

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Batna 2 – Mostefa BEN BOULAÏD
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département d'Ecologie et Environnement



Thèse

Présentée pour l'obtention du Diplôme de :
Doctorat troisième cycle (LMD)

Option
Biodiversité animale et Ecologie Fonctionnelle

Sous le Thème :

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

Présentée par :

M^{me} MALIKA Rahmouni

Devant le jury

Mr. CHAFAA Smail	MCA	Université de Batna 2	Président
Mr. BELHAMRA Mohamed	Prof	Université de Biskra	Rapporteur
Mr. SI BACHIR Abdelkrim	Prof	Université de Batna 2	Examineur
M ^{elle} BOUKHALFA Hafida	MCA	Université de Biskra	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2018/2019

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes remerciements à Monsieur le Directeur Général, de la DGRSDT, professeur AOURAG Hafid pour avoir examiné avec bienveillance les demandes d'intégration en thèse des ingénieurs liés à la recherche en renforçant leurs cursus universitaires via des masters et doctorats. Ma profonde gratitude est également adressée à Madame Lakhdari Fattoum, ex Directrice du CRSTRA, sans laquelle ce travail n'aurait pas pu voir le jour. Ma reconnaissance à mon Directeur de thèse **M^r BELHAMRA M.** Professeur à l'Université de Biskra qui m'a pris en main depuis la graduation à la thèse. Merci pour m'avoir permis de mener à bien cette thèse et pour la confiance qu'il m'a accordée.

Mes remerciements sont également adressés au Dr^r **CHAFAA S.** Maître de conférences 'A' et Doyen de la Faculté des sciences de la vie, Université de Batna 2, pour avoir accepté de présider le jury, et aussi pour ses encouragements.

Je remercie vivement le professeur **Pr SI BACHIRA de** l'Université de Batna 2, pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger ce travail et de participer à ce jury.

Mes profonds remerciements vont à **M^{lle} BOULKHALFA H.** Maître de conférences A à l'Université de Biskra, d'avoir également accepté de faire partie de ce jury.

Je présente mes particuliers remerciements à **M^r BEN SALAH M.K.** Directeur de la station des Bioressources du C.R.S.T.R.A. pour m'avoir apporté ses connaissances, pour sa patience et ses conseils tout au long de la réalisation de ce travail.

Mes sincères remerciements s'adressent à **M^{me} Dr BOUCHEHAM N.** Directrice générale du **C.R.S.T.R.A.** Et je tiens à remercier également tous le staff scientifique et administratif du centre.

J'adresse aussi mes profonds remerciements à **M^r DHOUBI M.H.** Professeur à l'Institut National d'Agronomie de Tunisie, pour m'avoir reçu dans son laboratoire de la lutte biologique et pour son aide.

Je remercie du fond de mon cœur ma chère amie **M^{me} MAAOUM.** pour le soutien et les services qu'il me rendait au cours de mes années d'études.

La partie terrain de cette étude, n'aurait pas été possible sans le soutien de **MrDJOUDIA.M.,M^{me}BAAZIZI K. et M^rBERRDJOUH D.**

Mes remerciements à **M^r OUAMANE T.** pour sa contribution très efficace à la réalisation des analyses statistiques. Ton aide et ton soutien m'ont été précieux.

Mes remerciements sont adressés à tous mes collègues au sein de la station des Bioressources d'ElOutaya et tousmes enseignants depuis l'école primaire jusqu'à ce jour.

Dédicaces

A mes très chers parents que Dieu les bénisse.

A mon époux.

A mes enfants : Mohamed, Mayar.

A mes chers sœurs et frères.

A mes adorables nièces et neveux.

Aux familles RAHMOUNI et DJOUDI.

A une Algérie meilleure

LISTE DES TABLEAUX

Liste des tableaux

Tableau 1 : Précipitations moyennes annuelles durant la période (2006-2016).....	5
Tableau 2 : Les températures de la wilaya de Biskra durant la période (2006-2016).....	6
Tableau 3 : Les moyennes annuelles du vent durant la période 2006-2016.....	7
Tableau 4 : Calcul de l'indice pluviométrique Q d'EMBRGER.....	8
Tableau 5 : Inventaire de la faune de la région de Biskra.....	9
Tableau 6 : Espèces des pucerons préférées par <i>C. algerica</i> et leur plantes hôte.....	18
Tableau 7: Principaux groupes de pucerons	21
Tableau 8: Espèces de pucerons inventoriées.....	22
Tableau 9. Liste de l'entomofaune inventoriée.....	41
Tableau 10 : Liste de l'entomofaune auxiliaires inventoriés.....	45
Tableau 11. Répartition de l'entomofaune auxiliaires par groupe trophique.....	48
Tableau 12. Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces de l'entomofaune axillaires capturés.....	50
Tableau 13. Richesse moyenne des espèces d'auxiliaires capturées par mois.....	51
Tableau 14. Valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H') et d'équitabilité (E) appliquées aux espèces des auxiliaires capturées.....	52
Tableau 15. Indice de diversité de Margalef calculé pour les espèces d'auxiliaires collectées durant la période d'étude (Janvier 2015 à Janvier 2016.).....	53
Tableau 16 : Durée moyenne du développement (en jours) de <i>C. algerica</i> dans les conditions contrôlées	54
Tableau 17 : La biométrie des stades larvaires	55
Tableau 18: Nombre d'œufs pondus par femelle et taux d'éclosion sous les conditions contrôlées.....	55
Tableau 19 : Nombre d'œufs pondus par femelle et taux d'éclosion sous serre.....	56

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 20 : Etude des paramètres de la reproduction de <i>C.algerica</i>	57
Tableau 21 : Longévité des mâles et des femelles de <i>C.algerica</i> en laboratoire.....	57
Tableau 22: Matrice de corrélation (Pearson) entre les différents paramètres biologiques de coccinelle.....	58
Tableau 23: Corrélation entre le nombre des œufs de la première ponte et le nombre total des œufs pondus	59
Tableau 24: Corrélation entre le nombre des œufs de la première ponte et le nombre moyen des œufs pondus.....	59
Tableau 25: Corrélation entre le nombre des œufs de la première ponte et le nombre moyen des œufs éclos.....	59
Tableau 26: Corrélation entre le nombre des œufs de la 2ème ponte et le nombre de pontes.....	59
Tableau 27: Corrélation entre le nombre moyen des œufs pondus /j et le nombre totale des œufs pondus.....	60
Tableau 28: Corrélation entre le nombre moyen des œufs pondus /j et le nombre moyen des œufs	60
Tableau 29: Corrélation entre le nombre moyen des œufs pondus /j et le nombre moyen des œufs éclos	60
Tableau 30: Corrélation entre le nombre moyen des œufs pondus /j et longévité des femelles.....	60
Tableau 31: Corrélation entre le nombre totale des œufs pondus et le nombre moyen des œufs Eclos.....	61
Tableau 32: Corrélation entre le nombre total des œufs pondus et longévité des femelles	61
Tableau 33: Corrélation entre le taux d'éclosion et le nombre moyen des œufs éclos	61
Tableau 34: Corrélation entre le nombre moyen des œufs éclos et longévité des femelles.....	61
Tableau 35: Corrélation entre le nombre moyen des œufs et longévité des femelles	62
Tableau 36 : Etude des paramètres du développement de <i>C.algerica</i>	62
Tableau 37 : Les paramètres de la reproduction de <i>C.algerica</i>	63
Tableau 38: Les paramètres biologiques de <i>C.algerica</i> élevée sur les aliments naturels ou de substitution.....	67
Tableau 39: Taux de mortalité de <i>C.algerica</i> élevée sur les aliments naturel ou de substitution.....	68
Tableau 40 : les paramètre de la reproduction de <i>C.algerica</i> élevée sur les aliments naturels ou de substitution.....	69

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Liste des figures

Figure 1 : Limites administratives de la wilaya de Biskra.....	4
Figure 2: Diagramme Ombrothèrmique de la région de Biskra pour la période de 2006-2016.....	7
Figure 3: Situation de la région de Biskra dans le climagramme d'Emberger 2006-2016.....	8
Figure 4: Position géographique du site de la station Bioressources d'ElOutaya (Image satellitaire, Google Earth, 2018).....	13
Figure 5: Adulte de <i>Coccinella algerica</i> sur une fleur de piment.....	14
Figure 6 : (a,b) <i>C. algerica</i> et <i>C. septempunctata</i> , (c,d) vue latérale de <i>C. algerica</i> et <i>C. septempunctata</i> . (Bensusan et al.,2006).....	15
Figure 7: Cycle biologique de coccinelle.....	16
Figure 8 : Morphologie des pucerons ailés et aptères	20
Figure 9: Cycle de reproduction hétéroécique du puceron.....	21
Figure 10: Dispositif expérimentale dans la serre	31
Figure 11: Échantillonnage des feuilles par plant.....	32
Figure 12: Luzernière de la station.....	34
Figure 6: (a) Cages d'élevages dans la serre et (b) en laboratoire.....	35
Figure 7 : Boîtes d'élevage de la pyrale.....	36
Figure 8 : Œufs de la pyrale.....	36
Figure 9 : Préparation d'un milieu délavage.....	36
Figure 10 : Transfère des œufs.....	37
Figure 11 : (a ; b ; c ; d) Lâchers des larves et des adultes de <i>C.algerica</i>	40
Figure 19: Importance des espèces par ordre.....	44
Figure 20: Importance des familles par ordre.....	44
Figure 21: Proportions de l'entomofaune auxiliaires.....	46
Figure 22: Variations temporelles des populations de l'entomofaune auxiliaires répertoriés dans la station.....	47
Figure 23: Répartition trophique de l'entomofaune auxiliaires.....	49

LISTE DES FIGURES

Figure 24: Évolution de la richesse spécifique des espèces d'auxiliaires par mois.....	51
Figure 25: Activité de vol des pucerons sur le piment sous serre en fonction de la température et humidité relative.....	64
Figure 26: Activité de vol des pucerons sur le piment sous serre et leur ennemi naturel.....	65
Figure 27: Activité mensuelles de population de <i>C.algerica</i> dans la station.....	66
Figure 28: Activité mensuelle de population de <i>C.algerica</i> sous serre.....	66
Figure 29: Evolution mensuelle de population depucerons en fonction de <i>C.algerica</i> sous serre.....	70

LISTE DES ABREVIATIONS

Liste des abréviations

A	<i>Aphis</i>
AR	Abondance relative
B_(T+6)	biomasse aphidienne totale après le traitement biologique
B_(T)	biomasse observée le jour où celui-ci a été effectué
BIO	Biologique
C.	<i>Coccinella</i>
C.R.S	Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides
C.T.R.A	Centre Climatologique National d'Algérie
C.C.N.A	Direction de planification et de suivi budgétaire
D.P.S.B	Direction de secteur agricole
DSA	<i>Ectomylois</i>
E	L'équitabilité ou indice d'équi-répartition
E	Indice de diversité de Shannon exprimé en unité bits;
H'	Hauteur
H	Taux d'éclosion
hx	Humidité relative
HR	Institut national de la recherche d'agronomie d'Algérie
I.N.R.A.A	Biodiversité
I	L'indice d'Emberger
Q	Qualité de l'échantillonnage
Q N	Nombre des femelles vivantes à l'âge x
Lx	Larguer
L	Laboratoire
Labo	<i>Myzus</i>
M.	Nombre moyen de descendants produits par les femelles à l'âge x
Mx	Nombre d'espèces observées une seule fois en un seul exemplaire.
N	Abondance relative de chaque espèce, est égal à n_i/N
Nbr	Nombre des espèces du relevé i
n_i	Abondance de l'espèce de rang i
n_i	Nombre de relevés.
P	Nombre total de relevés
p_i	Précipitation
S	Signification
Sig	Richesse moyenne
Sm	Température
TP	Taux de prédation apparent
T	La richesse totale
TPA	Nombre total des individus de toutes les espèces confondues
r	l'âge de la femelle lors de la première ponte
α	l'âge des femelles à la dernière ponte
β ε-ω	Longévité

LISTE DES ABREVIATIONS

Sommaire

INTRODUCTION	1
1. MATERIEL ET METHODES	3
1.1. Présentation de la region d'étude	3
1.1.2. Facteurs abiotiques	4
1.1.3. Facteurs biotiques	9
1.1.4 Présentation de la station d'étude	12
1.2 Présentation du modelé biologique étudié <i>Coccinella algerica</i> kovar,1977 et leur prois (pucerons)	13
1.2.1Présentation des caractéristiques biologiques et morphologiques de la coccinelle	13
1.3 Méthodologie d'étude	24
1.3.1Etude de l'entomofaune de la station d'étude	24
1.3.2Etude de développement et de reproduction de la coccinelle	28
1.3.3 Dynamique des populations de puceron	31
1.3.4 Lutte biologique	33
2. RESULTATS	41
2.1 Étude de l'entomofaune de la station d'etude	41
2.1.1 Résultats de l'inventaire global de l'entomofaune	41
2.1.2 Inventaires de l'entomofaune auxiliaire	45
2.2 Etude de developpement et de reproduction de la <i>c.algerica</i>	54
2.2.2Paramètres de reproduction	55
2.2.3Test de corrélation (Pearson)	58
2.3Dynamique des pucerons sur la culture du piment	64
2.3.1 En fonction des paramètres écologiques (Température et Humidité relative)	64

LISTE DES ABREVIATIONS

2.3.2	En fonction de leur prédateur <i>C.algerica</i>	65
2.4	Dynamique des populations de <i>C.algerica</i>	66
2.5	Lutte biologique	67
2.5.1	Paramètres biologiques et des productions de <i>C.algerica</i> élevée sur l'aliment naturel (les pucerons) et sur l'aliment de substitution (œufs d' <i>E. ceratoniae</i>).....	67
2.5.2	Test de voracité.....	69
2.5.3	Lâcher de <i>C. algerica</i> dans la serre d'étude	70
3.	DISCUSSION	72
3.1	Étude de l'entomofaune de la station d'étude.....	72
3.1.1	Inventaire global de l'entomofaune.....	72
3.1.2	Inventaire de l'entomofaune auxiliaire.....	73
3.2	Étude de développement et de reproduction de la <i>C. algerica</i>	75
3.2.1	Les paramètres de développement (Table de vie).....	75
3.2.2	Les Paramètres de reproduction.....	76
3.3.	Dynamique des pucerons de piment.....	76
3.3.1.	En fonction des paramètres écologiques (Température et Humidité relative).....	76
3.3.2	En fonction de leur prédateur <i>C. algerica</i>	77
3.4	Lutte biologique.....	77
3.4.1	Paramètres biologiques et de reproduction de <i>C. algerica</i> élevée sur l'aliment naturel (les pucerons) et sur l'aliment de substitution (Œufs d' <i>E. ceratoniae</i>).....	77
3.4.2	Test de voracité.....	78
3.4.3	Impact des lâchers de <i>C. algerica</i> sur la population de pucerons.....	78
	CONCLUSION GENERALE	80
	Références bibliographiques	82
	Résumé	100
	Abstract	101

LISTE DES ABREVIATIONS

الملخص.....102

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La lutte biologique agit, entre autre, au moyen d'organismes vivants antagonistes, appelés agents de lutte biologique. Parmi les nombreux insectes, nous pouvons citer la coccinelle algérienne, *Coccinella algerica* L Kovàr 1977, qui est principalement aphidiphage (Lablokoff–Khanzorian, 1982). Du fait qu'elle est autochtone elle agit instantanément pour réduire les populations pullulantes de déprédateurs à des niveaux tolérables. Ce qui constitue un avantage certain vis-à-vis Cette lutte biologique constitue donc une des alternatives à la lutte chimique, qui peut être un moyen de réduction des pesticides. Elle est considérée comme une manière d'utiliser les ennemis des espèces, considérées comme nuisibles, pour en réguler la population, en dessous d'un seuil acceptable. Par ailleurs, les diagnostics taxonomiques et écologiques dans les différents palmeraies biologiques montrèrent cette aptitude des écosystèmes oasiens à favoriser l'émergence des types d'entomofaunes zoophages et surtout prédateurs (Diab et *al.*, 2015). Les coccinelles sont utilisées dans le cadre de nombreux projets de lutte biologique, afin de lutter contre plusieurs ravageurs comme les pucerons, les aleurodes ou bien les cochenilles (Michaud et *al.*, 2008). L'utilité des larves ainsi que, des adultes est reconnue mondialement, comme en attestent les élevages mis en place pour effectuer des lâchers sous serre, leurs ventes par des entreprises spécialisées et les nombreuses études effectuées afin de mieux les connaître (Frank & Mizell, 2009). Dans la pratique, la lutte biologique est utilisée depuis les balbutiements de l'agriculture pour protéger les cultures contre des agresseurs occasionnant de grosses pertes de récolte, (Lydie, 2010). Par exemple, dans la station Bioressource, la lutte biologique ou précisément l'interdiction d'utiliser les produits phytosanitaires et favoriser les équilibres écologiques semble correspondre à cette volonté de production *bio*, celle-ci s'inscrit dans la stratégie des axes de recherches paritaires validés par le groupe d'experts et par le conseil scientifique du CRSTRA (Belhamra, com pers). En effet, parmi les missions de la station est de produire un référentiel, reproductible et faisable à l'échelle des Ziban. C'est pourquoi, Il est donc essentiel pour la qualité des produits bios de la station, de mener des études sur la biodiversité. D'autant plus que depuis la création de la station, nous ne disposons pas encore d'un inventaire qui concerne.

En l'absence de lutte directe, le nombre de pucerons pourrait atteindre des effectifs est grand, il peut causer un stress pour la plante, ce qui se traduit par une diminution importante de la photosynthèse (Diaz-Montano et *al.*, 2007). Les virus qui coexistent avec les espèces de pucerons sont à l'origine des dégâts considérables (Milairé, 1981), en plus, le miellat constitue une source d'attraction pour les fourmis, les guêpes et favorise l'apparition des certaines espèces fongiques

INTRODUCTION

(Hullé ,1999). Cependant, depuis la création de la station nous ne nous notons aucune attaque de ce genre.

Cette question est très importante pour tester la possibilité d'élevage, coccinelles autochtones et qui pourrait contribuer à apporter un contrôle suffisant des pucerons. Néanmoins, cette méthode de lutte se confronte d'une part au coût élevé d'élevage de masse et, d'autre part, aux méthodes d'introduction de ces auxiliaires dans l'agroécosystème. (Tourneur, 1970). C'est pourquoi, la question de recherche nous emmène à essayer de comprendre comment est régit la structure, le fonctionnement de la faune axillaire et également phytophage au sein de la station Bioressources ? Comment une espèce prédatrice comme la *Coccinella algerica* s'attaque à plusieurs espèces de pucerons? Selon Ben Salah (2016), l'activité des femelles de la pyrale des dattes s'étale sur plusieurs jours, selon la fertilité de la femelle et le nombre de ponte, dans ce cas peut-on substituer l'aliment œufs de pucerons par ceux de la pyrale de la datte ?

Les objectifs spécifiques sont:

- Caractérisation biologique et morphologique de notre modèle biologique et de sa proie via un inventaire taxonomique et écologique de la biocénose de la station d'étude ;
- étudier certains paramètres biologiques et de reproduction de la *Coccinella algerica*. ;
- détermination le taux de consommation des items comme œufs de pyrale de la datte et les durées des divers stades seront étudiés.
- Mener des essais en deux conditions différentes (contrôlées et semi contrôlées) pour cerner la dynamique du développement de *C. algerica* et mettre en évidence son rôle en tant que prédateur dans contrôle des populations de pucerons.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Présentation de la region d'étude

1.1.1. Situation géographique

La wilaya de Biskra est située à l'est de l'Algérie, au sud des monts des Aurès, la wilaya de Biskra apparaît comme un véritable espace tampon entre le Nord et le Sud. Sa superficie est de 21671 km² (Farhi, 2001), et son altitude est de 128 m au-dessus de la mer.

Biskra est limitée par (Fig. 1) :

- **Au Nord** : Wilaya de Batna et M'sila.
- **Au Sud** : Wilaya de Ouargla et El-Oued.
- **A l'Est** : Wilaya de Khenchela.
- **A l'Ouest** : Wilaya de Djelfa.

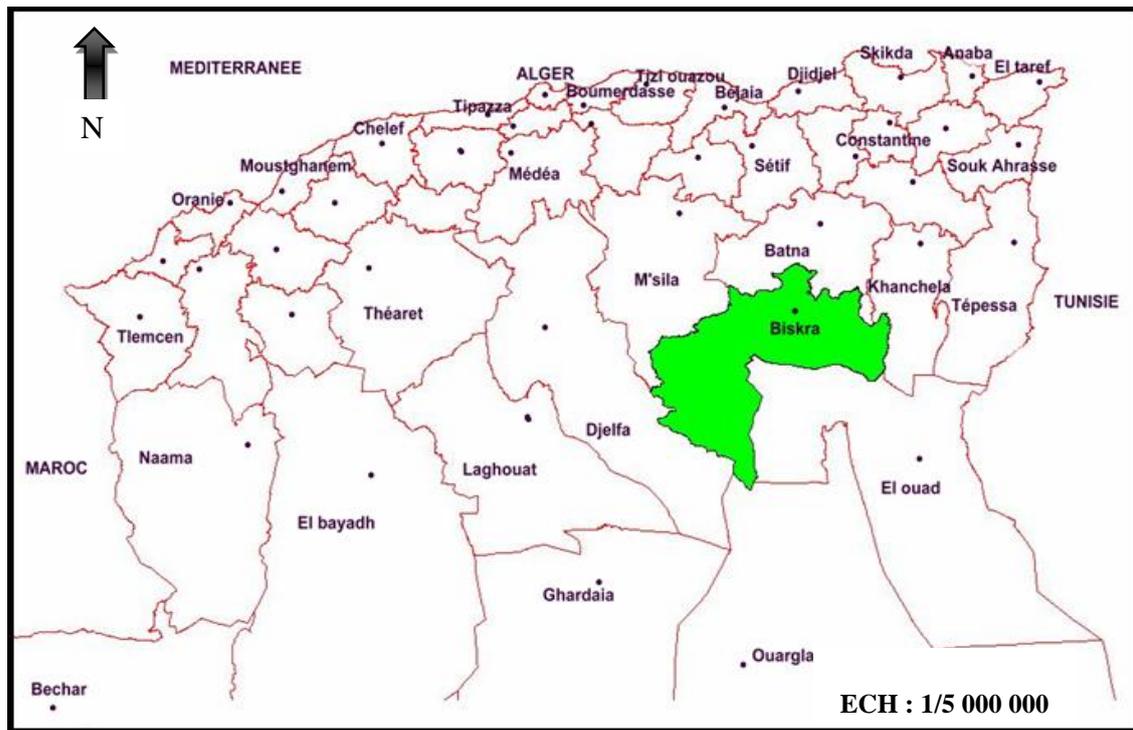
Biskra, est le centre et comme la capitale des oasis des Ziban. Se compose de quatre groupes d'oasis :

Le Zab El-Biskra : C'est le centre des Ziban.

Le Zab Chergui : Chetma, Sidi Khelil, Droh, seriana, Garta, Sidi Okba, Ain Naga, Sidi Salah, Z'ribet El-Oued, Liana, Khanga Sidi Nadji, Badès, Z'ribet Hamed, El-Feidh, Sidi Mohamed Moussa, El-Haouch. L'ensemble du Zab Chergui comprend ainsi le territoire situé entre les pentes méridionales de l'Aurès et le chott Melghir, à l'Est de Biskra.

Le Zab Guebli : Il renferme Oumach, Mlili, Bigou, Ourlal, Ben Thiou, Saira, Lioua, Ouled Djellal, et Sidi Khaled. La vallée de l'Oued Djedi contient les oasis du Zab Gebli citées plus haut. Une bande sableuse et marécageuse sépare les deux Zab (Le Zab Dahraoui et le Zab Gebli) ainsi :

Le Zab Dahraoui : Comprend, Bou Chagroune, Lichana, Zaatcha, Farfar, Tolga, et Bordj, Foughala, El Amri.



