Mots-clés. *Aphis gossypii*, *Coccinella algerica*, piment, lutte biologique, serre.

The use of different stages of *Coccinella algerica* Kovâr in biological control of *Aphis gossypii* Glover on greenhouse pepper plant

Abstract. To calibrate biological control in protected crop of pepper against *Aphis gossypii* using *Coccinella algerica*, different techniques were made with eggs, second stage larva and adults. A strategy to introduce the punters of *C. algerica* at different densities was affected by the embryonic mortality and the predation by generalist predator. Therefore, the intervention with second stage larva demonstrated the run away of larvae after 72h of release at different densities used and the release with 10 larva is more counselled. The release of adult ladybird is preferred than the intervention with punters and the second stage. The activity of adult ladybird has been maintained and developed two-generations in the protected crop if this have an insect proof. Population structure of *C. algerica* was analyzed during the culture. The strategy of introduce of ladybird will be enforced with the release of the second stage.

Keywords. *Aphis gossypii*, *Coccinella algerica*, pepper, biological control, protected crop.

L'utilisation des coccinelles prédatrices en lutte biologique

par J. C. TOURNEUR

Institut français de Recherches fruitières Outre-mer.

L'UTILISATION DES COCCINELLES PRÉDATRICES EN LUTTE BIOLOGIQUE

PAR J. C. TOURNEUR.

Fruits, vol. 25, n° 2, février 1970, p. 97 à 107.

RÉSUMÉ. — On désigne sous le nom de « lutte biologique » l'emploi contre certains insectes de leurs ennemis naturels, prédateurs, parasites, etc. C'est avec les prédateurs Coccinellidae que cette méthode s'est imposée en 1889 avec le succès de l'acclimatation de *Rodolia cardinalis* Muls en Californie contre *Levya purshii* Maskell.

Parmi les Coccinellidae certains sont phytophages : *Subcoccinella*, d'autres mycophages : *Thos*, et la grande majorité entomophages : *Rodolia*, *Chilocorus*, *Coccinella*, etc.

Les Coccinelles entomophages sont soit Coccidiphages : *Chilocorus*, *Rodolia*, etc., soit Aphidiphages : *Coccinella*, *Adalia*, etc., soit Aleurodiphages comme *Chilocorus nebulosus* Rossi ou Anariphages comme *Sitona punctillum* Waise.

L'utilisation des Coccinelles entomophages a permis de dégager un critère important : l'efficacité prédatrice. En fonction de cette donnée, les Coccinelles :

- assurant un contrôle économique satisfaisant sont celles qui se nourrissent de Cochenilles ;
- présentant toujours un intérêt mais assurant un contrôle économique insuffisant, sont celles se nourrissant de Pucerons ;
- ne présentant qu'un intérêt local.

En ce qui concerne les Coccidiphages, après le succès obtenu en

Californie avec *Rodolia*, un nouveau succès fut enregistré aux Fidji avec *Cryptognathus vandykei* Maschl dans la lutte contre *Aspidiotus destructor* Signoret. Sur ce même hôte un autre succès fut enregistré avec *Lindorus lophanthus* Blainé aux Nouvelles-Hébrides. Un des derniers succès fut celui de l'introduction de *Chilocorus bipustulatus* L. dans la lutte contre *Parlatoria blanchardi* Targ. en Mauritanie.

En ce qui concerne les Aphidiphages, aucun succès n'a été enregistré à ce jour et seules des études très poussées sont effectuées en France sur la régulation naturelle des populations d'*Aphis fabae* et en Californie sur les populations de *Therioaphis trifolii*.

De ces études il ressort une différence très nette entre les insectes Coccidiphages et Aphidiphages due au comportement des hôtes. Notamment dans leur répartition géographique et mode de vie. Une des différences primordiales réside dans la migration des populations hôtes d'Aphides et le sédentarisme des Coccides.

Le problème clé de l'utilisation d'un prédateur importé ou indigène vient de la nécessité absolue d'une quarantaine pour sa multiplication intensive. De récentes études ont abouti, dans le Sud-Est de la France, à la capture d'une espèce migrante *Adonia undecimnotata* Schmidt.