(Carte original traité par Arc-Gis)

Figure 12 : Limites administratives de la wilaya de Biskra

1.1.2. Facteurs abiotiques

1.1.2.1 Sol

Le sol compose un élément important des biotopes terrestres. Les études morpho-analytiques des sols de la région d'étude montrent l'existence de plusieurs types de sols avec comme traits pédologiques la salinisation, les apports alluvionnaires et colluvionnaires, les apports évolués et les remontées capillaires (Bougherara & Lacaze, 2009).

D'après Khachai (2001), Ammari et Meziani (2008), plusieurs groupes sont déterminés. La partie Sud, est surtout caractérisée par les accumulations salées, gypseuses et calcaires. Celle de l'Est, est dominée par les sols alluvionnaires et argileux fertiles. Les zones du Nord (montagnes), sont occupées de sols peu évolués et peu fertiles. La plaine du Nord-ouest, est dominée par des sols argileux-sodiques et elle est alimentée en permanence par des eaux fortement minéralisées.

Les sols de la région de Biskra, sont pauvres en éléments nutritifs, leur pH est alcalin ($>7,5$), leur taux de calcaire et leur perméabilité sont élevés. Leur faible teneur en argile, leur confère une faible capacité d'échange cationique (Daoud & Halitim, 1994).

1.1.2.2 Climat

Le climat de la région de Biskra est saharien, sec en été et froid en hiver. Les données climatiques sont non seulement des éléments déterminants du milieu physique mais elles ont aussi des effets directs sur les êtres vivants animaux et végétaux (Ramade, 1984). Les facteurs climatiques qui nous semblent importants pour notre problématique sont les précipitations, la température, l'humidité et le vent

a. Pluviométrie

En 2004, Oueld El Hadj montre que les effets des températures sont toujours difficiles à isoler de ceux des précipitations, parce que ce sont des facteurs bornant l'activité et la dissémination des insectes.

Selon Dedryver (1982), les fortes précipitations peuvent limiter le vol des pucerons, réduisent leur fécondité et augmentent leur mortalité. La pluviométrie est un facteur écologique d'importance fondamentale (Ramade, 1984).

Le tableau (1) rassemble les variations mensuelles annuelles des pluies de la région d'étude. Elles sont définies par une précipitation faible et irrégulière avec une moyenne annuelle environ de 154,6 mm sur la décennie (2006-2016) et un maximum est enregistré en octobre (27,7 mm). Le minimum est relevé en juillet (1,2 mm).

Tableau 1 : Précipitations moyennes annuelles durant la période (2006-2016) (C.C.N.A¹)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XI	Total
												I	
P (mm)	14,5	6,5	16,6	21	13,1	8,3	1,2	3,3	19,8	27,7	11	11	154,61

b. Températures

Les effets majeurs d'une élévation de température sont l'augmentation des taux d'activité et de prédation (Dixon et al., 2005; Elliott et al., 2002; Xia et al., 1999; Xia et al., 2003). Chez les coccinelles, la consommation quotidienne de proies s'accroît avec la température (Cocuzza et al., 1997; Ferran & Larroque 1979).

¹ Centre Climatologique National d'Algérie

D'après Hullé et Coeur d'Acier (2007), les températures agissent sur la vitesse de croissance des pucerons et leur fécondité. Tandis qu'une femelle de puceron a besoin en moyenne de 120°C (soit 10 jours à 12°C par exemple ou bien 6 jours à 20°C).

L'étude des températures pour la période (2006-2016) (Tab.2), montre que les moyennes mensuelles des températures sont supérieures à 20°C d'avril à Octobre. La moyenne mensuelle la plus élevée est enregistrée en juillet (34,12°C) et la plus faible en janvier (12°C).

La moyenne des températures maximales varie de 16,91°C au mois de janvier à 41,2°C au mois de juillet. La moyenne des températures minimales varie de 6,27°C (janvier) à 28,01°C (juillet).

Tableau 2 : Les températures de la wilaya de Biskra durant la période (2006-2016) (C.C.N.A)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy
T. min	6,27	7,82	11,76	15,39	20,5	25	28,0	27,7	23,1	18,6	11,7	7,9	17,0
T. max	16,9	19,1	23,87	27,52	31,9	38,1	41,2	39,8	34,0	29,6	21,7	17,2	28,4
T. moy	12,0	12,6	16,2	21,11	25,69	31,48	34,12	33,55	27,48	23,14	16,3	14,0	22,7

c. Humidité

L'humidité relative moyenne annuelle à Biskra durant la décennie citée plus haut montre qu'elle est caractérisée par de faibles valeurs, de l'ordre de 43,9%. Tandis que les valeurs maximales sont enregistrées au cours du mois de décembre 59,33% et les plus faibles sont en juillet de 28%.

Bonnemaison(1950), montre que le vol des pucerons est faible lorsque l'humidité relative est supérieure à 75% et la température inférieure à 13°C, par contre, le vol des pucerons est important. Lorsque l'humidité relative inférieure à 75% avec une température comprise entre 20 et 30°C.

d. Vents

En 2010, Labrie et al., montrent que la dispersion des insectes, notamment les pucerons et leurs ennemis naturels sont influencés par la vitesse du vent et sa direction qui déterminent la distribution et l'aptitude de déplacement des pucerons. Ils sont transportés à de longues distances qui peuvent atteindre 150 à 300 km (Robert, 1982).

Dans la région de Biskra, les vents dominants en hiver sont des vents de Nord-ouest, relativement humides. A partir du printemps les vents soufflant du Sud-est sont très secs et chauds ils sont

accompagnés de sable. Le régime des vents est en fonction des saisons (Seltzer, 1946). La vitesse moyenne annuelle des vents fréquents est de 4,3 m/s. Elle varie de 3,63 m/s en octobre à 5,86 m/s en avril (Tab. 3).

Tableau 3 : Les moyennes annuelles du vent durant la période 2006-2016 (C.C.N.A.)

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Moy
V moy (m/s)	4,18	4,3	5,5	5,86	5,6	4,37	4	3,76	4,07	3,63	4,14	4,2	4,44

e. Synthèse bioclimatique

- Diagramme Ombrothermique de Gaussen

Selon Bagnouls & Gaussen (1953) ainsi que Dajoz (1985), lorsque les moyennes des précipitations (P) exprimées en mm sont inférieures au double de la valeur de la température moyenne (T) = $(P < 2T)$, on considère que le mois est sec.

Le diagramme Ombrothermique de Gaussen est une méthode graphique où sont portés en abscisse les mois et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T°), avec $P = 2T$.

Alors, le climat est sec quand la courbe des températures se situe au-dessus de celle des précipitations.

A Biskra, les données de la période allant de 2006 à 2016, ont mis en évidence que la période sèche s'étale sur la totalité de l'année, avec une forte chaleur en juin, juillet et août (Fig.2).

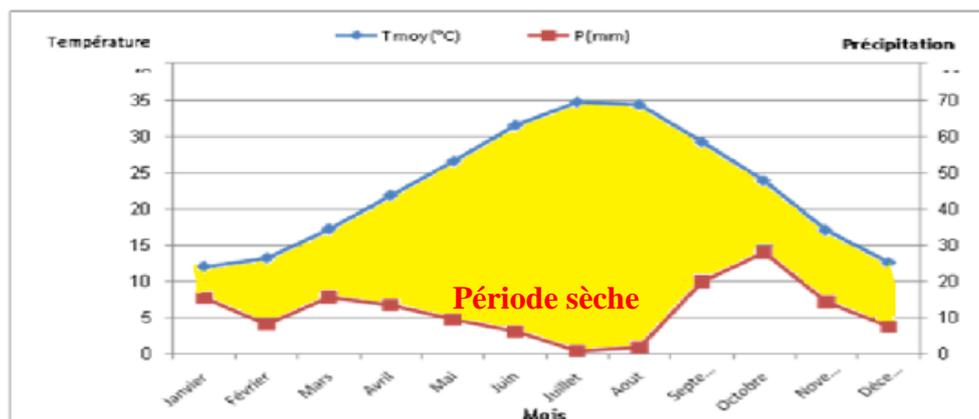


Figure 13: Diagramme Ombrothermique de la région de Biskra pour la période de 2006-2016

• **Climagramme d'Emberger**

L'indice d'Emberger permet de caractériser les climats et leur classification dans des étages bioclimatiques différents. L'indice d'Emberger ou le quotient pluviométrique est calculé selon la formule suivante :

$$Q_3 = 3,43 P / M - m$$

Tableau 9 : Calcul de l'indice pluviométrique Q d'EMBRGER

Région	P (mm)	M	m	Q ₃	Etage
Biskra	128,8	41,2	6,27	12,64	Saharien à hiver tempéré

P : cumul pluviométrie moyen annuel en mm

M : température moyenne maximale du mois le plus chaud en °C

m : température moyenne minimale du mois le plus froid en °C

Cette valeur de Q₃ (12,64), permet de situer la région de Biskra dans l'étage bioclimatique saharien à hiver chaud (Fig.3).

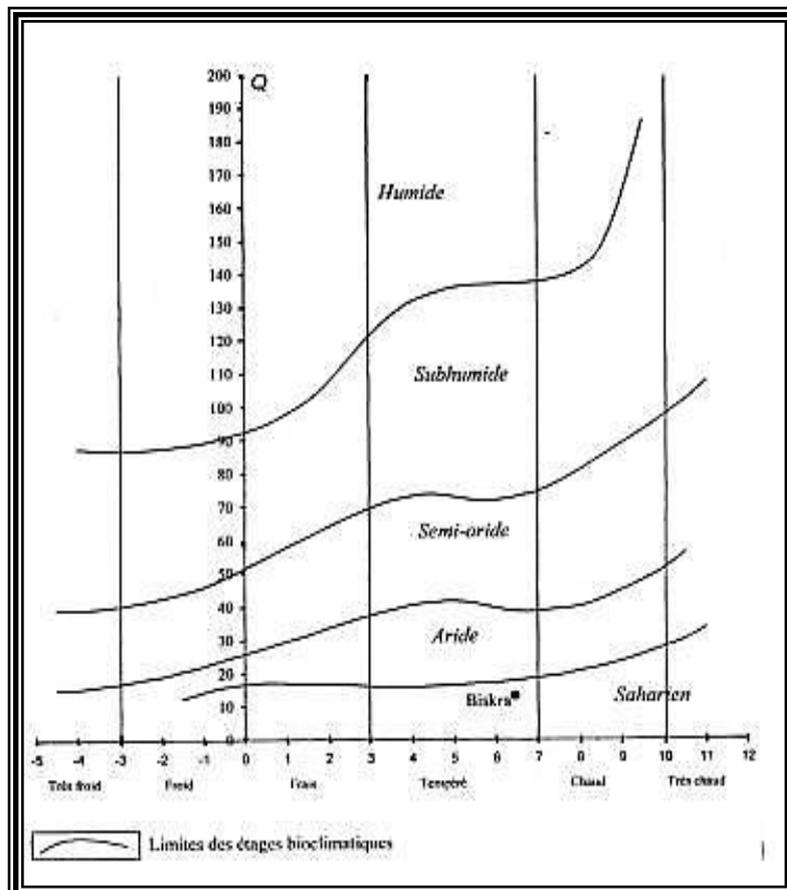


Figure 3: Situation de la région de Biskra dans le climagramme d'Emberger 2006-2016

1.1.3. Facteurs biotiques

1.1.3.1 Flore

La flore de Biskra rassemble environ 280 espèces végétales. Elle est formée principalement de *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, *Artemisia herba-alba* et *Tamarix articulata* (Khachai, 2001).

Le milieu cultivé de la région de type oasien, ou l'agriculture principale est *Phoenix dactylifera* palmier dattier. En 2007, le nombre de palmier était de 4 127 800, alors qu'en 2014, il est passé à 4 286 354, dont 3 894 898 sont productifs, la végétation sous palmier, conçoivent entre autres, des arbres fruitiers (*Olea europaea*, *Ficus carica*, *Punica granatum*), des espèces maraîchères (*Vicia faba*, *Allium cepa*, *Allium sativum*, *Pisum sativum*, *Cucurbita pepo*, *Daucus carota*) et des céréales (*Triticum durum*, *Triticum aestivum*, *Hordeum vulgare*). La superficie réservée à l'arboriculture était de 6323ha en 2007 (D.S.A² de Biskra, 2014), pour atteindre 24201ha en 2014 (D.P.S.B³, 2014).

La partie du Zab ElCharki, se caractérise par les cultures maraîchères de plein champ comme (fève et pastèque). Alors que, dans la partie du Zab El Gharbi, c'est surtout les cultures sous abris qui sont les plus choisies, elles dont la superficie est passée de 500 ha en 1990, à 5 16 4,8 5h à en 2014, et en 2006, la superficie totale semée par les céréales était de 18 530 ha (D.S.A de Biskra, 2014), alors qu'elle a atteint 24 201ha en 2014 (D.P.S.B, 2014).

1.1.3.2 Faune

La longue histoire de culture oasienne est donc à l'origine d'une diversité génétique exceptionnelle, des savoirs et savoir-faire dans la conduite du palmier dattier, des autres cultures sous-jacentes et des animaux, (I.N.R.A.A⁴, 2006).

Diab (2015), a inventorié les principales classes de la faune de la région de Biskra.

Tableau 5 : Inventaire de la faune de la région de Biskra, (Diab et al., 2015)

Ordres	Espèces
	<i>Tripinota (epicometis) hirta</i> (Poda, 1761) <i>Coccinella septempunctata</i> (Linné, 1758) <i>Psyllobara viaintiduopunctata</i> (Linné, 1758) <i>Tropinota squalida</i> (Scopoli, 1783) <i>Agrilus scythicus</i> (Krolik and Janicki, 2005)

² D.S.A : Direction des services agricoles

³ D.P.S.B : Direction de planification et de suivi budgétaire

⁴ I.N.R.A.A : Institut national de la recherche agronomique d'Algérie.

COLEOPTERA	<p><i>Pimelia payraudi</i> (Latreille, 1829) <i>Diaperis maculata</i> (Olivier, 1791) <i>Gonocephalum granulatum nigrum</i> (Kuster, 1849) <i>Blaps sp.</i> <i>Coelocnemis obesa</i> (LeConte, 1851) <i>Anidorus sanguinolentus</i> (Gotz, 1783) <i>Calosoma inquisitor</i> (Linné, 1758) <i>Carabus sp.</i> <i>Brachinus explodens</i> (Duftschmid, 1812) <i>Lophyra flexuosa</i> (Fabricius, 1787) <i>Anthia duodecimguttata</i> (Bonelli, 1813)</p>
HYMENOPTERA	<p><i>Psilothrix viridicoerulea</i> (Geoffroy, 1758) <i>Macroductylus subspinosus</i> (Fabricius, 1775) <i>Anomala marginata</i> (Fabricius, 1792) <i>Larinus sp.</i> <i>Liophloeus tessulatus</i> (Muller, 1776) <i>Clytra sp.</i> <i>Mylabris bipunctata</i> (Linné, 1767) <i>Vespidae Polistes sp.</i> <i>Colletidae Colletes sp.</i> <i>Megachilidae Megachile rotundata</i> (Fabricius, 1787) <i>Ichneumonidae Dusona sp.</i> <i>Netelia sp.</i> <i>Scoliidae Megascolia maculata</i> (Drury, 1773) <i>Apidea Apis mellifera</i> (Linné, 1758) <i>Xylocopa violacea</i> (Linné, 1758) <i>Formicidae Formica incerta</i> (Buren, 1944) <i>Camponotus sp.</i> <i>Messor barbara</i> (Linné, 1797) <i>Myrmicinae Solenopsis invicta</i> (Buren, 1972) <i>Pompilidae Arachnospila minututa</i> (Dahlbom, 1842) <i>Braconidae Phanirotoma sp.</i></p>
DIPTERA	<p><i>Melanostoma mellinum</i> (Linné, 1758) <i>Tipula paludosa</i> (Meigen, 1830) <i>Dusona sp.</i> <i>Systoechus vulgaris</i> (Loew, 1863) <i>Neoitamus sp.</i> <i>Metatropis rufescens</i> (Herrich-Schaffer, 1835)</p>

HEMIPTERA	<p><i>Codophila varia</i> (Fabricius, 1787) <i>Nezara viridula</i> (Linné, 1758) <i>Perillus Bioculatus</i> (Fabricius, 1775) <i>Acrosternum heegeri</i> (Fieber, 1861) <i>Dolycoris baccarum</i> (Linné, 1758) <i>Eurydema ornata</i> (Linné, 1758) <i>Ancyrosoma leucogrammes</i> (Gmelin, 1790) <i>Pentatoma rufipes</i> (Linné, 1758) <i>Carpocorpuris purpureipennis</i> (DeGerr, 1773) <i>Stenotus binotatus</i> (Fabricius, 1794) <i>Oxycarenus lavaterae</i> (Fabricius, 1787) <i>Cydnidae sehirus luctuosus</i> (Mulsant and Rey, 1866) <i>Dicranocephalus Albipes</i> (Fabricius, 1781) <i>Sphaerophoria scripta</i> (Linné, 1758) <i>Cheilisia variabilis</i> (Panzer, 1798) <i>Syrphus vitripennis</i> (Meigen, 1822)</p>
LEPIDOPTERA	<p><i>Peleteria varia</i> (Fabricius, 1794) <i>Hyles lineate</i> (Fabricius, 1775) <i>Mythimna vitellina</i> (Hubner, 1808) <i>aliena</i> (Linné, 1767) <i>Orthosia gothica</i> (Linné, 1758) <i>Pararge aegeria</i> (Linné, 1758) <i>Araschnia levana</i> (Linné, 1758) <i>Vanessa cardui</i> (Linné, 1758) <i>Danaus plexippus</i> (Linné, 1758) <i>Pontia daplidice</i> (Linné, 1758) <i>Pieris rapae</i> (Linné, 1758) <i>Lycaena helle</i> (Denis and Schiffermuller, 1775) <i>Euchloe simplonia</i> (Freyer, 1829) <i>Glaucopsyche melanops</i> (Boisduval, 1828) <i>Polyommatus semiargus</i> (Rottemburg, 1775) <i>Macroglossum stellatarum</i> (Linné, 1758) <i>Idaea fuscovenosa</i> (Goeze, 1781) <i>Tuta absoluta</i> (Meyrick, 1917) <i>Euchloe (Elphinstonia) lessei zagrosicus</i> (Bernardi, 1957)</p>
HOMOPTERA	<p><i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877) <i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776) <i>Rhopalosiphum padi</i> (Linné, 1758) <i>Hyadaphis foeniculi</i> (Passerini, 1860) <i>Therioaphis trifolii</i> (Monell, 1882)</p>
ODONATA	<p><i>Sympetrum sanguineum</i> (Muller, 1764) <i>Sympetrum vulgatum</i> (Linné, 1758) <i>Coenagrion sp.</i> <i>Ischnura elegans</i> (Vander Linden, 1820)</p>
DERMAPTERA	<p><i>Labidura riparia</i> (Pallas, 1773) <i>Forficula sanguineum</i> (Linné, 1758)</p>
EPHEMEROPTERA	<p><i>Clpeon dipterum</i> (Linné, 1761)</p>

NEUROPTERA	<i>Chrysopa oculata</i> (Say, 1839)
ORTHOPTERA	<i>Chorthippus sp.</i> <i>Aiolopus strepens</i> (Latreille, 1804) <i>Acrida turrata</i> (Linné, 1758) <i>Chorthippus biguttulus</i> (Linné, 1758) <i>Melanoplus bivittatus</i> (Say, 1825) <i>Acrotylus insubricus</i> (Scopoli, 1786) <i>Gryllus bimaculatus</i> (De Geer, 1773)
MANTIDAE	<i>Mantis religiosa</i> (Linné, 1758) <i>Sphodromantis viridis</i> (Forskal, 1775)
ARANEAE	<i>Trochosa terricola</i> (Thorell, 1856) <i>Dysderidae Dysdera westringi</i> (Cambridge, 1872) <i>Thomisidae Thomisus sp.</i> <i>Araneidae Agalenatea redii</i> (Scopoli, 1763) <i>Argiope bruennichi</i> (Scopoli, 1772) <i>Argyope lobata</i> (Pallas, 1772) <i>Theridiidae Latrodectus sp.</i>
SOLPUGIDA	<i>Synaesia sp</i>
SCORPIONES	<i>Buthiscus bicalcaratus</i> (Birula, 1905) <i>Androctonus bicolor</i> (Hemprich and Ehrenberg, 1828)
ISOPODA	<i>Porcellionidae Porcellio scaber</i> (Latreille, 1804)
CHILOPODA	<i>Scutigera centipede</i>

1.1.4 Présentation de la station d'étude

Notre étude a été effectuée dans une station expérimentale des Bio ressources d'El Outaya qui se situe à 12 Km du siège de la Direction Générale du C.R.S.T.R.A.⁵ Cette dernière s'étend sur une superficie de 20,50 ha et fait partie du périmètre d'irrigation « Lemkimnet » irrigué à partir des eaux du barrage « Manbaâ El Ghozlan » (fontaine des gazelles) .Elle se localise à 199m d'altitude entre les coordonnées géographiques : 36°5536,6 N et 005°3856E (Fig. 4).Le sol de la station

⁵ C.R.S.T.R.A : Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides.

d'étude à dominance argileuse, les cultures installées sont : le palmier dattier, l'olivier, le figuier, la plasticulture en plus d'une pépinière arboricole et ornementale et une luzernière (Roumani et *al.*,2012).



Figure 4: Position géographique du site de la station Bioressources d'El Outaya(Image satellitaire, Google Earth, 2018)

1.2 Présentation du modèle biologique étudié *Coccinella algerica* kovar,1977 et leur proies (pucerons)

Nous allons aborder successivement les caractéristiques biologiques et morphologiques de la coccinelle et ses proies via une approche systématique, une approche biogéographique, nous allons surtout parler de l'aire de répartition de paléarctique occidentale concernée par l'Algérie ainsi que la relation entre l'hôte et notre modèle biologique. Par la suite, nous allons développer le cycle biologique dans ces différentes parties, nous parlerons aussi des différences entre les deux espèces *C. algerica* et *C. septempunctata*, le régime alimentaire et les ennemis naturels qui prendront une part importante dans cette partie.

1.2.1 Présentation des caractéristiques biologiques et morphologiques de la coccinelle

Parmi les espèces aphidiphages exploitées dans la lutte biologique, *C. algerica* est l'espèce la plus efficace parce qu'elle présente plusieurs caractéristiques très importantes. (Ahmad Pervez, 2007) a réussi à réduire les populations du puceron de 85% (Obrycki et al., 2009). Cette espèce est surnommée en Europe, «Bête à Bon Dieu», elle est vue comme un porte-bonheur et a souvent des surnoms à connotation religieuse «poulette de la Madone» en Italie, «scarabée de Marie» ou «petit Veau du Seigneur» en Allemagne (Marienkaefer ou Himmelskuchlichen), «bestiole ou oiseau de la Vierge» en Grande Bretagne (ladybug ou ladybird), (Iperti et al., 1989).

La coccinelle *Coccinella algerica*, a été décrite par Kovàr 1977 (Fig.5):

Classe	Insecta
Super-ordre	Endopterygota
Ordre	Coleoptera
Au sous-ordre	Polyphaga
Super-famille	Cucujoidea
Famille	Coccinellidae
Sous-famille	Coccinellinae
Tribu	Coccinellini
Genre	<i>Coccinella</i>



(Original, 2015)

Figure 5: Adulte de *Coccinella algerica* sur une fleur de piment

1.2.1.1 Morphologie

Selon les clefs de détermination des coccinelles de Bensusan(2006), on montre les différences entre les deux espèces *C. algerica* et *C. septempunctata* (Fig.6) :

Espèce plus grande, avec des taches aux élytres plus petits, surface dorsale des élytres généralement plus convexe. Côtés du lobe médian de tegmen droites, donnant lobe basal une forme sub-conique. Lobe médian plus large près de la base*sempunctata* L.

Espèce plus petite, avec des taches aux élytres plus grands, surface dorsale des élytres généralement moins convexe. Côtés du lobe médian de tegmen concave, donnant lobe basal en forme de poire. Lobe médian plus large près du centre*algerica* Kovář.

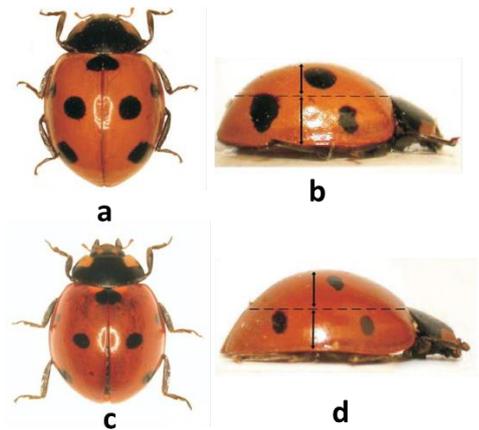


Figure 6 :(a,b) *C. algerica* et *C. sempunctata*, (c,d) vue latérale de *C. algerica* et *C. sempunctata*. (Bensusan et al.,2006)

1.2.1.2 Cycle biologique

C. algerica est une espèce plurivoltine (évolue avec trois générations annuelles) se développant du mois de septembre jusqu'au mois de mai, une diapause hivernale optionnelle qui dépend de la nature des agro écosystèmes et des facteurs climatiques, et une autre diapause estivale. Elles s'accouplent et pondent une dizaine de jours plus tard. (Rebhi et Ben Halima, 2009).

Une femelle de *C. algerica* pond environ de 100 à 400 œufs d'une couleur jaune clair de 2 à 3mm qui colles sous forme de paquets sous la face inférieure des feuilles, à proximité des colonies d'insectes proies pour assurer la nourriture des larves.

En fonction des températures, entre (3 à 5 jours) ; de jeunes larves noires apparaissent de 2 à 3mm. Celles-ci se posent très rapidement à la recherche de nourriture. Elles dévorent les pucerons, quelque fois beaucoup plus gros qu'elles. Elles muent au bout de trois jours, et répètent ce processus de mue aussi trois fois jusqu'à atteindre une dimension de 1,5 à 2 cm.

Après, les larves fixent leur abdomen au dos d'une feuille et s'arrondissent pour former une nymphe. Elles donneront, entre 4 à 7 jours, les adultes pourvus d'ailes de couleur jaune se pigmentent en moins de 24 heures.

La durée d'un cycle totale de coccinelle ne dépasse pas un mois. Si les conditions sont favorables, une adulte vit en moyenne 14 mois (Fig.7).

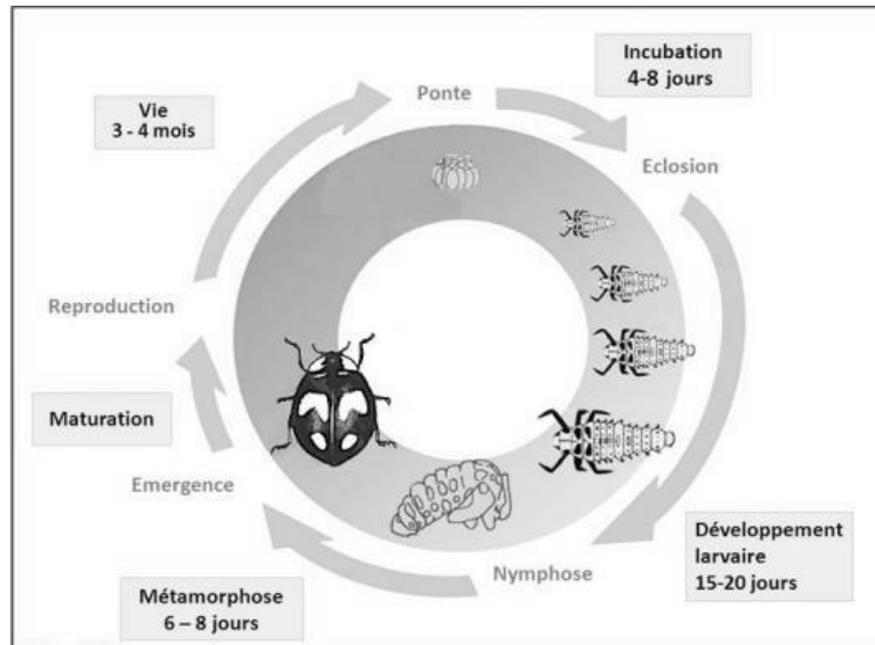


Figure 7: Cycle biologique de coccinelle (Ephytia INRA, 2018)

1.2.1.3 Répartition géographique

- Dans le monde

D'après Marin *et al.* (2010), la coccinelle à sept points est largement répandue dans la région paléarctique sous le nom latin *Coccinella septempunctata* L. Sur la base de quelques caractéristiques morphologiques et d'une origine géographique, certaines populations sont reconnues comme des espèces distinctes, par exemple, la *Coccinella algerica* Kovář nord-africaine et la *Coccinella brucki* Mulsant japonaise considérées plus tard comme une sous-espèce de *C. septempunctata brucki*. La taxonomie de la coccinelle à sept points, en particulier s'il s'agit d'un complexe d'espèces ou de la même espèce dans toute la région paléarctique. La relation entre les populations a été clarifiée en utilisant une combinaison de données morphométriques moléculaires et limitées et en évaluant les barrières reproductives potentielles au moyen de croisements. Bien

qu'il y ait une variation considérable de la taille des taches sur les élytres, les résultats de cette étude confirment que toutes les populations étudiées appartiennent à la même espèce.

Coccinella algerica est une espèce que l'on retrouve dans tout le paléarctique, de l'Ibérie au Japon. (Kovář, 1977), (Lablokoff-Khnzorian, 1982). Elle est répartie dans le nord-ouest l'Afrique, du Maroc à la Tunisie (la zone géographique connue sous le nom de Maghreb) et les îles Canaries (Kovář, 1977), (Machado et Oromí, 2000). Il est également observé dans les îles italiennes de Lampedusa, Linosa et Pantelleria au sud de la Sicile (Canepari, 1995).

Kovář (1977), déclare que *C. algerica* remplace *C. septempunctata* dans toute son aire de répartition.

- **En Algérie**

Le bilan des connaissances des 10 dernières années de recherche montrent que les espèces *Coccinella algerica*, *Hippodamia (adonia) variegata*, *Scymnus (pullus) subvillosus*, *Scymnus interruptus*, *Scymnus pallipediformis* et *Coccinella undecimpunctata* sont parfaitement acclimatées dans toutes les régions d'Algérie. Même au sud. Si les espèces citées trouvent dans les régions du nord des conditions plus favorables pour se maintenir grâce à une nourriture abondante et un climat plus adéquat, d'autres par contre s'adaptent beaucoup plus aux régions sud. C'est le cas des espèces *Exochomus nigripennis*, *Scymnus levaillanti* et *Hyperaspis marmottani*. Par contre, les coccinelles: *Adalia bipunctata*, *Adalia decimpunctata*, *Hyperaspis algerica*, *Oenopia doublieri*, *Oenopia lyncea*, *Calvia quatuodecimguttata* et *Myrrha octodecimpunctata*, si elles sont très communes dans les régions du nord, elles sont par contre pratiquement absentes ou rares au sud (Sahraoui, 2018).

1.2.1.4 Associations pucerons et plantes hôtes de *C. algerica*

D'après Ben Halima (2010), 41 associations établies avec les proies et les plantes hôtes de *C. algerica*. Il en ressort que cette espèce consomme 20 espèces de pucerons réparties en 4 sous familles: *Aphidinae*, *Calaptidinae*, *Chaitophorinae* et *Lachininae*. Les *Aphidinae* sont les plus dominants avec 16 espèces réparties en 2 tribus et 14 genres. Les plantes hôtes sont soit des plantes spontanées (18) soit cultivées (10).

En 2008, Rebhi montre que la *C. algerica* fréquente simultanément les plantes spontanées, les arbres fruitiers et les cultures maraîchères. Les 75 espèces végétales rapportées, appartiennent à 22 familles botaniques, dont les plus importantes sont les Astéracées, les Légumineuses, les Graminées, les Solanacées, les Rosacées et les Cucurbitacées, au printemps et en automne cette

espèce de coccinelle passe de la strate herbacée vers la strate arboricole, par contre au mois de mai elle est très active sur les arbustes et quelques arbres.

1.2.1.5 Régime alimentaire

Pour développer des descendances viables la coccinelle se nourrit spécialement des espèces de pucerons préférés (Sahraoui, 2014) qui sont mentionnés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Espèces des pucerons préférées par *C. algerica* et leur plantes hôte

Plantes hôtes	Espèces des pucerons
Plantes herbacées (<i>Solanum tuberosum</i> , <i>Vicia fabae</i> , <i>Avena sterilis</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>avatera cretica</i> , <i>Phaseolus vulgaris</i> , <i>Solanum annum</i> , <i>Oxalis cernea</i> , <i>Picris echinoides</i> ...)	<i>Aphis fabae</i> , <i>Aphis craccivora</i> , <i>Aphis gossypii</i> , <i>Brachycaudus cardui</i> , <i>Brachycaudus helichrysi</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Aulacorthum solani</i> , <i>Lisaphis erysimi</i> , <i>Uroleucon.sonchi</i> , <i>Hyperomyzus lactuacae</i> et <i>Dysaphis apiifolia</i>
Agrumes	<i>Toxoptera aurantii</i> et <i>Aphis citricola</i>
Arbres forestiers (l'amandier, pêcher, poirier, abricotier et le pommier...)	<i>Hoplocallis pictus</i> , <i>Thelaxes dryophila</i> , <i>Chaitophorus populeti</i> , <i>Chaitophorus populialbae</i> , <i>Brachycaudus. prunicola</i> , <i>Aphis pomi</i> , <i>Myzus persicae</i> , <i>Hyalopterus pruni</i> , <i>Dysaphis plantaginea</i> , <i>Eriosoma lanigerum</i>
Graminées et légumineuses (<i>Arundo donax</i> , <i>Zea mays</i> ...)	<i>Rhopalosiphum padi</i> , <i>Rhopalosiphum maidis</i> , <i>Aphis craccivora</i> , <i>Sitobion fragariae</i> , <i>Sitobion avenae</i> , <i>Acyrtosiphon pisum</i> et <i>Melanaphis donacis</i> .

1.2.1.6 Voracité

Selon Sahraoui (2014), la voracité moyenne des stades larvaires de *C. algerica* dans les conditions contrôlées est de 1149,99 ; 456,23 et 337,82 *Aphis fabae* respectivement à des températures de 20°C, 25°C et 30°C, une humidité relative de 65 à 75 % et une photopériode de 14 heures. Une larve peut consommer 849 *A.citricola* en 15 jours, 658 *A. fabae* en 13 jours à température ambiante variant entre 26°C et 28°C au mois de mai. Alors qu'un jeune adulte de la même espèce en consomme jusqu'à 784 *A.gossypii* en 11 jours dans les même conditions. (Iperti, 1965) rapporte qu'une larve de *C. algerica* peut dévorer entre 469 à 735 *M. persicae* en 11 jours, 694 à 1114 *A. fabae* en 13 à 14 jours, 1085 à 1412 *A. spiraecola* en 17 à 19 jours et 712 à 833 *L. erysimi* en 13 jours.

1.2.1.7 Ennemis naturels

Les principaux prédateurs sont de petits rongeurs, des oiseaux et les araignées thomisées. Mais, certains insectes, comme la mante religieuse ou certains réduves comme la punaise assassine *Rhynocoris iracundus*, dévorent les coccinelles à tous les stades de leur vie (Sahraoui, 2014).

1.2.2 Présentation des caractéristiques biologiques et morphologiques de la proie (pucerons)

Les aphides rassemblent un groupe d'insectes répandu dans le monde et qui s'est changé parallèlement à celui des plantes à fleurs (Angiospermes) (Heie, 1987 ; Shaposhnikov, 1987). Il en existe également sur les (Gymnospermes), et sur quelques espèces de Ptéridophytes et Bryophytes. La majorité des genres de pucerons sont des monophages. Mais il y'a des espèces de pucerons qui ont un régime alimentaire moins restreint et qui se nourrissent de végétaux de familles très distinctes. Elles s'attaquant aux plantes cultivées. L'espèce *A. gossypii* est l'archétype des pucerons polyphages, elle se développe aussi bien sur le coton (malvacée), que sur le melon (cucurbitacée). C'est dans les zones tempérées que les pucerons sont plus variés. Mais ces insectes sont présents aussi bien sous les climats tropicaux que dans les zones subarctiques (Dixon, 1987 ; Strathdee et al., 1993 ; Heie, 1994 ; Bale et al., 2002).

Puceron appartient à :

Classe	Insecta
Super-ordre	Hemipteroidea
Ordre	Hemiptera
Au sous-ordre	Sternorrhyncha
Super-famille	Aphidoidea
Famille	Aphididae

1.2.2.1 Morphologie

Le taxon des aphides est défini par des insectes aux téguments mous, avec des antennes de 3 à 6 articles, des ailes à nervation réduite et des griffes doubles au bout de tarsi bi-articulés. Chez beaucoup de pucerons, l'abdomen porte dorsalement une paire de cornicules (tubes creux dressés) sécrétant des phéromones d'alarme. Ces émissions provoquent un comportement d'agitation chez les pucerons voisins, de dispersion, de fuite, voire de chute (Verma et al., 2016). (Fig.7)

A l'extrémité postérieure, en prolongement du dernier segment, se trouve la cauda qui sert à l'épandage du miellat. Ce liquide visqueux peut être rejeté en très grande quantité par les pucerons. Il contient des quantités variables de sucres tirés de la plante hôte Ce miellat est l'une des causes des nombreux dégâts sur les plantes. En effet, il favorise le développement de champignons phytopathogènes et nourrit de nombreux insectes nuisibles à l'hôte, (Sabri et al., 2013).

La tête des pucerons est prolongée ventralement par un rostre (prolongement rigide qui contient les pièces buccales). Les mandibules et maxilles sont fortement modifiées en deux paires de stylets composés d'un canal alimentaire et d'un canal salivaire. Ces stylets permettent aux pucerons de s'alimenter de la sève élaborée contenue dans les vaisseaux du phloème. Au niveau du canal commun, à l'extrémité distale du stylet maxillaire supérieur, se trouve une structure nommée acrostyle impliquée dans la transmission des virus (Uzest et *al.*, 2010).

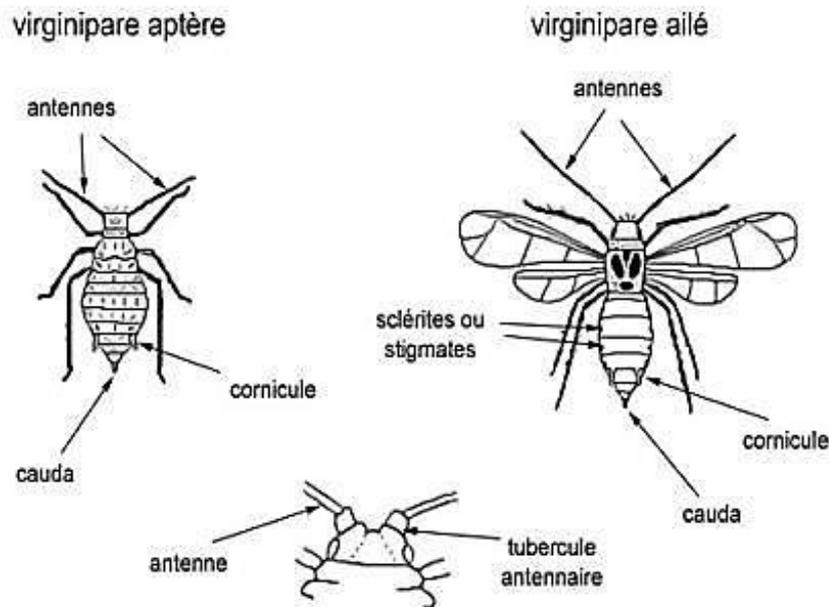


Figure 8 : Morphologie des pucerons ailés et aptères (Leclant, 1999).

1.2.2.2 Cycle biologique

D'après Hardy (2015), l'une des caractéristiques remarquables des pucerons est leur plasticité phénotypique, qui contribue à leur succès en tant que ravageurs de plantes. Le cycle de vie des aphides est un peu compliqué et se caractérise par leur capacité à produire dans une même colonie des individus ailés ou non, qui ont strictement le même génome, mais qui ont des écologies différentes (Fig.8). Les pucerons peuvent se multiplier par une voie sexuée mais celle-ci peut disparaître en climat tempéré où la multiplication se fait par la parthénogenèse, beaucoup d'espèces de pucerons dans les zones à hiver froid sont restés sous forme d'œuf sur une plante hôte primaire différente de celle qu'ils colonisent en été.

Au printemps, les œufs fécondés produisent des larves de fondatrices. En effet, les adultes fondatrices pondent des larves qui donneront des adultes aptères après 4 mues. Plusieurs

génération vont se remplacer dans lesquelles apparaîtront des ailés qui iront contaminer les différents hôtes secondaires. À l'automne, des femelles produisent des mâles ailés et des femelles aptères qui s'accouplent. Les femelles fécondées pondent des œufs sur l'hôte primaire. Ces œufs éclosent au printemps suivant, et le cycle recommence. (Hullé et al., 1999).

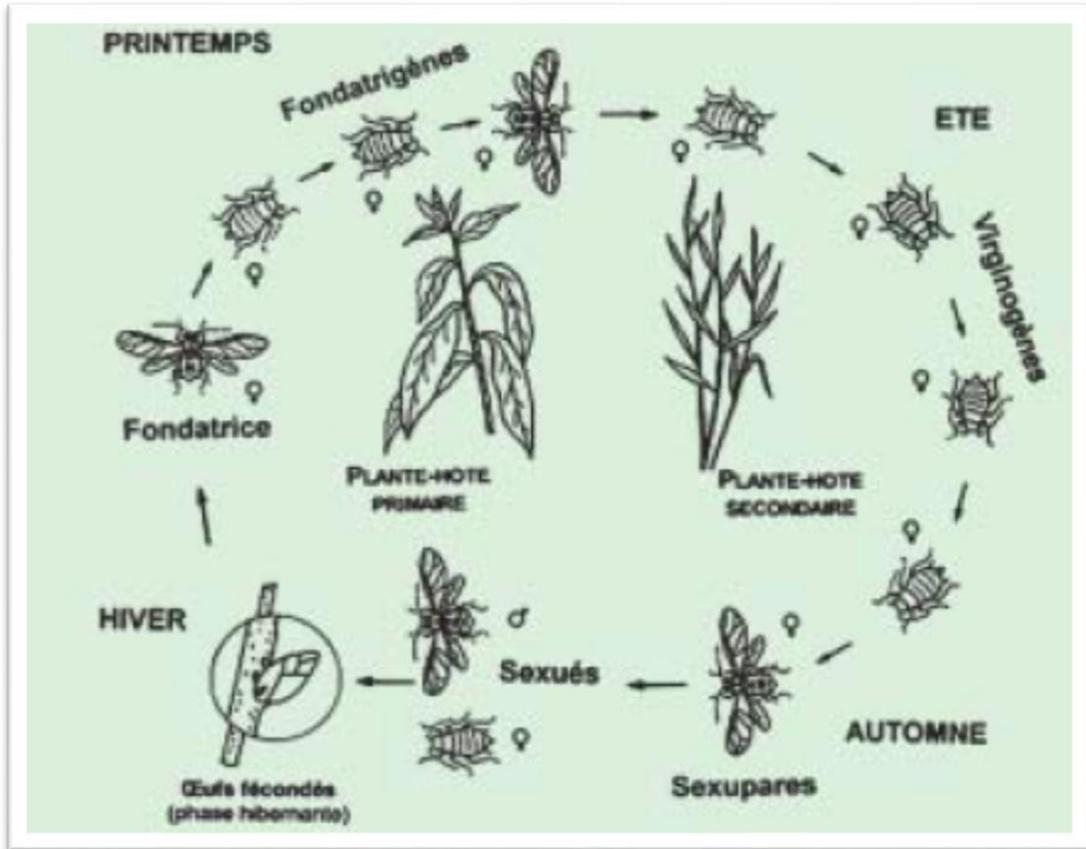


Figure 9: Cycle de reproduction hétéroécique du puceron (Léonide,2001)

1.2.2.3 Groupes de puceron

D'aprèsFraval (2006), on a deux grands groupes des pucerons qui se distinguent : Les Ovipara divisés en 2 familles ou les femelles de toutes les générations successives, issues de reproduction asexuée ou sexuée (amphigones) pondent des œufs pas de cornicules sur l'abdomen. Chez les Vivipara, seule la femelle amphigone pond des œufs. Et un second groupe a longtemps été divisé en 6 familles représentées dans le tableau 7.

Tableau 7: Principaux groupes de pucerons (Fraval, 2006)

Groupes	Familles
I	Adelgidés (Chermésidés) et les Phylloxéridés

1.2.2.4	II	Phytiatres : Thélaxidés (avec les sous-familles des Anoeiïnés, Thélaxinés, Hormaphidinés) Pemphigidés ou Ériosomatidés (Schizoneurinés, Pemphiginés, Fordinés) Lachnidés (Cinarinés, Lachninés, Traminés) Chaitophoridés (Chaitophorinés, Siphinés) Callaphididés (Phyllaphidinés, Callaphidinés, Thériphidinés) Aphididés (Pterocommatinés, Aphidinés, Dactynotinés, Anuraphidinés, Myzinés).	Espèces de pucerons
---------	-----------	--	----------------------------

inventoriées de la station expérimentale des Bioressources ElOutaya.

D'après Bakroune (2012), les principales espèces aphidiens recensées dans la station sont mentionnées dans le tableau suivant.

Tableau 8: Espèces de pucerons inventoriées

S/ familles	Espèces
APHIDINAE	<i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763) <i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877) <i>Aphis nerii</i> (Boyer de Fonscolombe, 1841) <i>Aphis craccivora</i> (Koch, 1854) <i>Aphis citricola</i> (Leclant & Remaudière, 1972) <i>Toxoptera aurantii</i> (Linné, 1758) <i>Aulacorthum solani</i> (Kaltenbacher, 1843) <i>Rhopalosiphum padi</i> (Linné, 1758) <i>Rhopalosiphum maidis</i> (Fitch, 1856) <i>Rhopalosiphum insertum</i> (Walker, 1849) <i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harris, 1776) <i>Brachycaudus helychrysi</i> (Kaltembacher, 1843) <i>Brachycaudus cardui</i> (Linné, 1758) <i>Brevicoryne brassicae</i> (Linné, 1758) <i>Hyperomyzus lactucae</i> (Linné, 1758) <i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas, 1878) <i>Macrosiphum rosae</i> (Linné, 1758) <i>Metopolophium dirhodum</i> (Walker, 1849) <i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776) <i>Uroleucon aeneum</i> (Hille Ris Lambers, 1939)

	<i>Cavariella aegopodii</i> (Scopoli, 1763) <i>Hyadaphis foeniculi</i> (Passerini, 1806) <i>Hyadaphis coriandri</i> (Das, 1918)
CHAITOPHORINAE	<i>Capitophorus elaeagni</i> (Del Guercio, 1894)
PTEROCOMMATINA	<i>Myzocallis (Myzocallis) castanicola</i> (Baker 1917) <i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy, 1762) <i>Sipha (Rungsia) maydis</i> (Passerini, 1860)

1.2.2.5 Migration

En l'absence d'agression, les aptères ne se déplacent guère et beaucoup passent leur vie à quelques millimètres de leur mère : il en résulte, chez certaines espèces, comme le puceron noir de la fève *Aphis fabae* la formation de colonies denses ; chez le Puceron vert du pêcher, les larves nouvelles se dispersent sur la feuille. La mort de leur plante nourricière pousse ces pucerons à partir à la recherche d'un nouvel hôte. Par marquage radioactif, on a estimé la distance de cette dispersion "à pattes" à 1 à 3m. Sinon, la surpopulation locale et des changements physiologiques de la plante hôte provoquent l'apparition, à la génération suivante, d'une grande proportion d'ailés qui émigreront, selon le cycle de l'espèce. Les ailés restent sur la face inférieure des feuilles pendant 6 à 36 heures avant d'être capables de s'envoler, capacité qu'ils ne garderont que quelques jours. Si les pucerons sont de médiocres voiliers, guère capables de dépasser 2 ou 3 km/h, on enregistre des déplacements de plus de 400 km en 9 heures. Et un puceron du sapin a été retrouvé au Spitzberg, à plus de 1400 km du plus proche sapin. Ces vols au long cours sont possibles grâce aux courants aériens dont les pucerons profitent après une ascension par leurs propres moyens (Fraval, 2006).