Certains tentèrent d'analyser les raisons du succès d'introductions de Coccinelles mais l'imprécision des facteurs jugés favorables souligne le caractère succinct de ces analyses. La compréhension des réussites doit faire appel, pour chaque espèce, à des connaissances biologiques et écologiques très complètes. D'après IPERTI « les progrès réalisés dans ces domaines permettent seule une mise au point rationnelle de l'utilisation des Coccinelles introduites ou indigènes dans la lutte biologique ».

Age-specific mating and reproductive senescence in the seven-spotted ladybird, *Coccinella septempunctata*

S. Srivastava and Omkar

Ladybird Research Laboratory, Department of Zoology, University of Lucknow, Lucknow, India

Ms. received: November 15, 2003; accepted: March 19, 2004

Abstract: Adults of the seven-spotted ladybird, *Coccinella septempunctata* Linnaeus (Col., Coccinellidae) were paired for mating from very young to old age (1–50 days) to record the willingness to mate, attainment of sexual maturity and onset of reproductive senescence in both the sexes. Mating commenced after 4 and 2 days of emergence of male and female, respectively, and 100% mating was achieved at the young age in both cases (10 days). Willingness to mate decreased with increase in the age from 40 to 50 days of both the sexes. Ladybird exhibited protandry. Mating duration, fecundity and per cent viability of eggs of middle-aged males (20–30 days old) and females (20 days old) were the highest. Mating duration and per cent viability of eggs were male age dependent, whereas pre-oviposition and oviposition periods were mating stimulus dependent. Oviposition period and fecundity were female age-dependent responses. Fecundity was highest when 20-day-old female and 30-day-old male were paired. Onset of reproductive senescence started at the age of 30 days in males and 20 days in females. The present study confirms the effect of ageing on male and female *C. septempunctata* and supports the Hansen and Price [J. Evol. Biol. (1995) vol. 8, pp. 759–778] model that females mating with young and middle-aged males yield optimal quality progeny.

Key words: *Coccinella septempunctata*, ageing, ladybird, mating incidence, reproduction, reproductive senescence

Predatory effect of *Coccinella septempunctata* on *Thrips tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum*

P. N. Deligeorgidis, C. G. Ipsilandis, M. Vaiopoulou, G. Kaltsoudas and G. Sidiropoulos

Department of Crop Production, Technological Education Institute of Western Macedonia/Branch of Florina, Florina, Greece

Ms. received: October 20, 2004; accepted: April 7, 2005

Abstract: The predatory effect of adult ladybird *Coccinella septempunctata* L. on adults of thrips, *Thrips tabaci* Lindeman, and whiteflies, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), was examined in controlled environment chambers, on tomato leaves, in transparent small plastic cages at proportions of 1/(10 + 10), 1/(20 + 20), 1/(30 + 30) and 1/(40 + 40) predator/number of thrips and whiteflies. We conclude that *C. septempunctata* could be used with success for the biological control of thrips and whiteflies in greenhouse crops, with almost the same effectiveness as for aphids, at predator/prey proportions near 1 : 30. Additionally, it was found a prey preference for *T. tabaci* in comparison with *T. vaporariorum*. According to the model used, effective predation is correlated with predator/prey ratio rather than to prey preference.

Key words: *Coccinella septempunctata*, *Thrips tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, predatory effect, prey preference

Glossaire

(D'après institut.inra.fr et Interaction insectes plantes – Edition Quae – Nicolas Sauvion, 2013).

Agent pathogène : Quelque chose qui provoque directement ou indirectement une maladie. Il peut être physique (chaleur, froid, traumatisme), chimique ou biologique (bactéries phytopathogène, champignons phytopathogène, virus phytopathogène, phytoplasmes...). Dans le cas des d'agents biologiques on parle d'agents infectieux.

Arthropodes : Il s'agit d'embranchement d'animaux invertébrés comprenant les hexapodes (dont font partie les insectes), les trilobites, les crustacés, les chélicérates (araignées et acariens notamment) et les myriapodes.

Auxiliaires : Groupe d'organismes vivants, prédateurs (principalement les insectes entomophages), parasites d'insectes phytophages, organismes entomopathogènes (bactéries, virus...), pollinisateurs, microfaune, microflore, vers de terre....