Les pucerons "volent" à une altitude d'environ 1000m où ils sont un constituant du plancton aérien. Plusieurs espèces, particulièrement suivies par les systèmes d'avertissements agricoles, effectuent régulièrement des migrations au long cours, comme le Puceron vert du maïs. En France, les régions de l'Ouest "approvisionnent" chaque année la région Centre en pucerons (d'intérêt agricole), du fait des vents dominants (Labonne et al., 1991).

1.2.2.6 Dommages

Comme ils se servent de leurs pièces buccales, les stylets de puceron pénètrent les tissus végétaux et sucent la sève, ce qui en résulte une déformation des feuilles et des fleurs ;

- Excrétion d'une substance sucrée «miellat», favorable à la multiplication de fumagine qui peut empêcher la photosynthèse si elle occupe une grande surface sur les feuilles (Santé Canada, 2009).
- Transmission de pathogènes causées par des phytovirus (Harmel et *al.*, 2010).

1.3 Methodologie d'étude

1.3.1 Etude de l'entomofaune de la station d'étude

1.3.1.1 Echantillonnage

Les relevés sont effectués deux fois par mois en adoptant la méthode du dénombrement périodique et aléatoire des populations (Iperti (1965) ; Dagneli (2003) et Sahraoui (2018)).

Les échantillonnages ont été effectués par la méthode habituelle de frappe et récolte au parapluie japonais ainsi par les pots Barber et pièges jaunes à colle (Lamotte & Bourliere, 1969). Les pots sont remplis d'eau au tiers de leur hauteur additionné d'un détergent et enterrés au ras du sol. Nous avons terminé nos observations par des prélèvements de fragments des végétaux infestés de pucerons, (Si Bachir, 2007).

a. Méthode appliquée sur la strate herbacée.

Les échantillons sont effectués sur divers végétaux de la station, dont la hauteur ne dépasse pas 50 cm à l'aide du filet fauchoir. L'utilisation rapide du fauchoir est un facteur important dans la réussite du fauchage, (Benkhelil, 1992).

b. Méthode appliquée sur les strates arbustives.

Sur les arbustives, on a utilisé la technique du battage, en utilisant le Parapluie Japonais comme moyen de capture, de 10 coups de battage par relevé (Bouزيد, 2003).

c. Méthode appliquée sur les arbres

Sur les strates arborées, on a utilisé le battage, en utilisant le parapluie japonais. Les prélèvements ont été effectués au niveau, les brise-vents arbres d'alignement ou arbres isolés de la station.

1.3.1.2 Conservation des prélèvements

Les échantillons prélevés sont conservés dans de l'éthanol ou l'alcool à 70% (Leclant, 1978) et la conservation des pièges se fait par le stockage dans des pots identifiés par la date de prélèvement et

le poste de piégeage pour pouvoir les identifier sous une loupe binoculaire jusqu'au niveau de l'espèce, si possible, pour l'ensemble.

Les échantillons sont débarrassés des cailloux et des débris végétaux. Les insectes collectés vivants sont tués à l'aide d'acide acétique, qui a l'avantage de causer la mort rapide et de conserver la souplesse des articulations des spécimens. Les spécimens sont étalés comme (Lépidoptères, Coléoptères, ...) ou on les colles sur de petits rectangles de carton blanc pour les petites espèces de Coléoptères, d'Hémiptères, de Lépidoptères,... (Franck, 2008).

Les gros spécimens sont étalés et conservés de manière à ce que les organes importants (ailes, antennes, etc...)soient bien apparents pour une visibilité claire durant l'identification.

1.3.1.3 Identification

Pour identifier les spécimens des insectes collectés au niveau de la station d'étude nous avons utilisé divers documents : Chopard (1943); Perrier (1963 et 1964) ; Wootton (1979) ; Colas (1983) ; Blackman et Eastop (1984) ; Chinery (1988) ; Chenery (1993); Sahraoui et Gourreau, (1998); Auber (1999) ; Blackman et Eastop (2000) ; Robert (2001) ; Mc gavin et Patrice (2005).

La confirmation de l'identification des espèces a été réalisée par le professeur Daumandji SE. et le professeur Ben Zahra (ENSA Ex. INA).

La répartition selon les catégories trophiques des différents auxillaires inventoriés est établie selon nos observations personnelles et la bibliographie consultée.

1.3.1.4 Traitement statistique

Afin d'exploiter les résultats relatifs à l'entomofaune axillaire inventoriée au niveau de la station d'étude durant la période qui s'étale du mois de Janvier jusqu'au mois de Décembre 2015, des indices écologiques sont appliqués suivi d'un traitement statistique en utilisant EXCEL STAT, 2018.

a. Qualité de l'échantillonnage

D'après la formule donnée par Blondel (1979):

$$Q = \frac{a}{N} \left. \begin{array}{l} a : \text{est le nombre d'espèces observées une seule fois en un seul exemplaire.} \\ N : \text{est le nombre de relevés.} \end{array} \right\}$$

Plus le rapport a/N est proche de zéro plus la qualité de l'échantillonnage est dit bonne (Ramade, 1984).

b. Traitement des résultats par des indices écologiques

Les indices écologiques utilisés dans cette étude sont ceux de composition et de structure.

• Indices écologiques de composition

La richesse totale (S), la richesse moyenne (Sm), l'abondance relative (AR), la densité et la constance sont les indices écologiques de composition utilisés dans ce présent travail.

○ Richesse totale (S)

La richesse totale (S), est le nombre total d'espèces que comporte un peuplement considéré dans un écosystème donné (Ramade, 1984). Dans la présente étude la richesse totale est le nombre total d'espèces piégées.

○ Richesse moyenne (Sm)

Ce paramètre est la richesse réelle la plus ponctuelle, calculé par la formule de Blondel (1979):

$$sm = \frac{\sum_{i=0}^n ni}{r}$$

$\left. \begin{array}{l} ni: \text{ est le nombre des espèces du relevé } i; \\ r: \text{ est le nombre total de relevés} \end{array} \right\}$

Sm correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans n relevés. Elle permet de calculer l'homogénéité du peuplement plus la variance de la richesse moyenne est élevée, plus l'hétérogénéité est forte (Ramade, 1984).

○ Abondance relative (fréquence centésimale)

D'après Dajoz (1971), l'abondance relative est le pourcentage des individus d'une espèce (ni) par rapport au total des individus (N). La quantité d'individus ressortissant à chaque espèce peut être exprimée par l'indice d'abondance relative (Blondel, 1979).

$$AR \text{ ou } F = ni \times 100 / N$$

AR ou F : Abondance relative ou fréquence centésimale des espèces d'un peuplement donné,

ni: Nombre d'individus de l'espèce (i) prise en considération,

N: Nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

- **Indices écologiques de structure**
 - **Indice de diversité de Shannon**

Cet indice est considéré comme le meilleur moyen de traduire la diversité (Blondel et *al.*, 1973). D'après Dajoz (1996), l'indice de diversité de Shannon (H'), qui est fondé sur la théorie de l'information est le plus utilisé. Il est calculé de la manière suivante:

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

H' : est l'indice de diversité de Shannon exprimé en unité bits;

p_i : Abondance relative de chaque espèce, est égal à n_i/N ;

n_i : Abondance de l'espèce de rang i ;

N : Nombre total d'exemplaires récoltés;

\log_2 : est le logarithme à base de 2.

Plus la valeur de l'indice de diversité de Shannon est élevée, plus le peuplement pris en considération est diversifié. Il est utilisé également pour connaître la diversité d'une espèce donnée au sein d'un peuplement. Il implique dans ce cas des relations entre les espèces présentes et leur milieu d'une plus grande complexité (Viera Da Silva, 1979). Un indice supérieur à 4,5 dans la nature mène généralement à une perte de la stabilité de l'écosystème (Gobat *et al.*, 2010).

- **Equitabilité**

L'équitabilité ou indice d'équi-répartition (E) est le rapport entre la diversité observée H' et la diversité maximale H'_{\max} (Blondel, 1975). Elle est calculée afin de pouvoir comparer la diversité de deux peuplements qui renferment des nombres d'espèces différentes par la formule suivante :

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\log_2 S}$$

E : est l'équi-répartition.

H' : est l'indice de diversité de Shannon exprimé en unité bits.

H'_{\max} : est l'indice de la diversité maximale exprimé en bits.

\log_2 : est le logarithme à base 2.

S : est la richesse totale.

La valeur de E varie entre 0 et 1. Quand :

La valeur de E tend vers 0, cela signifie que les espèces du milieu ne sont pas en équilibre entre elles et qu'il existe une espèce dominante par rapport aux autres.

Si la valeur de E tend vers 1, les espèces sont en équilibre entre elles (Barbault, 1981).

○ **Indice de Margalef**

Cet indice ne tient pas compte de l'abondance relative des taxons. Il est défini par la relation suivante (Margalef, 1969) :

$$I = (ni - 1) / \log N$$

I : biodiversité ;

ni : est le nombre d'espèces présentes ;

N : est le nombre total, les individus trouvés (appartenant à toutes les espèces) ;

Log : notation désigne le logarithme naturel d'un nombre.

La diversité est minimale quand I tend vers zéro (0), et est maximale quand I tend vers ∞ .

1.3.2 Etude de développement et de reproduction de la coccinelle

Cette étude constitue les premiers tests de ce prédateur dans la région des Ziban et devrait permettre une première évaluation de son efficacité au laboratoire et dans la serre du piment.

Pour évaluer l'efficacité de cette coccinelle dans la lutte contre l'ennemi principal des solanacées, nous avons réalisé un élevage de masse de cet auxiliaire et suivi tous les paramètres biologiques et de la reproduction. Avant d'envisager son utilisation dans un système donné, il est essentiel d'identifier les ennemis naturels des principaux ravageurs et de connaître leur biologie et leur écologie (Hodek, 1967; Rice et al., 1988).

Les paramètres biologiques que nous avons étudiés nous renseignent sur le potentiel de survie et de reproduction de *C. algerica* qui constituent la base de la croissance d'une population (Dajoz, 1971).

1.3.2.1 Les paramètres de développement (Table de vie)

Pour déterminer les paramètres de la table de vie de *C. algerica*, un élevage était réalisé dans deux conditions différentes (en laboratoire de la station et sous la serre de piment), pour faciliter l'observation et le suivi de chaque stade larvaire, nous avons introduit cinq couples séparément dans de petites boîtes en plastique sur lesquelles on indique la date de la mise en place, le numéro de couple.

Après la ponte et l'élimination des œufs non fertiles, les mesures ont été effectuées sur chaque couple à chaque stade de développement, de l'incubation des œufs jusqu'à l'émergence des adultes.

Les stades de développement ont été vérifiés chaque jour avec une loupe binoculaire : périodes de développement, mortalité des œufs, larves, nymphes et adultes. Les stades larvaires ont été identifiés grâce à l'exuvie par la mue. Cette expérience a été poursuivie jusqu'à la mort de tous les individus.

Le nombre d'œufs pondus et le nombre d'œufs fertiles ont été enregistrés quotidiennement jusqu'à la mort de la dernière femelle. Les œufs ont été enlevés après comptage.

Les facteurs essentiels pour le calcul des paramètres de la population sont: l'âge des femelles en jours (x), le nombre de femelles vivantes à l'âge x (l_x) et le nombre moyen d'œufs femelles pondus par femelle par jour (m_x). Les paramètres de développement étudiés sont :

- ✓ Durée d'incubation des œufs
- ✓ Durée de développement larvaire (durée de chaque stade larvaire)
- ✓ Durée du stade chrysalide
- ✓ Longévité des adultes
- ✓ Durée du cycle de vie

1.3.2.2 Les paramètres de reproduction

Les paramètres de reproduction calculés pour *C. algerica* par les dénombrements quotidiens d'œufs étaient: taux brut de fécondité, le taux brut de fertilité, le taux net de fécondité, le taux net de fertilité, les œufs pondus par femelle par jour et les œufs fertiles quotidiens par femelle sur différentes variétés ont été estimés à l'aide des équations suivantes (Carey, 1993):

$$\text{Taux brut de fécondité} = \sum_{x=\alpha}^{\beta} M_x$$

$$\text{Taux brut de fertilité} = \sum_{x=\alpha}^{\beta} M_x h_x$$

$$\text{Taux net de fécondité} = \sum_{x=\alpha}^{\beta} L_x M_x$$

$$\text{Taux net de fertilité} = \sum_{x=\alpha}^{\beta} L_x M_x h_x$$

$$\text{Nombre d'œuf pondu par femelle et par jour} = \sum_{x=\alpha}^{\beta} M_x / (\varepsilon - \omega)$$

$$\text{Nombre d'œuf fertile pondu par femelle et par jour} = \sum_{x=\alpha}^{\beta} M_x h_x / (\varepsilon - \omega)$$

Taux d'éclosion brut = fécondité brute / fécondité brute

Où, L_x est le nombre des femelles vivantes à l'âge x , M_x est le nombre moyen de descendants produits par les femelles à l'âge x et h_x est le taux d'éclosion, α est l'âge de la femelle lors de la première ponte et β est l'âge des femelles à la dernière ponte et $\varepsilon - \omega$ est la longévité des femelles.

1.3.2.3 Analyses statistiques

Les traitements statistiques des paramètres (Test de corrélation (Pearson) et l'analyse de la variance) des paramètres de développement et reproduction sont traités par EXCEL STAT, 2018

1.3.3 Dynamique des populations de puceron

1.3.3.1 Dispositif expérimental

Pour tester une méthode de lutte biologique on a choisi une culture de la famille des solanacées représentée par le piment hybride (*Capsicum annuum* F1) sous serre tunnel en plastique (1 : 8 m

X L: 50 m X H: 8 m) celui-ci est installé le 10 septembre 2014 et un total de 24 plantes échantillonnées répartis au centre de la serre pour éviter l'effet de bordure (Fig.10).

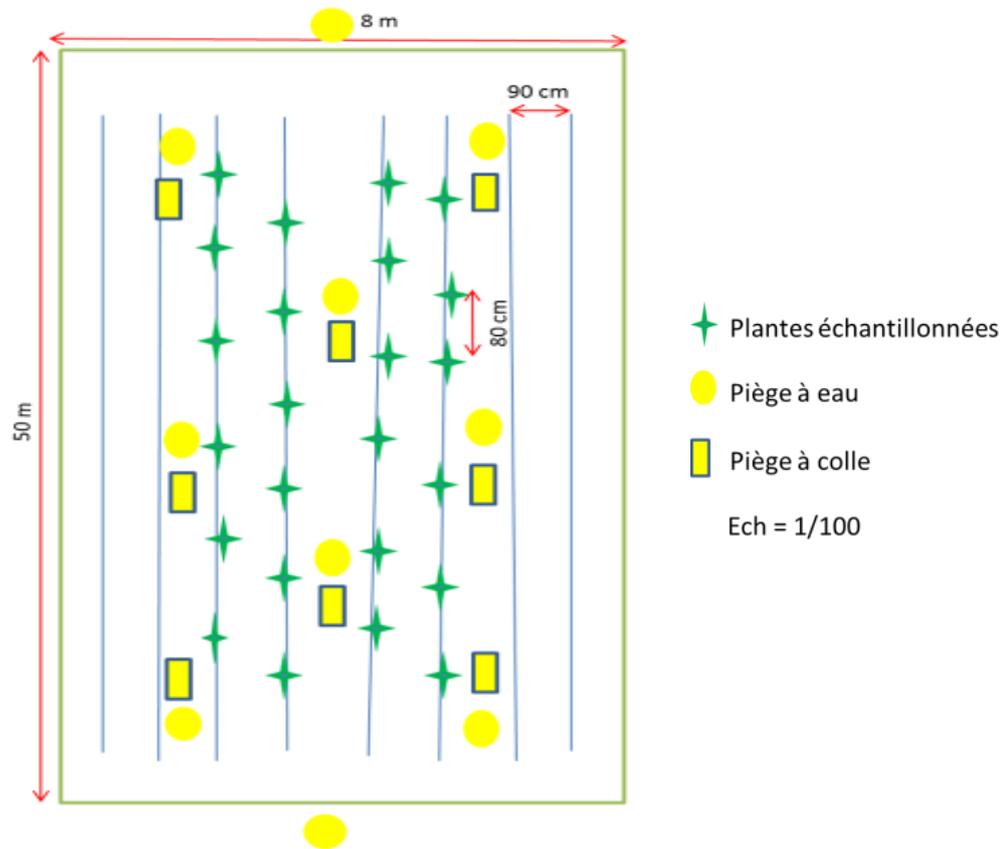


Figure 10: Dispositif expérimentale dans la serre (Original, 2016)

50m : Longueur de la serre expérimentale

90 cm : Espacement entre lignes

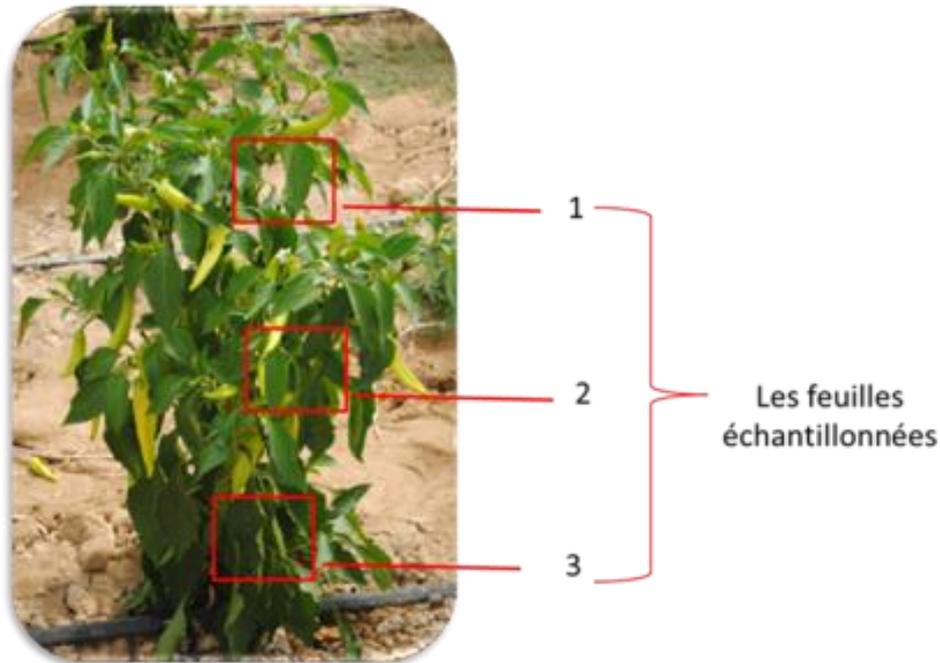
80 cm : Espacement entre les plantes

4 m : Hauteur de la serre

8m : Largeur de la serre

Les plants échantillonnés sont divisés en trois niveaux; inférieur, moyen et supérieur (Fig.11), on a effectué au moins deux suivis par semaine. Lorsque la population s'approche du seuil d'alerte 3 à 4, un suivi consécutif a été fait pour déterminer si cette dernière est en croissance ou non.

Une feuille par niveau est prise aléatoirement, pour le dénombrement des pucerons aptères, tous stades confondus pour de suivi de la dynamique des pucerons durant le cycle végétatif de la culture du piment.



Original, 2016

Figure11: Échantillonnage des feuilles par plant

Pour évaluer le degré d'infestation des pucerons, on s'est basé sur l'échelle établie par Remaudière et al (1985).

Degré 1: L'infestation très faible ; rares sont les plants colonisés par seulement quelques pucerons isolés.

Degré 2 : L'infestation est faible ; il y a présence de quelques petites colonies sur plusieurs plans.

Degré 3 : L'infestation est moyenne correspondant à la présence de nombreuses petites colonies sur plusieurs plans ou de quelques plants fortement infestés.

Degré 4 : L'infestation qualifiée de forte : de nombreux plants portent de grandes colonies.

Degré 5 : Très forte infestation; de nombreux plants sont presque entièrement envahis par des pucerons.

1.3.3.2 Méthodes de suivi

Le suivi de dynamique des pucerons repose sur deux méthodes différentes :

a. Suivi visuel

Le suivi est périodique sur la base de deux observations par semaine (bihebdomadaire), durant tout le cycle végétatif de la culture du piment.

Afin de repérer les adultes aptères pour une intervention rapide, dès qu'on observe les pucerons sur les feuilles supérieures des plants marquées (24 plants /serre), ainsi que pour prendre les notes du temps requis pour que les populations de ravageurs adultes sur les pièges diminuent après avoir introduit un prédateur, (Stroyan, 1961), de (Taylor ,1981), de (Leclant ,1978), et de (Blackman et Eastop ,1984) .

b. Suivi à l'aide de pièges jaunes collants et les cuvettes à eau

Nous avons installé un piège pour 100 plants (8 pièges par serre) on a placé deux (2) autres pièges à six mètres de chacune des deux entrées de la serre et on les remplace une fois par mois. La présence de pucerons ailés sur les plaquettes et les cuvettes peut s'expliquer de deux façons :

- Des pucerons ont migré dans la serre en provenance de l'extérieur de la serre.
- La serre est infestée au point où des adultes ailés font leur apparition pour assurer la dispersion des populations sur de nouvelles plantes-hôtes

1.3.4 Lutte biologique

1.3.4.1Élevage de *C. algerica* sur l'aliment naturel (Pucerons)

L'élevage de *C. algerica* sur les pucerons, nécessite la reconstitution d'une chaîne trophique complète: végétal (luzerne : *Medicago sativa*), proies (pucerons), prédateur (coccinelle : *C. algerica*). L'élevage est conduit au niveau du laboratoire et dans la serre d'étude.

Pour attirer et maintenir nos ravageurs et favoriser leur multiplication, on a utilisé la luzerne comme plante réservoir plantée en bande de 80m². Pour assurer l'alimentation des coccinelles, (Fig.12).

La contamination de la luzerne par les pucerons se fait par contact à partir d'une mauvaise herbe préalablement infestée. L'élevage sur cette mauvaise herbe est réalisé dans des boîtes en plastiques de 4 litres, dans une pièce à ambiance contrôlée (25°-28°C de température, 60-70 % d'humidité).



Original, 2016

Figure 12: Luzernière de la station

Pour l'élevage de *C. algerica*, nous avons utilisé deux cages grillagées (70cm×60cm×50cm), (Fig.13) munies d'une ouverture fermée d'une toile (1mm da maille) (pour assurer l'aération et dont le fond est bûché de rondelles de papier filtre, pour absorber les déjections des coccinelles et servir en même temps de substrat de ponte. Chacune d'elles reçoit 130 individus de *C. algerica* sans distinction de sexe.

Toutes les 24 heures, les rondelles de papier filtre sont retirées et changées et la réserve d'eau est remplacée pour garder une humidité de 70%. Au sein du laboratoire on a besoin d'un chauffage électrique pour assurer (température de 25±1°C et d'humidité de 60±5%) et une photopériode de 16 heures lumière et 8 heures obscurité.