Ennemis naturels : Groupes d'organismes vivants dont l'action consiste à éliminer les ravageurs de cultures. Il s'agit des prédateurs, des parasitoïdes et des organismes entomopathogènes (bactéries, virus...).

Espèce : Définition selon Ernst Mayer, une espèce regroupe une population ou ensemble de population dont les individus sont effectivement ou potentiellement apte à se reproduire et dont la descendance est viable et féconde dans des conditions naturelles.

Larve : Premier stade de développement de l'individu après l'éclosion de l'oeuf ou la naissance chez les espèces animales ayant un développement post-embryonnaire appelé « indirect ». On rencontre notamment ce type de développement chez les arthropodes (insectes et crustacés).

Nymphe : Stade intermédiaire entre la larve et l'imago lors des mues de métamorphose chez certains insectes.

Parasitisme : Relation biologique entre deux individus où l'un des individus (le parasite) tire profit (ressource, habitat, transport...) en infligeant des couts (survie, reproduction, croissance...) à l'autre individu (l'hôte).

Parasitoïde : Individu qui se développe sur (ectoparasitisme) ou dans (endoparasitisme) un autre organisme (l'hôte) mais qui tue inévitablement ce dernier pendant ou à la fin de son développement (alors que d'autre parasites ne tuent pas leur hôte). La majorité des parasitoïdes sont des insectes (hyménoptères ou diptères) mais il existe également des nématodes, des champignons, des bactéries, des protistes et des virus qui ont ce comportement de parasitisme.

Prédateur : Organisme vivant qui se nourrit de proies qu'il chasse pour lui ou sa progéniture. En entomologie c'est principalement le cas des coccinelles (pas le cas des coccinelles phytophages) et des araignées.

Proie : Organisme vivant dévoré par un animal, le prédateur.

Ravageur : Le ravageur ou insecte ravageur est un insecte nuisible pour les cultures agricoles, et la végétation en générale.

Étude d'un modèle de Lutte biologique dans la région de Tlemcen, Cas de la Coccinelle *Coccinella septempunctata* contre le Puceron *Aphis fabae*.

Résumé

Le but de notre travail est l'essai d'élevage de la coccinelle à sept points *Coccinella septempunctata*, et son utilisation comme un agent de lutte biologique contre les pucerons.

L'élevage est réalisé dans des conditions de laboratoire à Tlemcen durant trois mois : de Mars jusqu'à le mois de Mai. Les résultats obtenus montrent que la durée moyenne du cycle biologique de la coccinelle s'achève après 4 semaines. Les stades larvaires de *C. septempunctata* (L4) et (L3) représente la plus grande voracité des pucerons par rapport aux autres stades larvaires.

Mots clés : Élevage, Coccinelle, Lutte biologique, Pucerons, Tlemcen.

دراسة نموذج مكافحة البيولوجية في منطقة تلمسان ، حالة الدعسوقة ضد حشرة المن

ملخص

، واستخدمتها *Coccinella septempunctata* الهدف من عملنا هو اختبار تأثير الدعسوقة ذات السبعة بقع كعامل تحكم بيولوجي ضد حشرات المن.

تجري عملية التزاوج في ظل ظروف معملية في تلمسان لمدة ثلاثة أشهر: من مارس حتى مايو. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن متوسط مدة دورة حياة الدعسوقة ينتهي بعد 4 أسابيع. تمثل المراحل البيولوجية الأكبر شره من حشرات المن مقارنة بمراحل اليرقات الأخرى (L3) و (L4) من *C. septempunctata*.

الكلمات الدالة

التربية ، الخزنساء ، المكافحة البيولوجية ، المن ، تلمسان

Study of a biological control model in the region of Tlemcen, Case of the Ladybird *Coccinella septempunctata* against the aphid *Aphis fabae*.

Abstract

The aim of our work is to test the breeding of the seven-spotted ladybird *Coccinella septempunctata*, and use as a biological control agent against aphids.

The breeding is carried out under Laboratory conditions in Tlemcen for three months: from March until May. The results obtained show that the average duration of the ladybug's life cycle ends after 4 weeks. The larval stages of *C. septempunctata* (L4) and (L3) represent the greatest voracity of aphids compared to other larval stages.

Keywords : Breeding, Ladybug, Biological control, Aphids, Tlemcen.