Les jeunes larves sont recueillies dans des boîtes en plastique servent d'éclosoirs au moyen d'un pinceau souple, et transférées individuellement à raison d'une larve par boîte. Elle y restera tout le temps de son développement pré-imaginal en présence d'une abondante quantité de pucerons.



Original, 2016

Figure 13: (a) Cages d'élevage dans la serre et (b) en laboratoire

1.3.4.2 Élevage de *C. algerica* sur la proie de substitution : Les œufs de la pyrale des dattes *Ectomyelois ceratoniae*

À la suite des travaux de Schanderl (1987), une nouvelle technique d'élevage peut être utilisée. Elle est basée sur la fourniture d'une proie de substitution, les œufs de la teigne de la farine *E. kuehniella*. Cette proie de substitution ne modifie pas la croissance larvaire (durée de développement, masse en début de stade, mortalité) et améliore de 30% le potentiel reproducteur d'*H. axyridis* par rapport à une nourriture à base de pucerons (Schanderl et al. 1988).

Pour cette raison, un élevage a été conduit au niveau du laboratoire du centre de recherche division phoeniciculture du (C.R.S.T.R.A) avec une souche sauvage *Ectomyelois ceratoniae* provenant des dattes véreuses collectées dans la palmeraie «BIO» de la station des Bioressources d'El Outaya.

Les dattes collectées ont été mises dans des paniers en plastique dans une salle d'élevage de la pyrale où les conditions de température, d'humidité et de photopériode sont contrôlées (température de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, une humidité de $60 \pm 5\%$, une photopériode de 16 heures de lumière et 8 heures d'obscurité). Afin d'obtenir un nombre suffisant d'adultes de la pyrale des dattes, on a placé les dattes infestées dans des cages d'élevage pour assurer que toutes les chenilles élevées sont celles de la pyrale.

Après 48 h on met les adultes obtenus dans les boites Pétrie (3 à 4 adultes par boîte). Des coupons de papier blanc sont placés dans chaque boîte afin de récupérer les œufs (Fig.14 et 15).



Original, 2016

Figure 14 : Boîtes d'élevage de la pyrale

Figure 14 : Œufs de la pyrale

a. Préparation du milieu de culture

Le milieu d'élevage est préparé comme suit :

Une stérilisation du son de blé et de la farine de la datte à 70°C pendant deux heures. Sachant que 1kg d'un milieu d'élevage est composée de 600 g de son de Blé, 120g de sucre (saccharose), 100g (ml) d'eau distillée, 23g de Levure boulangère, 20g de sel minéraux, 6,7g de Vitamine C (Acide ascorbique), 1,3g de Méthyle parabène (fongicide), Lysine 3g, Glycirine 120ml, Benzoate de Na 2ml, Acide citrique 2ml. À raison de 40 mg d'œufs de la pyrale pour 500 grammes d'aliment (Fig.16). L'émergence des adultes s'échelonne sur 45 jours environ (Dhouibi et *al.*, 2016).

Les insectes sont récoltés quotidiennement et placés dans des boites à tulle permettant la récupération des œufs. Les œufs récupérés sont par la suite tamisés afin d'éliminer les impuretés (écaillés et autres). Afin d'éviter toute contamination bactérienne et fongique, il faut désinfecter les boites d'élevage avec de l'alcool à 70°.



Original, 2016

Figure 16 : Préparation d'un milieu délavage

- Après le rougissement total des œufs, on transfère les œufs dans les boîtes d'élevage (Fig.17). Après 3 à 4 jours, on va récupérer les adultes et refaire le même travail.



Original, 2016

Figure 17 : Transfère des œufs

- Les œufs d'*E. ceratoniae* obtenus sont soumis aux rayons ultra-violet afin de détruire l'embryon.

b. Caractéristiques biologiques de la coccinelle

Les élevages ont été réalisés du début du 2^{ème} stade larvaire jusqu'à l'adulte mature. Le choix de débiter les élevages à partir du 2^{ème} stade larvaire a été effectués à cause de la fragilité des larves de 1^{er} stade. Pour les stades pré-imaginaux, du deuxième stade larvaire à la nymphe, la durée de développement est déterminée de la mue à l'adulte par observation deux fois par jour (matin à 9H et l'après-midi à 14H). Les coccinelles en début de stade larvaire ainsi que les individus à l'émergence des adultes sont déterminées sur une microbalance Mettler (précision 10µg). La mortalité est exprimée en % pour chaque stade larvaire. Dès l'émergence, les coccinelles sont placées par couple dans des boîtes d'élevages permettant de déterminer la durée de la maturation sexuelle, la fécondité et la fertilité. La fécondité est exprimée par le nombre d'œufs pondus par femelle sur une période de 10 jours (Lucas, 2002), après la première ponte et la fertilité par le pourcentage d'œufs éclos par rapport à la totalité des œufs pondus.

c. Test de voracité

Les adultes de *C. algerica* ont été récoltés à partir du milieu naturel de la station d'étude et un autre groupe d'adultes de la coccinelle provient d'un élevage sur les œufs d'*E. ceratoniae* (Lepidoptera: Pyralidae).

Le test de voracité et de préférences alimentaires de la coccinelle est inspiré d'un test effectué par Lucas (1994,1998). Il a été réalisé de la manière suivante:

Les coccinelles adultes étaient maintenues à jeun pendant 24 heures avant la mise en place des œufs de *E. ceratonea* et les pucerons de piment qui ont été placés sur les feuilles du piment préparé. Après cinq minutes, le prédateur était introduit dans des boîtes fermées hermétiquement par un couvercle aéré en son centre. Après introduction des insectes, les boîtes étaient placées à l'incubateur (T=25°C, 16L:8O, HR=70%) et maintenues ainsi 24 heures (Lucas, 1994).

Après 24 heures, on effectuait un comptage à la loupe binoculaire des œufs et des pucerons non dévorés par le prédateur. Le nombre d'œufs et de pucerons manquants indiquait la consommation de ces proies par les coccinelles. Cette méthode de comptage est la plus précise pour évaluer la consommation d'un prédateur (Sabelis, 1985). Ces montages servaient à évaluer les erreurs imputables aux manipulations expérimentales.

Il est important de mesurer la voracité du prédateur pour évaluer le nombre de proie consommé par unité de temps.

La première expérience mesurait la voracité sur le puceron de la *C. algerica* provenant d'un élevage sur plants de luzerne. Chaque essai contenait deux traitements: un *C. algerica* avec 100 pucerons et l'autre *C. algerica* avec 100 œufs de la pyrale.

La deuxième expérience mesurait la voracité des deux coccinelles à un aliment différent sur le puceron. Chaque essai contenait deux traitements: la coccinelle élevée sur les œufs de la pyrale avec 100 pucerons et l'autre la coccinelle provenant d'un élevage sur plants de luzerne avec 100 pucerons. Dans les deux cas, les moyennes de proies consommées étaient comparées à l'aide d'une ANOVA à un critère de classification (traitement) (Scherrer, 1984). Par la suite, les moyennes étaient comparées séparément pour chaque espèce à aliment différent.

1.3.4.3 Analyse des données

Toutes les analyses présentées ont été réalisées de manière identique pour les deux proies. Pour la consommation individuelle selon le traitement: Nous avons comparé les moyennes de proies consommées pour chaque traitement, ainsi que la valeur attendue. Cette analyse a été réalisée par une ANOVA à un critère de classification (traitement) (Scherrer, 1984). À partir des résultats obtenus après l'expérience, nous avons comparé la voracité des deux aliments.

L'analyse statistique des données par EXCEL STAT 2018 (ANOVA).

Pour la détermination de la signification des résultats.

* $P \leq 0,05$: Respectivement significative

** $P \leq 0,01$: Hautement significative

*** $P \leq 0,001$: Hautement significative

$P > 0,05$: Non significative

1.3.4.4 Lâcher de la coccinelle issue d'un élevage

Afin de pouvoir effectuer des lâchers de *C. algerica* dans la serre du piment un élevage en masse de l'entomophage a été mené dans la chambre à ambiance contrôlée. Les individus (larves et adultes) issus de l'élevage ont été lâchés dans la serre de piment sur les plants infestés par les pucerons.

a. Lâchers des larves de *C. algerica*

Le premier lâcher a été réalisé durant le mois d'Octobre, ce qui consiste à introduire une quantité limitée des larves de coccinelle de manière à ce que quelques générations successives de la population d'auxiliaires agissent pendant la durée limitée de la culture (Van Lenteren et Manzaroli, 1999), la densité des larves de (2^{ème} et 3^{ème} stade larvaire) ont été introduites (10 à 20 larves par plant) selon le taux d'infestation.

Selon Rautapaa (1977), il préconise une larve de coccinelle pour 20 aphides. Les points d'interventions sont visités 2 fois par jour dont nous notons la présence des larves au point des lâchers. (Fig. 17, a,b).

b. Lâchers des adultes de *C. algerica*

Quant au lâcher des adultes, 270 individus sont introduites dans la serre (Fig.18, c ,d) pendant les mois de février et mars sur les plants infestés ou le taux d'infestation est respectivement de 37,5% et 45.83%., nous dénombrons de façon hebdomadaire les différents stades biologiques du puceron et de la *C. algerica* de même on dénombre les pucerons momifiés.

Selon Roy (2004) :

Seuil d'alerte { S= 250 pucerons par plant est observé pour 80% des plants échantillonnés
 { L'apport de coccinelles = 2 individus de *C. algerica* /plant infesté.

Les populations de coccinelles échantillonnées sur le terrain ont tout d'abord été élevées pendant 2 générations en conditions contrôlées de laboratoire et alimentés par des œufs d'*E.ceratoniae* afin de réduire au maximum les éventuels effets maternels.

Après 15 jours de lâcher, on contrôle les plantes échantillonnées ce qui permet de suivre l'impact des lâchers de coccinelles sur la réduction de la population du puceron au niveau de la serre. Ainsi, on détermine le taux d'infestation.



Original, 2016

Figure 18: (a ; b ; c ; d) Lâchers des larves et des adultes de *C.algerica*

2. RESULTATS

2.1 Étude de l'entomofaune de la station d'étude

2.1.1 Résultats de l'inventaire global de l'entomofaune

Les relevés ont été réalisés deux fois par mois durant la période qui s'étale de (Janvier 2015 à Janvier 2017). Ils ont permis de dresser une liste de 118 espèces réparties sur 10 ordres: ceux des Hemiptera et des Coleoptera avec 25 et 24 espèces pour chaque ordre, celui des Hymenoptera avec 18 espèces et celui des Diptera avec 13 espèces et ceux des Orthoptera et les Lepidoptera avec 11 espèces pour chacun d'eux. Et les Odonata et Mantodea avec 4 espèces pour chacun d'eux et ceux des Neuroptera et Dermaptera avec une seule espèce pour chacun des deux ordres.

Nous avons rassemblé l'ensemble des données selon l'ordre systématique dans le tableau suivant.

Tableau 9. Liste de l'entomofaune inventoriée.

Classe	Ordre	Famille	Espèce
I N S E C T E S	COLEOPTERA	Buprestidae	<i>Agrius scythicus</i> (Kro'lik and Janicki, 2005)
		Tenebrionidae	<i>Pimelia sp</i>
		Tenebrionidae	<i>Blaps sp</i>
		Ténébrionidae	<i>Adesmia sp</i>
		Tenebrionidae	<i>Gonocephalum granulatum nigrum</i> (Kuster, 1849)
		Tenebrionidae	<i>Diaperis maculata</i> (Olivier, 1791)
		Carabidae	<i>Brachinus explodens</i> (Duftschmid, 1812)
		Carabidae	<i>Calosoma inquisitor</i> (Linnaeus', 1758)
		Carabidae	<i>Carabus sp.</i>
		Carabidae	<i>Lophyra flexuosa</i> (Fabricius, 1787)
		Scarabidae	<i>Anthia sexmaculata</i> (Fabricius, 1787)
		Scarabidae	<i>Phyllognathus SP</i>
		Scarabaeidae	<i>Anomala marginata</i> (Fabricius, 1792)
		Scarabaeidae	<i>Calicnemis obesa</i> (Le Conte, 1851)
		Cetoniidae	<i>Tropinota funesta</i> (Poda, 1761)
		Curculionidae	<i>Lixus anguinus</i> (Fabricius, 1801)
		Curculionidae	<i>Lixus irridus</i> (Fabricius, 1801)
		Coccinellidae	<i>Coccinella algerica</i> (Kovar, 1977)
		Coccinellidae	<i>Hippodamia (Adonia) variegata</i> (Goeze, 1777)
		Coccinellidae	<i>Hippodamia decempunctata</i> (Linnaeus, 1758)
		Coccinellidae	<i>Hippodamia tredecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)
		Coccinellidae	<i>Psyllobora (Thea) vigintiduopunctata</i> (Linnaeus, 1758)
		Coccinellidae	<i>Coccinella (Neococcinella) undecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)
		Coccinellidae	<i>Coccinella (Neococcinella) undecimpunctata</i> (Linnaeus, 1758)
	Aderidae	<i>Anidorus sanguinolentus</i> (Gotz, 1783)	
	Gryllidae	<i>Gryllus bimaculatus</i> (De Geer, 1773)	
	Gryllidae	<i>Gryllulus canariensis</i> (Chopard, 1938)	

	ORTHOPTERA	Gryllidae	<i>Gryllulus hispanicus</i> (Willemse 1936)	
		Gryllidae	<i>Gryllus SP1.</i>	
		Gryllidae	<i>Gryllus SP2.</i>	
		Acrididae	<i>Anacriduim aegyptuim</i> (Linnaeus, 1764)	
		Acrididae	<i>Pamphagus infniensis</i> (Bolivar, 1936)	
		Acrididae	<i>Acridella nasuta</i> (Linnaeus, 1758)	
		Gryllotalpidae	<i>Gryllotalpa africana</i> (Palisot de Beauvois, 1805)	
		Empusidae	<i>Empusa pennata</i> (Thunberg, 1815)	
		Empusidae	<i>Empusa fasciata</i> (Brullé, 1832)	
	HEMEPTERA	Pentatomidae.	<i>Perillus Bioculatus</i> (Fabricius, 1775)	
		Pentatomidae	<i>Eurydema ornata</i> (Linnaeus, 1758)	
		Pentatomidae	<i>Ancyrosoma leucogrammes</i> (Gmelin, 1790)	
		Pentatomidae	<i>Pentatoma rufipes</i> (Linnaeus, 1758)	
		Pentatomidae	<i>Carpocoris purpureipennis</i> (De Gerr, 1773)	
		Pentatomidae	<i>Pentatoma rufipes</i> (Linnaeus, 1758)	
		Pyrrhocoridae	<i>Pachychila sp</i>	
		Anthocoridae	<i>Pyrrhocoris apterus</i> (Linnaeus, 1758)	
		Alydidae	<i>Anthocoris nemoralis</i> (Fabricius, 1794)	
		Lygaeidae	<i>Camptopus lateralis</i> (Germar, 1817)	
		Berytidae	<i>Lygaeus pandurus</i>	
		Berytidae	<i>Metatropis rufescens</i> (Herrich-Schaffer, 1835)	
		Miridae	<i>Stenotus binotatus</i> (Fabricius, 1794)	
		Aphididae	<i>Aphis fabae</i> (Scopoli, 1763)	
		Aphididae	<i>Aphis gossypii</i> (Glover, 1877)	
		Aphididae	<i>Aphis craccivora</i> (Koch, 1854)	
		Aphididae	<i>Aphis nerii</i> (Fonscolombe, 1841)	
		Aphididae	<i>Acyrtosiphon pisum</i> (Harris, 1776)	
		Aphididae	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	
		Aphididae	<i>Aphis citricola</i> (Leclant & Remaudière, 1972)	
		Aphididae	<i>Macrosiphum euphorbiae</i> (Thomas, 1878)	
		Aphididae	<i>Macrosiphum rosae</i> (Linnaeus, 1758)	
		Aphididae	<i>Metopolophium dirhodum</i> (Walker, 1849)	
		Aphididae	<i>Myzus persicae</i> (Sulzer, 1776)	
		Aphididae	<i>Myzocallis castanicola</i> (Baker 1917)	
		DIPTERA	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i> (De Geer, 1776)
			Syrphidae	<i>Eristalis tenax</i> (Linnaeus, 1758)
			Syrphidae	<i>Syrphus vitripennis</i> (Meigen, 1822)
			Syrphidae	<i>Melanostoma mellinum</i> (Linnaeus, 1758)
	Muscidae		<i>Sphaerophoria scripta</i> (Linnaeus, 1758)	
Muscidae	<i>Cheilosia variabilis</i> (Panzer, 1798)			
Calliphoridae	<i>Musca domestica</i> (Linnaeus, 1758)			
Tipulidae	<i>Elomyia lateralis</i>			
Bombyliidae	<i>Lucilia caesar</i> (Linnaeus, 1758)			
Cecidomyiidae	<i>Tipula paludosa</i> (Meigen, 1830)			
Asilidae	<i>Systoechus vulgaris</i> (Loew, 1863)			
Cecidomyiidae	<i>Aphidolites aphidimyz</i> (Rondani, 1847)			

	Asilidae	<i>Neoitamus sp.</i>
ODONATA	Libellulidae	<i>Trithemis annulata</i> (Palisot de Beauvois, 1807)
	Libellulidae	<i>Orthetrum SP</i> (Newman, 1833)
	Libellulidae	<i>Sympetrum sanguineum</i> (Muller, 1764)
	Libellulidae	<i>Sympetrum vulgatum</i> (Linnaeus, 1758)
LEPIDOPTERA	Pieridea	<i>Piéris rapae</i> (Linnaeus, 1758)
	Pieridea	<i>Euchloe falloui</i> (Hübner, 1819)
	Pieridea	<i>Colias crocea</i> (Geoffroy in Fourcroy, 1785)
	Pieridea	<i>Euchloe belemia</i> (Esper, 1799)
	Pieridea	<i>Piéris brassica</i> (Linnaeus, 1758)
	Papilionidae	<i>Papilio machaon</i> (Linnaeus, 1758)
	Nymphalidae	<i>Vanessa cardui</i> (Linnaeus, 1758)
	Lycaenidae	<i>Lamipdes boeticus</i> (Linnaeus, 1767)
	Nymphalidae	<i>Danaus chrysippus</i> (Linnaeus, 1758)
	Sphingidae	<i>Hyles livornica</i> (Esper, 1780)
	Buprestidae	<i>Syrichtus leuze</i>
NEUROPTERA	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i> (Stephens, 1836)
DERMAPTERA	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i> (Linnaeus, 1758)
MANTODEA	Mantidae	<i>Mantis religiosa</i> (Linnaeus, 1758)
	Mantidae	<i>Sphodromantis viridis</i> (Forsk., 1775)
	Mantidae	<i>Rivetina fasciata</i> (Berland & Chopard, 1922)
	Empusidae	<i>Blepharopsis mendica</i> (Fabricius, 1775)
HYMENOPTERA	Meloidae	<i>Mylabris bipunctata</i> (Linnaeus, 1767)
	Meloidae	<i>Mylabris variabilis</i>
	Vespidae	<i>Polistes sp</i>
	Megachilidae	<i>Megachile rotundata</i> (Fabricius, 1787)
	Ichneumonidae	<i>Dusona sp.</i>
	Ichneumonidae	<i>Netelia sp.</i>
	Pompilidae	<i>Arachnospila minututa</i> (Dahlbom, 1842)
	Scoliidae	<i>Megascolia maculata</i> (Drury, 1773)
	Apidae	<i>Apis mellifera</i> (Linnaeus, 1758)
	Apidae	<i>Xylocopa violacea</i> (Linnaeus, 1758)
	Formicidae	<i>Formica incerta</i> (Buren, 1944)
	Formicidae	<i>Camponotus sp.</i>
	Formicidae	<i>Solenopsis invicta</i> (Buren, 1972)
	Formicidae	<i>Messor barbara</i>
	Formicidae	<i>Cataglyphis bicolor</i>
	Braconidae	<i>Phanerotoma sp.</i>
	Colletidae	<i>Colletes sp.</i>
Eulophidae	<i>Larinus sp.</i>	

Pour avoir une idée globale sur l'importance des principaux ordres d'insectes inventoriés, nous avons dressé une figure récapitulative dans laquelle est précisé le nombre d'espèces par ordre (Figu.19).

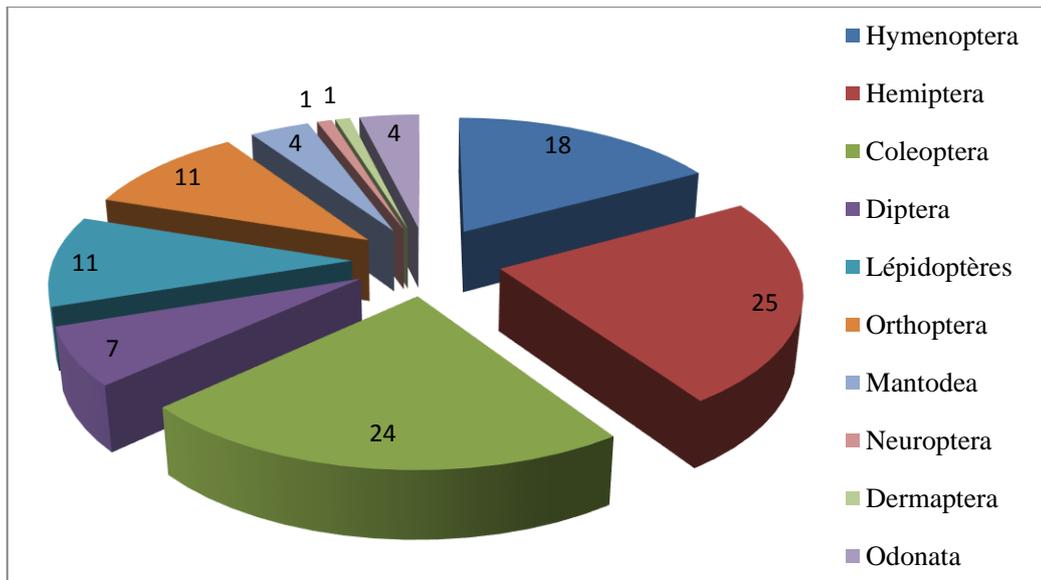


Figure 19. Importance des espèces par ordre

La figure (18), montre que l'ordre des Hemiptera est quantitativement le mieux représenté avec 25 espèces, suivi par les Coleoptera et les Hymenoptera comptant respectivement 24 et 18 espèces. Les Diptères, Orthoptères, et Lépidoptères occupent respectivement le quatrième, et cinquième rang avec 13 et 11 espèces, suivi par les autres ordres qui sont faiblement représentés.

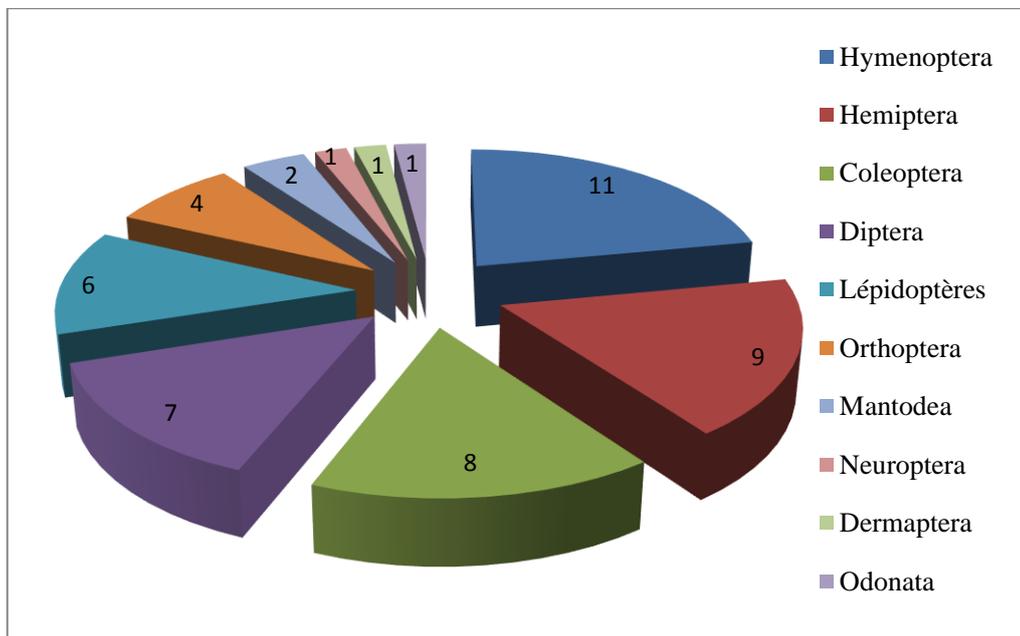


Figure 20. Importance des familles par ordre

La lecture de la figure (29), montre que les espèces entomologiques recensées sont réparties en 50 familles dont celui des Hymenoptera est le mieux représenté avec 11 familles différentes. L'ordre des Hemiptera est représenté par 9 familles, les Coleoptera viennent en troisième position avec 8 familles. Par contre les Diptera et les Lepidoptera sont représentés avec 7 et 6

famillessuccessivement. Alors que les Orthoptera et les montodea sont représentés par 4 et 2 famillessuccessivement. Les autres ordres sont faiblement notés et ne dépassent pas une famillepour chacun d'eux.

2.1.2 Inventaires de l'entomofaune auxiliaire

Les données montrent que de l'entomofaune auxiliaire inventorié durant la période (de Janvier 2015 à Janvier 2017) est représenté par 25 espèces réparties dans 14 familles qui sont notés dans le tableau suivant:

Tableau 10 : Liste de l'entomofaune auxiliaires inventoriés

Ordre	Famille	Auxiliaire
COLEOPTERA	Coccinellidae	<i>Coccinella algerica</i>
		<i>Coccinella undecimpunctata</i>
		<i>Hippodamia decimpunctata</i>
		<i>Hippodamia tredecimpunctata</i>
		<i>Hippodamia variegata</i>
	<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>	
	Carabidae	<i>Calosoma inquisitor</i>
	Meloidae	<i>Mylabris bipunctata</i>
NEUROPTERA	Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>
DERMOPTERA	Forficulidae	<i>Forficula auricularia</i>
DIPTERA	Syrphidae	<i>Episyrphus balteatus</i>
	Cecidomyiidae	<i>Aphidolites aphidimyza</i>
HETEROPTERA	Anthocoridae	<i>Anthocoris nemoralis</i>
HYMENEPTERA	Formicidae	<i>Cataglyphis bicolor</i>
	Braconidae	<i>Phanerotoma sp</i>
	Ichneumonidae	<i>Dusona sp.</i> <i>Netelia sp.</i>
ODONATA	Libellulidae	<i>Trithemis annulata</i>
		<i>Sympetrum sanguineum</i>
		<i>Sympetrum vulgatum</i>
MANTODEA	Mantidae	<i>Mantis religiosa</i>
		<i>Sphodromantis viridis</i>
		<i>Sphodromantis viridis</i>
		<i>Rivetina fasciata</i>
	Empusidae	<i>Blepharopsis mendica</i>

Les Coccinellidae sont quantitativement dominantes et les plus actives avec 6 espèces, représentant 54,72% du peuplement de l'entomofaune auxiliaires de la station. Elles sont suivies par les Chrysopidae et les Syrphidae représentant 12,98% et 9,47% respectivement avec une seule espèce, les Anthocoridae et Braconidae avec une seule espèce pour chacune, représentant 3,85%

et les Forficulidea 3,15% suivi par les Mantidaeeavec 3 espèces représentant 2,80% et les Formicidea, les Cecidomyiidae avec une seule espèce pour chacune, représentant 2,45% et 1,75% sucissevement et dans le dernier lieu les Libellulidaeavec 3 espèces représentant 1,05% et les Ichneumonidae avec 2 espèces représentant 0,7% de l'entomofaune auxiliaires de la station (Fig.21).

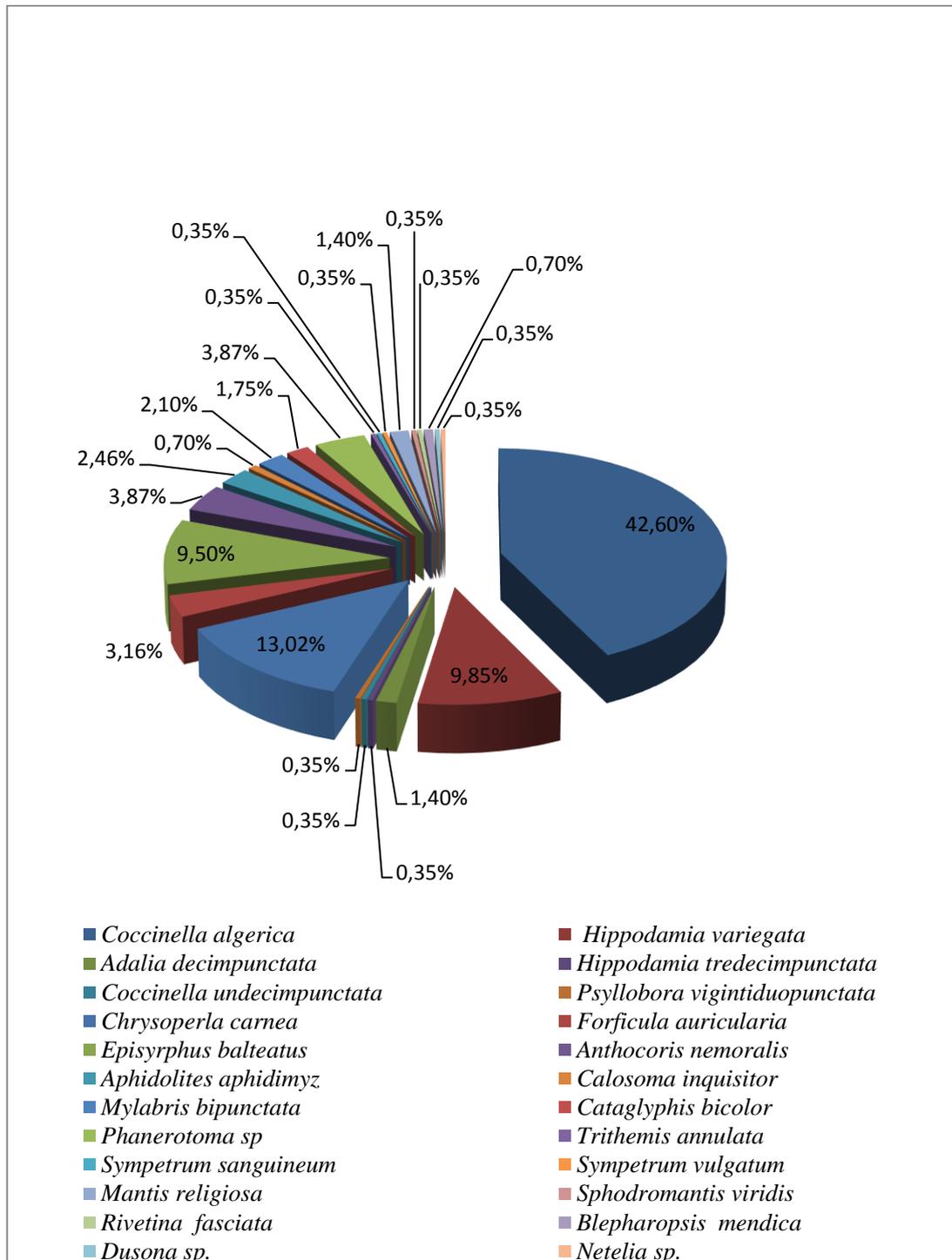


Figure 21. Proportions de l'entomofaune auxiliaires

2.1.2.1 Répartition temporelle

Pour les résultats des pièges à colle et à eau, nous avons établi une répartition des espèces de l'entomofaune d'auxiliaires inventoriées durant la période d'étude allant de Janvier jusqu'à Décembre 2015 et ceci dans le temps en fonction des mois de capture (Fig.21).

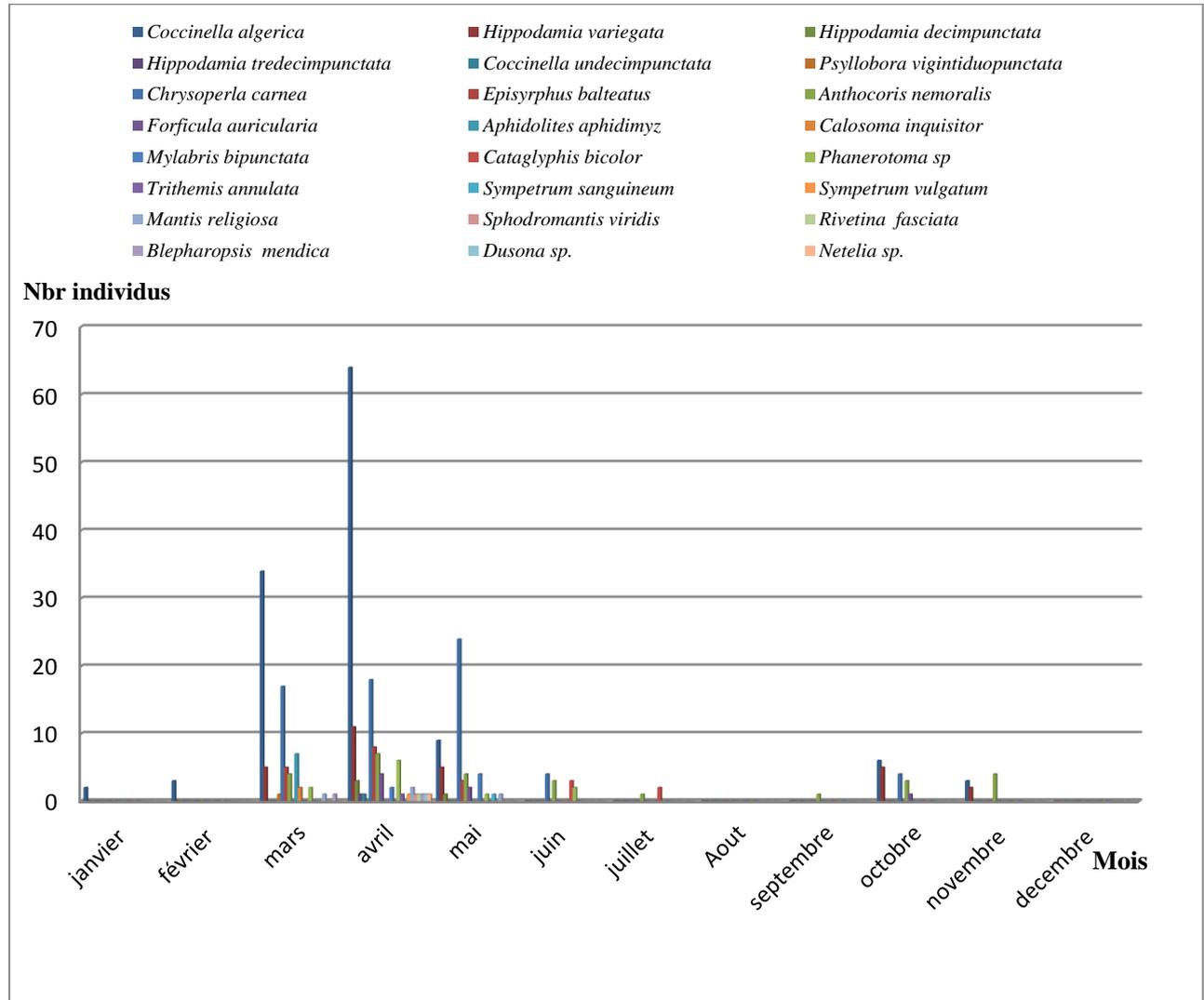


Figure 22. Variations temporelles des populations de l'entomofaune auxiliaires répertoriés dans la station

Les résultats obtenus montrent que la famille des Coccinellidae présente une intense activité sur toutes les cultures de la station. Toutes ces espèces se reproduisent des descendance viables entre janvier et juin puis en octobre et novembre. Un pic de 64 individus de *C.algerica* a été noté au mois d'Avril. Par contre, les autres auxiliaires *Chrysoperla carnea* et *Hippodamia variegata* avec des pics de 24 et 11 individus successivement ont été notés en Avril et Mai. Les espèces *Episyrphus balteatus* et *Anthocoris nemoralis* avec 8 et 7 individus au maximum au mois d'Avril.

L'abondance des autres espèces auxiliaires suit presque le même schéma en fin de saison estivale, en Aout et Septembre avec un pic marqué en Octobre pour s'annuler en Décembre.

2.1.2.2 Répartition trophique

La répartition en fonction des différents groupes trophiques est établie selon nos observations personnelles et l'appui de nos sources. Ainsi donc, nous avons pu distinguer 4 grands ensembles parmi les 25 espèces d'insectes (Tab.11).

Tableau 11. Répartition de l'entomofaune auxiliaires par groupe trophique

Groupes trophiques	Espèces
Prédateurs Aphidiphages	<i>Coccinella algerica</i>
	<i>Hippodamia variegata</i>
	<i>Hippodamia decempunctata</i>
	<i>Hippodamia tredecimpunctata</i>
	<i>Coccinella undecimpunctata</i>
Prédateurs polyphages	<i>Chrysoperla carnea</i>
	<i>Calosoma inquisitor</i>
	<i>Anthocoris nemoralis</i>
	<i>Cataglyphis bicolor.</i>
	<i>Forficula auricularia</i>
	<i>Trithemis annulata</i>
	<i>Sympetrum sanguineum</i>
	<i>Sympetrum vulgatum</i>
	<i>Mantis religiosa</i>
	<i>Sphodromantis viridis</i>
	<i>Sphodromantis viridis</i>
	<i>Rivetina fasciata</i>
	<i>Blepharopsis mendica</i>
	<i>Dusona sp.</i>
<i>Netelia sp.</i>	
Mycophages	<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>
Parasites et parasitoïdes	<i>Episyrphus balteatus</i>
	<i>Aphidolites aphidimyz</i>
	<i>Mylabris bipunctata</i>
Sarcophage	<i>Phanerotoma sp</i>

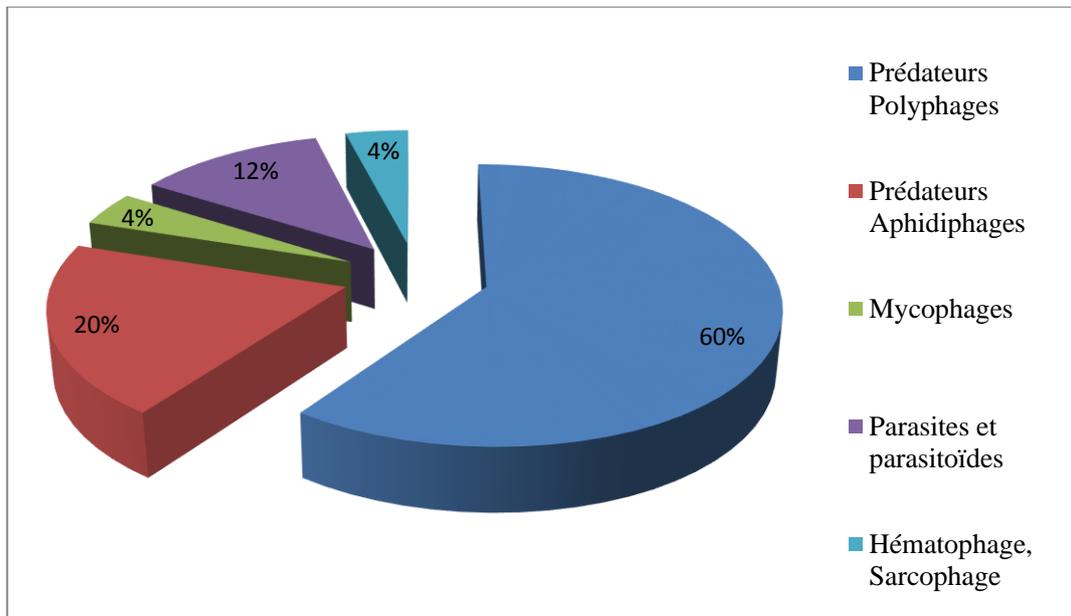


Figure 23: Répartition trophique de l'entomofaune auxiliaires

La figure (23) montre la forte représentation des prédateurs polyphages, groupe le plus important avec 60% d'insectes inventoriés, suivi d'une présence des 20% des prédateurs aphidiphages, et 12% représenté par le groupe des parasites et parasitoïdes. Enfin, les sarcophages et les mycophages comptabilisent des taux faibles avec 4% de la totalité des captures, ce qui en fait les groupes les moins riches.

2.1.2.3 Interprétation des résultats par les indices écologiques de l'entomofaune auxiliaire

a. Qualité d'échantillonnage

Le nombre d'espèces vues une seule fois en un seul exemplaire au cours des 48 relevés dans la station sont consignés dans le tableau 12.

Tableau 12. Valeurs de la qualité de l'échantillonnage des espèces de l'entomofaune axillaires capturés.

Espèces (a)	N	a/N
<i>Hippodamia tredecimpunctata</i>	48	0,20
<i>Coccinella undecimpunctata</i>		
<i>Psyllobora vigintiduopunctata</i>		
<i>Sphodromantis viridis</i>		
<i>Dusona sp.</i>		
<i>Rivetina fasciata</i>		
<i>Netelia sp</i>		
<i>Trithemis annulata</i>		
<i>Orthethrum SP</i>		
<i>Sympetrum sanguineum</i>		
<i>Sympetrum vulgatum</i>		

La valeur de la qualité d'échantillonnages est proche de zéro (0,20) (Tab. 12), ce qui montre que l'échantillonnage effectué dans la station est relativement de bonne qualité et que l'inventaire est réalisé avec une suffisante précision. Donc, les espèces observées une seule fois durant notre étude sont classées comme des espèces accidentelles.

b. Indices écologiques de composition

Les indices écologiques utilisés pour étudier l'entomofaune auxiliaire de la station concernent la richesse totale, la richesse moyenne, l'abondance relative, l'indice de diversité de Shannon, l'équitabilité et l'indice de diversité de Margalef.

- Richesse totale (S) et la richesse moyenne (Sm)

Nous avons capturé au total 8 espèces d'auxiliaires, comptant 284 individus. La richesse moyenne calculée pour chaque mois est représenté dans le tableau13.

Tableau 13. Richesse moyenne des espèces d’auxiliaires capturées par mois.

Mois	J	F	M	AV	MA	JU	JUI	A	S	O	N	D
Richesse S	6	12	113	195	86	25	0	0	0	36	8	0
Sm	0,25	0,5	4,7	8,12	3,58	1,04	0	0	0	1,5	0,33	0

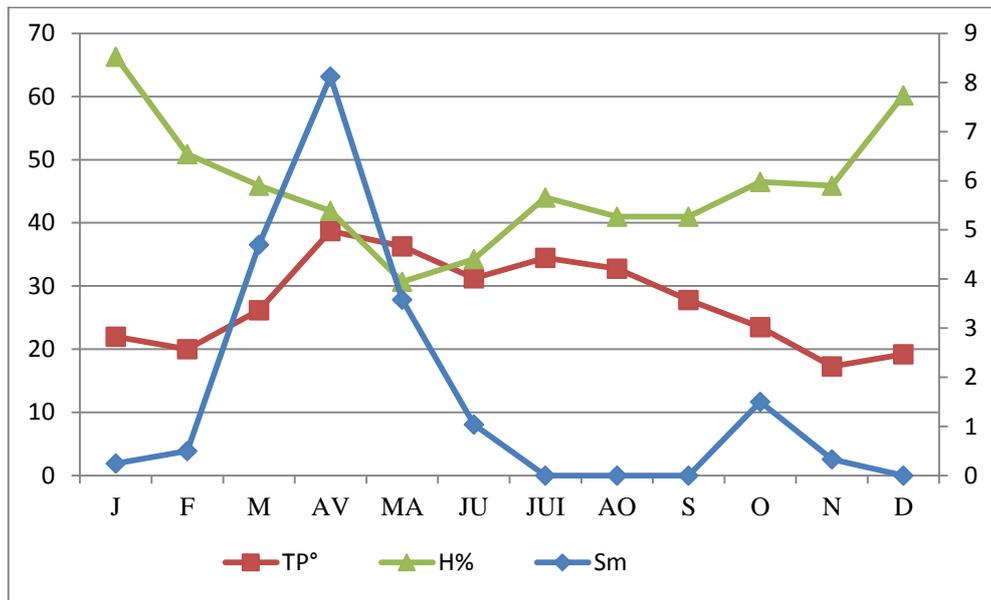


Figure 24. Évolution de la richesse spécifique des espèces d’auxiliaires par mois

La lecture du tableau 13 et la figure 24 montrent que la plus faible richesse est enregistrée au mois de Janvier (0,25) avec une (T= 22°C et une HR= 66,3%) et s’annule complètement durant la période de Juillet jusqu’au mois de septembre. La plus grande richesse est enregistrée au mois d’avril avec (8,12)avec une (T= 38,7°C et une HR= 41,9%) suivi par le mois de Mars et Mai avec (4,7) et (3,58) par ordre.

La richesse moyenne calculée était de 20,02.

- Abondance relative (Fréquence centésimale)

Nous avons capturé 284 individus de l’entomofaune auxiliaires répartis en 8 ordres. L’ordre des Coleoptera est le plus dominant avec (164 individus) collectés. Ils sont suivis des ordres des Neuroptera (37 individus) et Diptera (34 Individus) sont respectivement en 2^{ème} et 3^{ème} rang. L’ordre des Hymenoptera avec (18 individus), les Heteroptera, les Dermoptera et les Mantodea avec 11,9 et 8 individus sont respectivement pour chaque ordre et au dernier rang les Odonata avec 3 individus.

- **En fonction des familles**

La famille la plus abondante est celle des Coccinellidae (156 individus) suivi des Chrysopidae (37 individus). Les Syrphidae (27 individus), les Forficulidae et les Anthocoridae (11 individus) et les Cecidomyidae (7 individus) et les autres familles.

- **En fonction des espèces**

Les plus abondantes sont celles appartenant à l'ordre des Coléoptères *Coccinella algerica* 42,6%. Suivi de loin par une espèce appartenant à l'ordre des Neuroptera, *Chrysoperla carnea* 13,02%, *Hippodamia variegata* 9,85% (Coleoptera) *Episyrphus balteatus* 9,5% (Diptera) et les autres espèces avec de faibles abondances qui ne dépassant pas 4%.

c. Indices écologiques de structure

- **Indices de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité**

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver H' et d'équitabilité E sont appliquées aux espèces des auxiliaires capturées dans la station Tableau 14.

Tableau 14. Valeurs de l'indice de diversité de Shannon (H') et d'équitabilité (E) appliquées aux espèces des auxiliaires capturées.

Paramètres	valeurs
H' (bits)	6,77
H' max (bits)	11,25
E	0,60

H' : Indice de Shannon-Weaver.

H' max : Indice maximal de diversité de Shannon-Weaver.

E : Indice d'équitabilité

Les valeurs obtenues pour l'entomofaune d'auxiliaires capturées durant la période d'étude s'indiquent par une valeur élevée (6,77 bits) de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (Tab. 14). Cette diversité spécifique est variable d'un mois à l'autre, une nette augmentation a été enregistrée au mois d'Avril (4,7 Bits), à partir du mois de juillet jusqu'au mois de février ou la faune auxiliaire baisse considérablement, la diversité commence à ré-augmenter à partir du mois de mars jusqu'à atteindre le maximum au mois d'avril.

Par ailleurs, la valeur de l'équitabilité calculée pour notre étude, $E=0,60$ montre que les effectifs des différentes espèces d'auxiliaires capturées sont en équilibre entre eux.

- **Indices de diversité de Margalef**

Les résultats de la diversité des espèces d'auxiliaires collectées durant la période d'étude d'échantillonnage sont enregistrés dans le tableau 15.

Tableau 15. Indice de diversité de Margalef calculé pour les espèces d'auxiliaires collectées durant la période d'étude (Janvier 2015 à Janvier 2016.)

Mois	Hiver			Printemps			Été			Automne		
	D	J	F	M	Av	Ma	J	Jt	A	S	O	N
Entomofaune auxiliaires	0	0	0	4,08	7,34	4,08	1,22	0,40	0	0	1,63	0,81

Il ressort du tableau 15 qu'en utilisant l'indice de Margalef, la diversité spécifique de la station d'étude est nettement variable d'un mois à l'autre. Elle était à son maximum au printemps spécialement au mois d'Avril soit 7,34. A partir du mois de juillet jusqu'au mois de février (automne et hiver) les auxiliaires baissent considérablement jusqu'à s'annuler au mois d'Août et Septembre.

2.2 Etude de developpement et de reproduction de la *c.algerica*

2.2.1 Paramètres de développement (Table de vie)

Les résultats comparatifs de suivi du cycle biologique de la coccinelle, de la ponte jusqu'à l'émergence des adultes dans les conditions contrôlées et sous serre sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 16 : Durée moyenne du développement (en jours) de *C. algerica* dans les conditions contrôlées

Stades de développement	Durée d'incubation des œufs	Développement larvaire	Nymphe	Longévité mâle	longévité Femelle	Cycle de vie
Durée sous serre moyenne (jours)	4,6±0,54	11,2±0,83	5.2±0,83	5,6 ± 0,54	7,8±0,83	F=28,8 ±3,03
						M=26,6±2,65
Durée moyenne au Labo (jours)	5,4 ±0,89	15,6±1,51	7,4±0,54	5,2±1,09	7,2±1,30	F=35,6±4,24
						M=33,6±1,03

F= femelle, M=male

Le suivi du cycle biologique de la coccinelle, nous a permis de mesurer la durée moyenne d'incubation des œufs au laboratoire et sous serre respectivement est de (4,60 ± 0,54 jours et 5,4 ±0,89), la durée moyenne des quatre stades larvaires (L1-L4 : 11,25±0,83 jours et 15,6±1,51), la durée moyenne du développement nymphale (5.2±0,83 jours et 7,4±0,54jours). La longévité des mâles est de (5,6 ± 0,54 jours au labo et de 5,2±1,09 jours sous serre). La longévité des femelles est de (7,8±0,83 jours au labo et de 7,2±1,30 jours sous serre).

Notre étude sur la biologie de *C. algerica* a montré une différence remarquable de 5 jours de la durée moyenne du cycle de vie dans les deux conditions (33,9±1,85 jours et 28,8±1,03) ou les conditions au labo sont (température de 25±1°C et d'humidité de 60±5% et une photopériode de 16 heures lumière et 8 heures obscurité) (Tab.16).

2.2.1.1 Biométrie des stades larvaires

Dans le tableau ci-dessous on porte les mesures biométriques de stades larvaires de la coccinelle algérienne.

Tableau 17 : La biométrie des stades larvaires

Stades larvaires	Taille moyenne (mm)
L1	0,9± 0,1
L2	2,5±0,5
L3	5 ±1
L4	9,5±2,5

La biométrie des stades larvaires montre une nette évolution d'un stade à un autre. Par contre à partir du stade nymphe et du stade adulte on enregistre une différence de tailles entre les deux sexes les mâles (Nymphe= 6,5±0,5mm - adulte= 7±1mm) par contre les femelles (Nymphe= 8±0,5mm - adulte=9,0±0,7mm).

2.2.2 Paramètres de reproduction

Le nombre moyen de ponte des femelles de *C. algerica* sous les conditions contrôlées varie d'une seule à deux pontes par jour (1,46 ±0,54), et entre 5 à 8 pontes durant la vie de la femelle.

Le nombre d'œufs par ponte a tendance à diminuer, avec un maximum de 108 œufs dans la 1^{ère} ponte et un minimum de 11 œufs dans la 2^{ème} ponte (Tab. 18).

Tableau 18 : Nombre d'œufs pondus par femelle et taux d'éclosion sous les conditions contrôlées.

N° de Couple	Ponte 1	Ponte 2	Nbr de pontes	Nbr moyen des œufs	Nbr total des œufs	Nbr des œufs éclos	Taux d'éclosion (%)
Couple1	108	/	1	54	108	78	72,22
Couple2	82	11	2	46.5	93	52	55,91
Couple3	64	38	2	51	102	94	92,15
Couple4	79	/	1	39.5	79	71	89,87
Couple5	104	/	1	52	104	93	89,42
Moyenne	87,4	9,8	1,4	52,33	97,2	77,6	79,91

Par rapport au nombre moyen de ponte des femelles de *C.algerica* élevé sous serre qui varie d'une à deux pontes par jour ($1,46 \pm 0,54$), le nombre d'œufs par ponte a tendance à diminuer, un maximum de 68 œufs dans la 1^{ère} ponte et un minimum de 10 œufs dans la 2^{ème} ponte (Tab.19).

Tableau 19 : Nombre d'œufs pondus par femelle et taux d'éclosion sous serre.

N° de Couple	Ponte 1	Ponte 2	Nbr de pontes	Nbr moyen des œufs	Nbr total des œufs	Nbr des œufs éclos	Taux d'éclosion (%)
Couple1	44	28	2	36	72	43	59,72
Couple2	68	/	1	34	68	16	23,52
Couple3	50	/	1	25	50	38	76
Couple4	22	10	2	16	32	5	15,62
Couple5	36	/	1	18	36	26	72,22
Moyenne	51,6	7,6	1,4	25,8	51,6	25,6	49,61

Les tableaux 18 et 19, montrent aussi les valeurs extrêmes de la variation individuelle du nombre total des œufs pondus par femelle, allant d'un maximum de 72 œufs enregistrés sous serre par contre au laboratoire nous eûmes un maximum de 108 œufs. Alors que nous avons enregistré un minimum de 32 œufs à la serre et un minimum 79 œuf au niveau du laboratoire. Concernant le nombre moyen des œufs pondus par ponte calculé sur 5 couples on remarque une variation très marquée entre les deux conditions avec un nombre très faible qui atteint les 11 œufs dans la deuxième ponte au laboratoire avec une moyenne de 52,33 œufs , par contre dans les conditions sous serre une absence totale de la deuxième ponte dont la moyenne est de 25,8 œufs.

Notre étude sur la fertilité des œufs a montré une remarquable variation du taux d'éclosion, avec un pourcentage très réduit qui atteint 15,62 % enregistré dans les conditions sous serre, alors que la valeur la plus élevée est de 92,15% enregistré dans les conditions de laboratoire, avec une moyenne qui varie de 49,41% et de 79,91% respectivement (sous serre et en laboratoire) (Tab. 18 et 19).

2.2.2.1 Etude de la reproduction

Les résultats de l'étude des paramètres de la reproduction de *C. algerica* en laboratoire sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau 20 : Etude des paramètres de la reproduction de *C.algerica*.

Paramètres	Moyenne ± Ecart-type	
	Au labo	Sous serre
Taux brut de fécondité	97,2±11,56	51,6±18,13
Taux brut de fertilité	77,6±17,35	25,6±15,59
Taux d'éclosion brut	79,91±15,60	49,61±28,04
Taux net de fécondité	69,9±1,6	27,8±3,35
Taux net de fertilité	55,8±2,4	13,8±2,92
Nbr moyen d'œufs pondus par femelle et par jour	13.88±1.65	9.68±3.40
Nbr moyen d'œufs fertiles pondus par femelle et par jour	11,08±2,47	4,80±2,29

Les taux bruts de fécondité et de fertilité des femelles coccinelles sont respectivement de (97,2±11,56 et 77,6±17,35 œufs) chez les femelles émergées au laboratoire et de (51,6±18,13 et 25,6±15,59 œufs) chez les femelles émergées sous serre avec un taux de d'éclosion brut de 79,91±15,60 % et 49,61±28,04%. Pour les taux nets de fécondité et de fertilité moyens, ils sont respectivement de (69,9±1,6 et 27,8±3,35), (55,8±2,4 et 13,8±2,92) au laboratoire et sous serre. Alors que le nombre moyen d'œufs par femelle et par jour est de 13,88±1,65 et de 9,68±3,40 œufs respectivement au laboratoire et sous serre. De plus, le nombre d'œufs fertiles par femelle et par jour est de 11,08±2,47 et 4,80±2,29 (Tab. 20).

2.2.2.2 Longévité des adultes

L'étude de la longévité de *C. algerica* a été conduite dans les conditions contrôlées définies précédemment de façon à pouvoir établir une comparaison des résultats dans les deux sexes.

Tableau 21 : Longévité des mâles et des femelles de *C.algerica* en laboratoire

N° de couple	1	2	3	4	5	Moyenne	Ecart-type
Longévité des mâles (Jours)	4	5	3	4	5	5,4	0,80
Longévité des femelles (Jours)	6	8	8	6	8	7,2	0,97

Le tableau 21 montre une longévité minimale de 3 jours chez les mâles et 6 jours pour les femelles alors que la durée de vie maximale observée est de 5 jours chez les mâles et de 8 jours chez les femelles, avec une durée moyenne de vie de 5,4 jours pour les mâles et de 7,2 jours pour les femelles.

2.2.3 Test de corrélation (Pearson)

L'utilisation de la corrélation donne une idée sur le degré de liaison entre deux variables. Cette mesure peut démontrer l'existence du lien entre les variables indépendantes et dépendantes.

2.2.3.1 Matrice de corrélation (Pearson)

Tableau 22: Matrice de corrélation (Pearson) entre les différents paramètres biologiques de coccinelle.

Variables	Ponte 1	Ponte 2	Nbr moyen des œufs /j	Nbr de pontes	Nbr total des œufs	Nbr moyen des œufs	Nbr moyen des œufs éclos	Taux d'éclosion (%)	longévité des mâles	longévité des femelles
Ponte 1	1	-0,266	0,881	-0,386	0,881	0,881	0,748	0,464	-0,253	0,574
Ponte 2	-0,266	1	0,221	0,819	0,221	0,221	0,234	0,097	-0,123	0,435
Nbr moyenne des œufs /j	0,881	0,221	1	0,011	1,000	1,000	0,872	0,517	-0,317	0,794
Nbr de pontes	-0,386	0,819	0,011	1	0,011	0,011	-0,085	-0,283	-0,293	0,360
Nbr total des œufs	0,881	0,221	1,000	0,011	1	1,000	0,872	0,517	-0,317	0,794
Nbr moyen des œufs	0,881	0,221	1,000	0,011	1,000	1	0,872	0,517	-0,317	0,794
Nbr moyen des œufs éclos	0,748	0,234	0,872	-0,085	0,872	0,872	1	0,833	-0,103	0,776
Taux d'éclosion (%)	0,464	0,097	0,517	-0,283	0,517	0,517	0,833	1	0,146	0,499
Longévité des mâles	-0,253	-0,123	-0,317	-0,293	-0,317	-0,317	-0,103	0,146	1	-0,129

Longévité des femelles	0,574	0,435	0,794	0,360	0,794	0,794	0,776	0,499	-0,129	1
-------------------------------	-------	-------	--------------	-------	--------------	-------	-------	-------	--------	---

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05

Tableau 23: Corrélacion entre le nombre des œufs de la première ponte et le nombre total des œufs pondus

P= 0,001 et la corrélation de Pearson = 0,881 ce qui montre une corrélation entre le nombre des œufs de la première ponte et le nombre total des œufs pondus.

		Nbr des œufs ponte 1	Nbr total des œufs
Nbr des œufs ponte 1	Corrélation de Pearson	1	0,881*
	Sig. (p-values (Pearson))		0.001
	N	5	5

Tableau 24: Corrélacion entre le nombre des œufs de la première ponte et le nombre moyen des œufs pondus

P= 0,001 et la corrélation de Pearson =0,881 ce qui induit à une relation forte entre le nombre des œufs de la première ponte et le nombre moyen des œufs.

		Nbr des œufs ponte 1	Nbr moyen des œufs
Nbr des œufs ponte 1	Corrélation de Pearson	1	0,881*
	Sig. (p-values (Pearson))		0.001
	N	5	5

Tableau 25: Corrélacion entre le nombre des œufs de la première ponte et le nombre moyen des œufs éclos

P= 0,013 et la corrélation de Pearson =0,748 ce qui induit à une relation faible entre le nombre des œufs de la première ponte et le nombre moyen des œufs éclos.

		Nbr des œufs ponte 1	Nbr moyen des œufs éclos
Nbr des œufs ponte 1	Corrélation de Pearson	1	0,748*
	Sig. (p-values (Pearson))		0.013
	N	5	5

Tableau 26: Corrélacion entre le nombre des œufs de la 2ème ponte et le nombre de pontes

P= 0,004 et la corrélation de Pearson =0,819 ce qui induit à une relation forte entre le nombre des œufs de la deuxième ponte et le nombre des pontes.

		Nbr des œufs ponte 2	Nbr des pontes
Nbr des œufs ponte 2	Corrélation de Pearson	1	0,819*
	Sig. (p-values (Pearson))		0.004
	N	5	5

Tableau 27: Corrélation entre le nombre moyen des œufs pondus /j et le nombre totale des œufs pondus

P= 0,0001 et la corrélation de Pearson =1,000 ce qui induit à une relation forte entre le nombre moyen des œufs pondus et le nombre totale des œufs pondus.

		Nbr moyen des œufs pondus /j	Nbr totale des œufs pondus
Nbr moyen des œufs pondus/j	Corrélation de Pearson	1	1,000**
	Sig. (p-values (Pearson))		0.0001
	N	5	5

Tableau 28: Corrélation entre le nombre moyen des œufs pondus /j et le nombre moyen des œufs

P= 0,0001 et la corrélation de Pearson =1,000 ce qui induit à une relation forte entre le nombre moyen des œufs pondus par jour et le nombre moyen des œufs pondus.

		Nbr moyen des œufs pondus/j	Nbr moyen des œufs pondus
Nbr moyen des œufs pondus/j	Corrélation de Pearson	1	1,000**
	Sig. (p-values (Pearson))		0.0001
	N	5	5

Tableau 29: Corrélation entre le nombre moyen des œufs pondus /j et le nombre moyen des œufs éclos

P= 0,001 et la corrélation de Pearson =0,872 ce qui induit à une relation faible entre le nombre moyen des œufs pondus par jour et le nombre moyen des œufs éclos.

		Nbr moyen des œufs pondus/j	Nbr moyen des œufs éclos
Nbr moyen des œufs pondus/j	Corrélation de Pearson	1	0,872*
	Sig. (p-values (Pearson))		0.001
	N	5	5

Tableau 30: Corrélation entre le nombre moyen des œufs pondus /j et longévité des femelles

P= 0,006 et la corrélation de Pearson =0,748 ce qui induit à une relation faible entre le nombre moyen des œufs pondus et longévité des femelles

		Nbr moyen des œufs pondus/j	Longévité des femelles
Nbr moyen des œufs pondus/j	Corrélation de Pearson	1	0,748*
	Sig. (p-values (Pearson))		0.006
	N	5	5

P= 0,006 et la corrélation de Pearson =0,748 ce qui induit à une relation faible entre le nombre moyen des œufs pondus et longévité des femelles

Tableau 31: Corrélation entre le nombre totale des œufs pondus et le nombre moyen des œufs éclos

P= 0,001 et la corrélation de Pearson =0,872 ce qui induit à une relation faible entre le nombre total des œufs pondus et le nombre moyen des œufs éclos.

		Nbr totale des œufs pondus	Nbr moyen des œufs éclos
Nbr totale des œufs pondus	Corrélation de Pearson	1	0,872*
	Sig. (p-values (Pearson))		0.001
	N	5	5

Tableau 32: Corrélation entre le nombre total des œufs pondus et longévité des femelles

P= 0,006 et la corrélation de Pearson =0,794 ce qui induit à une relation faible entre le nombre total des œufs pondus et longévité des femelles.

		Nbr totale des œufs pondus	Longévité des femelles
Nbr totale des œufs pondus	Corrélation de Pearson	1	0,794*
	Sig. (p-values (Pearson))		0.006
	N	5	5

Tableau 33: Corrélation entre le taux d'éclosion et le nombre moyen des œufs éclos

P= 0,003 et la corrélation de Pearson =0,833 ce qui induit à une relation faible entre le taux d'éclosion et le nombre moyen des œufs éclos.

Tableau 34: Corrélation entre le nombre moyen des œufs éclos et longévité des femelles

		Taux d'éclosion	Nbr moyen des œufs éclos
Taux d'éclosion	Corrélation de Pearson	1	0,833*
	Sig. (p-values (Pearson))		0.003
	N	5	5
Nbr moyen des œufs éclos	Corrélation de Pearson	1	0,776*
	Sig. (p-values (Pearson))		0.008
	N	5	5

P= 0,008 et la corrélation de Pearson =0,776 ce qui induit à une relation faible entre le nombre moyen des œufs éclos et longévité des femelles.

Tableau 35: Corrélation entre le nombre moyen des œufs et longévité des femelles

		Nbr moyen des œufs	longévité des femelles
Nbr moyen des œufs	Corrélation de Pearson	1	0,794*
	Sig. (p-values (Pearson))		0.006

	N	5	5
--	---	---	---

P= 0,006 et la corrélation de Pearson =0,794 ce qui induit à une relation faible entre le nombre moyen des œufs pondus et longévité des femelles.

2.2.3.2 Analyse statistique des paramètres du développement

Le suivi du cycle de développement de la *C. algerica* de la ponte jusqu'à l'émergence des adultes dans les deux conditions, nous ont permis de mesurer la durée moyenne d'incubation des œufs qui est presque la même pour les deux conditions (4,6±0,54 jours au labo et 5,4 ±0,89 jours sous serre). Par contre la durée moyenne du développement larvaire été plus longue dans les conditions sous serre (L1-L4 :15,6±1,51jours) et plus courte dans les conditions de labo (11,2±0,83 jours). De même, la durée moyenne du stade nymphal des individus élevés sous serre est précoce de 2 jours par rapport aux individus élevés au labo. Par contre, la longévité des deux sexes est presque la même dans les deux conditions (5,6 ± 0,54 et 7,8±0,83 jours) respectivement chez les mâles et les femelles élevés au labo et de (5,2±1,09 et 7,2±1,30 jours) chez ceux élevés sous serre.

Alors la durée moyenne du cycle vie de *C.algerica* est plus longue au labo avec 33,9±1,85 jours par rapport aux conditions sous serre qui est 28,8±1,03 jours.

Tableau 36 : Etude des paramètres du développement de *C.algerica*.

Paramètre	Condition		Valeur de F	Valeur de P
	Sous serre	En labo		
Durée d'incubation des œufs	4 ,6±0,54 a	5,4 ±0,89a	2,909	0,126
Développement larvaire	11,2±0,83 b	15,6±1,51 a	32,267	0,000
Stade Nymphé	5.2±0,83 a	7,4±0,54 a	24,200	0,001
Longévité Male	5,6 ± 0,54 a	5,2±1,09 a	0,533	0,486
longévité Femelle	7,8±0,83 a	7,2±1,30 a	0,750	0,412
Cycle de vie male	26,6±2,65 b	33,6±1,03a	32,237	0,000
Cycle de vie femelle	28,8 ±3,03 b	35,6±4,24 a	28,900	0,001

Les différentes lettres dans les lignes indiquent des différences significatives (P <0,05) au niveau de deux conditions.

Le tableau 36, montre l'absence de différence significative observée entre la période d'incubation des œufs de *C.algerica* dans les deux conditions avec (P = 0,12). Par contre on a enregistré une durée de développement larvaire hautement significative avec (L1-L4: P< 0,0001) et une durée plus longue pour les larves élevés en labo (15,6±1,51jours) et de (11,2±0,83jours) pour les larves élevées sous serre. Les différences significatives ont été enregistrées entre le temps de développement du stade Nymphé (P=0,001) avec une durée plus longue pour les Nymphes élevées en labo (7,4±0,54jours) et une courte durée pour celles élevées sous serre (5,2±0,83 jours).

Une différence hautement significative a été enregistrée aussi entre la durée du cycle de vie des deux sexes de *C.algerica* ($P < 0,001$).il est achevé au cours d'une longue période chez les mâles élevés en labo avec $33,6 \pm 1,03$ jours et $26,6 \pm 2,65$ jours chez les mâles sous serre. Ainsi, la durée du cycle de vie chez les femelles élevés en labo avec $35,6 \pm 4,24$ est plus importante par rapport à celles élevés sous serre de $28,8 \pm 3,03$ jours.

2.2.3.3 Analyse statistique des paramètres de reproduction

Le taux brut de fécondité des femelles de *C .algerica* est élevé chez les femelles émergées au labo ($97,2 \pm 11,56$ œufs) par rapport aux femelles élevés sous serre ($51,6 \pm 18,13$ œufs).La valeur la plus élevée du taux brut de fertilité a été observé chez les femelles élevés au labo ($77,6 \pm 17,35$ œufs), par contre chez les femelles élevés sous serre ($25,6 \pm 15,59$ œufs), les taux d'éclosion brut sont plus faibles dans les conditions de la serre qu'au labo (respectivement, $49,61 \pm 28,04$ et $79,91 \pm 15,6$ œufs), (Tab. 37).

Cependant, l'analyse de la variance des taux d'éclosion brut et le nombre moyen d'œuf fertiles chez *C. algerica* dans les deux conditions, n'a révélé aucune différence significative. Ilsont respectivement de ($P= 0,066$ et $p=0,107$).

Tableau 37 : Les paramètres de la reproduction de *C.algerica*

Paramètre	Condition		Valeur de F	Valeur de P
	En labo	Sous serre		
Taux brut de fécondité	$97,2 \pm 11,56$ a	$51,6 \pm 18,13$ b	22,480	0,001
Taux brut de fertilité	$77,6 \pm 17,35$ a	$25,6 \pm 15,59$ b	24,826	0,001
Taux d'éclosion brut	$79,91 \pm 15,6$ a	$49,61 \pm 28,04$ a	4,515	0,066
Taux net de fécondité	$69,9 \pm 1,60$ a	$27,8 \pm 3,35$ b	22,449	0,001
Taux net de fertilité	$55,8 \pm 2,4$ a	$13,8 \pm 2,92$ b	24,885	0,001
Nbr moyen d'œuf pondu par femelle et par jour	$13,88 \pm 1,65$ a	$9,68 \pm 3,40$ b	31,718	0,000
Nbr moyen d'œuf fertile pondu par femelle et par jour	$11,08 \pm 2,47$ a	$4,80 \pm 2,29$ b	3,285	0,107

Les différentes lettres dans les lignes indiquent des différences significatives ($P < 0,05$) au sein des différentes conditions.

Le nombre moyen d'œufs par femelle et par jour des femelles émergées dans les différentes conditions a été hautement significative ($P=0,000$).Ce paramètre est plus important au labo (13.88 ± 1.65 œufs) et plus faible sous serre (9.68 ± 3.40 œufs). De plus, le nombre d'œufs fertiles

par femelle et par jour n'a pas été influencé de façon significative par les différentes conditions ($p=0,107$). (Tab. 37).

2.3 Dynamique des pucerons sur la culture du piment

2.3.1 En fonction des paramètres écologiques (Température et Humidité relative)

Les premières captures des individus de puceron ailés ont eu lieu le 17 Novembre 2014 et le résultat de l'activité temporelle de vol des pucerons durant le cycle végétatif de la culture de piment sous serre est représenté dans le graphe suivant :

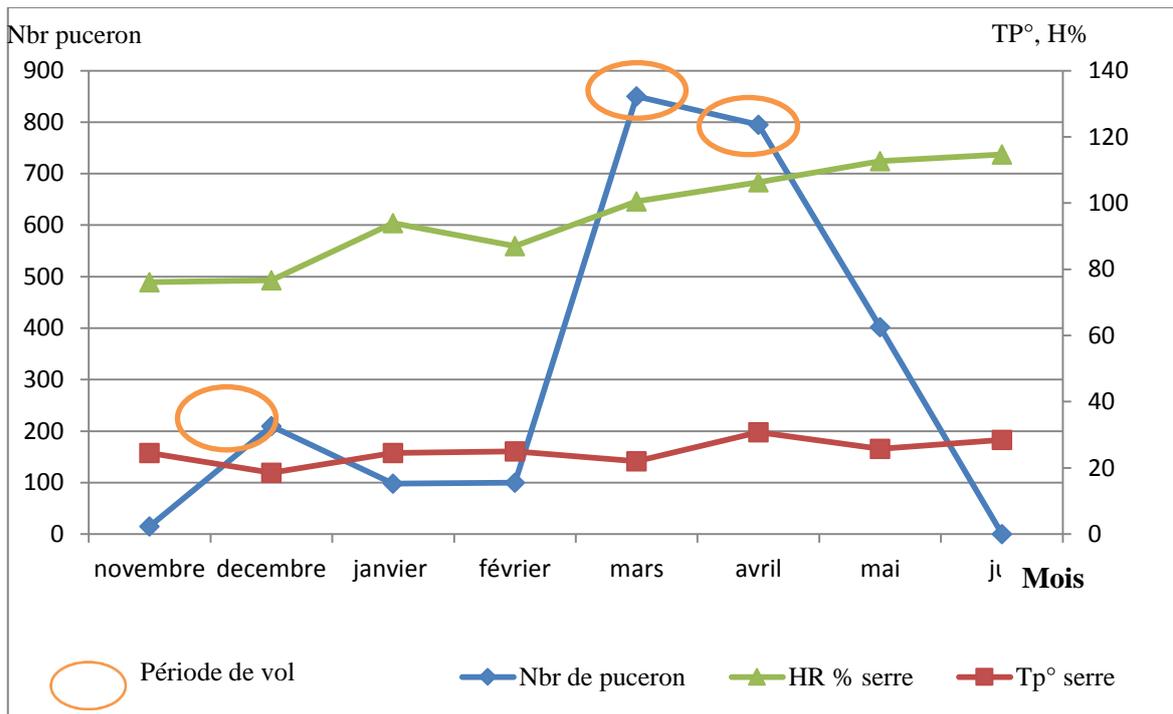


Figure 25. Activité de vol des pucerons sur le piment sous serre en fonction de la température et humidité relative

On a essayé dans cette étude de préciser expérimentalement l'influence des facteurs climatiques sur le développement et l'accroissement des aphides.

Nos résultats indiquent que la première génération de pucerons intervient entre la mi-Novembre et ce jusqu'à la première quinzaine du mois de Janvier avec un pic de 210 individus de pucerons capturés dont ($T=18,5^{\circ}\text{C}$ et $HR=58,18\%$).

Le début du printemps coïncide avec l'arrivée de la deuxième génération de pucerons qui débute vers la mi-mars avec un pic de 850 individus de pucerons dont ($T=22^{\circ}\text{C}$ et $HR=78,48\%$), et une troisième génération a été enregistrée vers la troisième décennie du mois d'Avril avec un pic de 795 individu dont ($T=30,75^{\circ}\text{C}$ et $HR=75,56\%$) (Fig.25).

2.3.2 En fonction de leur prédateur *C.algerica*

Durant l'année 2015, nous avons pu suivre les fluctuations des populations des pucerons ainsi que, celle des coccinelles prédatrices *C.algerica* sur le piment sous serre dans la station d'étude. La figure 28 montre que durant cette période, un maximum de pucerons a été dénombré totalisant 2470 individus. En comparaison avec leur ennemi naturel *C.algerica*, un effectif maximal de 121 individus a été enregistré durant cette période.

Toutefois, il est à signaler que la multiplication des coccinelles a été synchronisée avec l'apparition des pucerons. De ce fait, les coccinelles ont pullulé durant la période (mi-Février jusqu'à la mi-Mai) avec un pic de 498 individus de coccinelles et 850 individus de pucerons.

La disponibilité des pucerons au mois de Mars sur le piment a permis à la coccinelle de compléter tout son cycle biologique. En effet, une chute brutale des populations de pucerons (795 individus) a été notée à partir la mi-mai (Fig. 26).

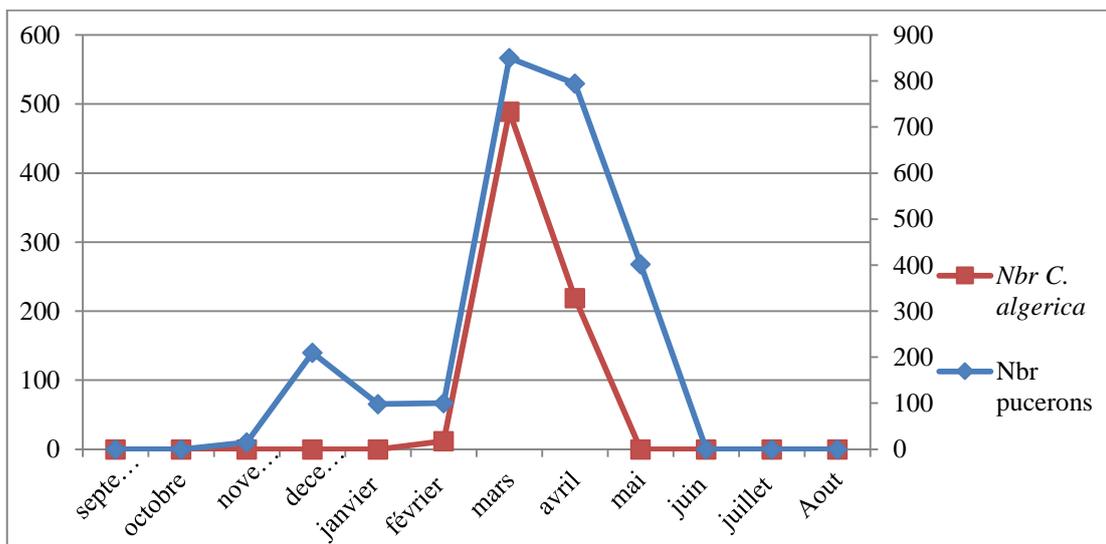


Figure 26. Activité de vol des pucerons sur le piment sous serre et leur ennemi naturel

2.4 Dynamique des populations de *C.algerica*

Les résultats des fluctuations de population de *C.algerica* dans la station et sous serre durant la campagne (2014-2015) sont reportés dans les figures (27 et 28).

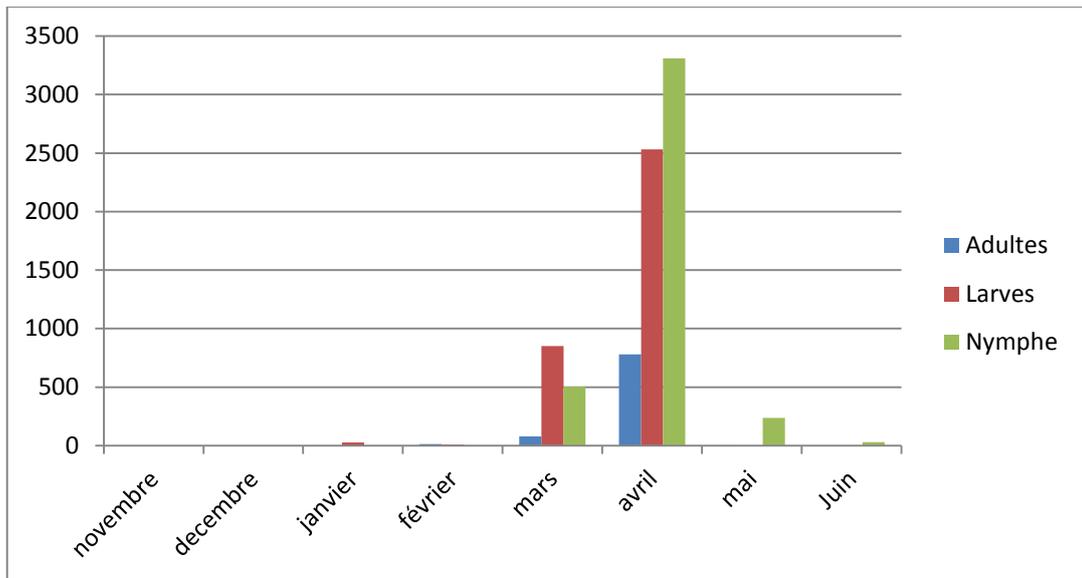


Figure 27. Activité mensuelles de population de *C.algerica* dans la station

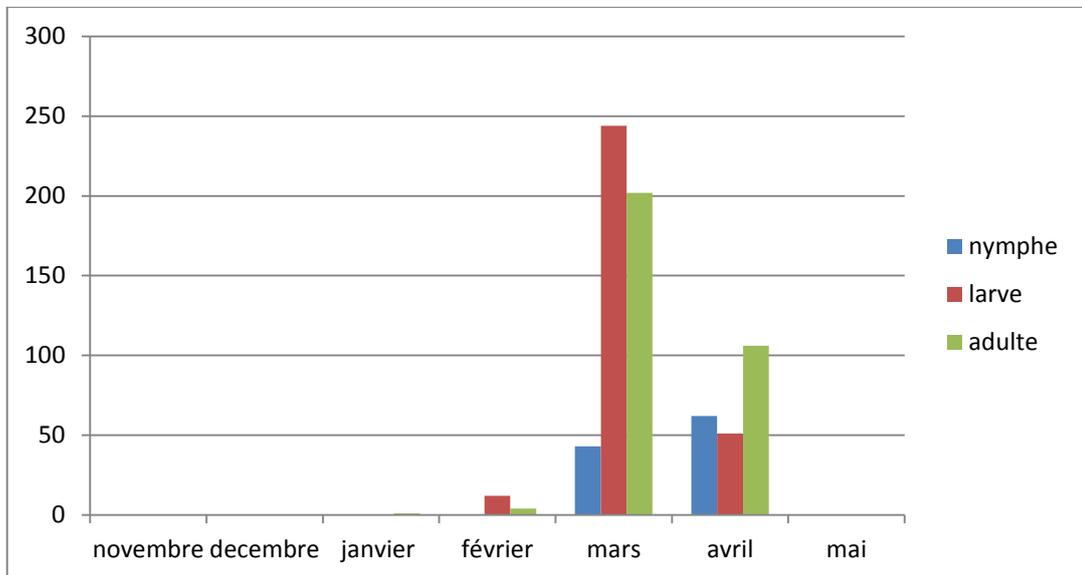


Figure 28. Activité mensuelle de population de *C.algerica* sous serre

A travers les échantillonnages bimensuels, nous avons suivi au cours de l'année 2015 l'activité mensuelle de la coccinelle dans la station d'étude et sous serre de piment, on observe deux périodes de reproduction, la première au mois de mars et la deuxième au mois d'Avril.

À la fin de janvier, on observe une présence faible d'activité larvaire de coccinelles avec 26 larves au niveau de la station et une larve sous serre qui marque la première génération.

Par contre, durant la période mars et avril, on observe une intense activité larvaire de coccinelles qui atteint 2531 larves au niveau de la station et 244 larves sous serre qui marque la deuxième génération. Après un arrêt de la reproduction (Diapause) durant la période qui s'étale du mois de

juillet au mois d'octobre. Durant la période de la mi-novembre jusqu'à la fin de janvier la coccinelle reprend ses activités biologiques.

2.5 Lutte biologique

2.5.1 Paramètres biologiques et des productions de *C.algerica* élevée sur l'aliment naturel (les pucerons) et sur l'aliment de substitution (œufs d'*E. ceratoniae*)

Les durées d'incubation des œufs et la durée de développement des différents stades larvaires, de la nymphe, de *C. algerica* élevée soit sur les pucerons soit sur les œufs d'*E. ceratoniae* sont illustrées sur Tableau 25.

Tableau 38: Les paramètres biologiques de *C.algerica* élevée sur les aliments naturels ou de substitution.

Aliment Durée de dvpt /jours	Stade						
	Durée d'incubation	L1	L2	L3	L4	Nymphe	Total
Œufs de la purale	4,83±1a	1,88± 0,03a	2,33± 0,03a	2,28± 0,05b	3,52± 0,09a	5,90± 0,1a	20,74±2,01b
Pucerons	4,6±0,54a	1,78± 0,03a	1,58 ± 0,05b	2,56 ± 0,06b	3,44 ± 0,01a	5.2±0,83a	19,71±1,52a

Les valeurs représentent les moyennes de 20 individus de *C.algerica* élevés individuellement. Pour la durée de développement, le pourcentage de mortalité, les moyennes avec la même lettre dans une même colonne ne diffèrent pas significativement ($P < 0,05$). "Total" représente la durée de développement et la mortalité cumulée du premier stade larvaire à l'adulte à émergence.

Les durées d'incubation et de développement larvaire (L1-L4) ne sont pas significativement différentes quel que soit l'aliment bien que quelques petites différences opposées apparaissent pour le stade larvaire L2 ($2,33 \pm 0,03$ **a** et $1,58 \pm 0,05$ **b**) respectivement pour les individus élevés sur les œufs de la pyrale et les individus élevés sur les pucerons et le total des stades de développement ($20,74 \pm 2,01$ **b** et $19,71 \pm 1,52$ **a**) respectivement pour les individus élevés sur les œufs de la pyrale et les individus élevés sur les pucerons

- **Taux de mortalité de *C.algerica***

Tableau 39: Taux de mortalité de *C.algerica* élevée sur les aliments naturel ou de substitution

Aliment Taux de mortalité %	Stade					
	L1	L2	L3	L4	Nymphe	Total
Œufs de la pyrale	0	0	3,4	0	0	3,4 b
Pucerons	0	4,4	2,7	1,89	2,1	9,2 a

Des différences significatives apparaissent pour la mortalité totale durant le développement larvaire et nymphal (Tab.39). La mortalité des coccinelles élevées sur les pucerons est plus forte que celle des coccinelles élevées sur les œufs de la pyrale (9,2 contre 3,4 %). Cette mortalité de *C.algerica* élevée sur les pucerons apparaît principalement en deuxième stade larvaires (4,4 %) et pour le 3^{ème} et 4^{ème} stade larvaire respectivement (2,7 et 1,89 %).

Une autre différence importante entre ces coccinelles concerne les paramètres de la reproduction étudiée, le taux de fécondité et la fertilité.

Tableau 40 : les paramètres de la reproduction de *C.algerica* élevée sur les aliments naturels ou de substitution.

Aliment	Nombre moyen des œufs pondus /Femelle/10 jour	Taux de fécondité	Nombre moyen des œufs fertiles/femelle/10jour	Taux de fertilité
Œufs de la pyrale	122,3	62,17%	102,33	52,57%
pucerons	138,8	70,5%	110,8	52,12%

Donc, le taux de fécondité et fertilité sur 10 jours de *C.algerica* élevées sur les pucerons donnent respectivement (138,8±16,5 œufs pondus représentant 70,5% et 110,8±14,7 œufs fertiles représentant 52,12%), tandis que celle des coccinelles élevées sur œufs d'*E. ceratoniae* est respectivement de (122,3±11,33 œufs pondus avec 62,17% et de 102,33±7,3 œufs fertiles avec 52,57%). (La différence est hautement significative, n=20, P<0,01). Les œufs de la pyrale constituent donc un aliment d'une meilleure qualité nutritionnelle pour la reproduction de *C.algerica* qu'une nourriture à base uniquement de pucerons.

2.5.2 Test de voracité

La consommation individuelle des pucerons par *C.algerica* élevée sur deux différentes proies variait significativement pour la première génération de coccinelle élevée sur les œufs de *E.ceratoniae* (ANOVA, F=45,8, dl=5, p=0,0001). Un *C.algerica* élevée sur les pucerons consommait presque deux fois plus qu'un *C.algerica* élevé sur les œufs de la pyrale respectivement (113,2 pour 69,7 pucerons) par 24h.

La moyenne de pucerons consommés variait significativement selon le traitement (ANOVA, (F=3,1, p=0,0112). Lorsque l'on compare les deux aliments, on constate que *C.algerica* de la première génération élevée sur les pucerons consommait toujours significativement plus que *C.algerica* élevée sur les œufs de la pyrale (Tab. 40).

Par contre la voracité des adultes de *C. algerica* de la deuxième génération élevée sur les œufs de la pyrale ont consommé en moyenne individuellement 142,7 pucerons par 24 heures, les mâles ont consommé 111,3 pucerons par 24 heures et les femelles 128,4. La différence était non-significative, mais une forte tendance a été observée (ANOVA, $F=4,211$, $dl=1$, $p=0,0503$).

Chez les mâles de *C. algerica* élevée sur les pucerons, ils ont consommé 114,1 pucerons et les femelles 115,2 (ANOVA, $F=0,08$, $dl=1$, $p=0,7859$).

Alors la consommation des coccinelles élevée sur les deux aliments ne varie pas significativement (ANOVA, $F=0,5$, $dl=9$, $p=0,8839$), (Tab.27).

2.5.3 Lâcher de *C. algerica* dans la serre d'étude

D'après les études d'efficacité prédatrice et possibilité d'élevage de l'ennemi naturel *C. algerica* réalisés au laboratoire suivi par des lâchers de cette dernière sur piment sous serre, on peut tracer cette courbe qui représente les résultats des lâchers dans la serre de piment.

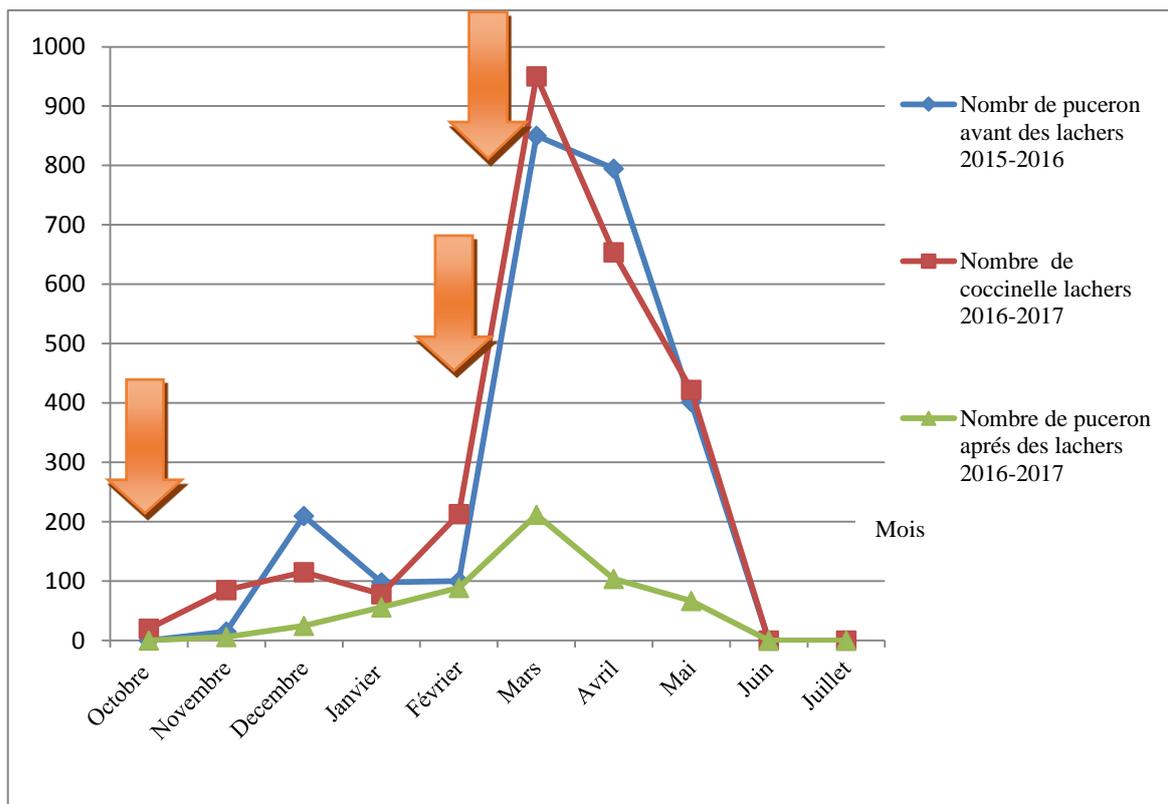


Figure 29. Evolution mensuelle de population de pucerons en fonction de *C.algerica* sous serre

Les relevés mensuels de pucerons indiquent que toutes les espèces se développent d'une manière très importante du mois décembre à janvier et de mars à mai. Une autre période d'activité de moindre intensité est observée en automne (octobre-novembre), avec des pics de vols, de 850 individus par plant (mi-mars) et 210 individus par plant (mi-décembre).

Par ailleurs, les premières colonies des pucerons sont apparues sur le piment vers début novembre avec une faible densité moyenne avec 6 individus par plant. Pour une bonne efficacité, le premier lâcher doit avoir lieu au début de la période de ponte de pucerons (après 20 jours de la plantation), avec 20 larves de (L2 et L3) sur les pieds infestés. Une larve par plant infesté où le taux total d'infestation est de 2,77%. La densité des larves de coccinelles augmente progressivement avec celle des pucerons pour atteindre un maximum de 115 individus pour les coccinelles (tous les stades confondus), et de 210 individus de pucerons avant le lâcher et de 25 individus de les pucerons après le lâcher.

Des lâchers complémentaires effectués la dernière semaine de février avec un nombre de 270 coccinelles adultes ou le nombre de pucerons dépasse 250 individus par plant.

Après le lâcher, on observe une augmentation de la densité des pucerons pour atteindre 850 individus par plant vers la mi-mars où le taux d'infestation est de 37,5%. Après le troisième lâcher de 660 coccinelles adultes (juste après l'émergence) où le taux d'infestation est de 45,83% on observe une synchronisation de deux populations (puceron et coccinelle).

En effet, durant toute la période d'avril à juin, on observe une chute brutale des populations de pucerons, leur densité diminuant progressivement jusqu'à ce qu'elles'annule vers la fin juillet où les températures dépassent souvent 30°C.

3. DISCUSSION

3.1 Étude de l'entomofaune de la station d'étude

3.1.1 Inventaire global de l'entomofaune

L'inventaire de l'entomofaune réalisé dans la station des Bio ressources d'El Outaya durant la période qui s'étale de (Janvier 2015 à Janvier 2017), en adoptant une méthode d'échantillonnage basée sur des dénombrements périodiques et aléatoires des populations stratifiées, a permis de dresser une liste de 118 espèces appartenant à 10 ordres. Les ordres des Hemiptera et Coleoptera sont quantitativement les mieux représentés respectivement 25 et 24 espèces, suivi des Hymenoptera avec 18 espèces. Les Diptera, Orthoptera, et Lépidoptera occupent respectivement le quatrième et cinquième rang avec 13 et 11 espèces, suivi des autres ordres qui sont faiblement représentés.

Ceci développe en grande partie la représentation des Hemiptera et Coleoptera dans les différents pièges utilisés. Selon Niemela et Spence(1994), l'importance effective des autres ordres pourrait s'expliquer par l'efficacité des pièges utilisés (pots Barber, pièges à colle) vis à vis des différents comportements (marche ou vol) des espèces. Ainsi, les pièges utilisés permettent de capturer les insectes qui séjournent sur les plantes herbacées lors de la ponte, diapause ou la recherche de nourriture, tombent dans les pièges déposés aussi à côté de la végétation (Couturier, 1973).

Cependant la liste reste loin d'être terminée vu que plusieurs espèces ont échappé à l'identification.

En comparaison avec d'autres travaux sur l'entomofaune soit dans les palmeraies du Biskra ou bien dans les autres régions entourant, Farhi (2004) a recensé 128 espèces répartis en 64 familles et 14 ordres dans les palmerais du Biskra, Deghich et Diab (2009). Il a aussi dénombré, dans les oasis de Biskra, 115 espèces répartis en 61 familles et 17 ordres, Bacha (2010) , qui a travaillé au barrage Foum El Kherza à Biskra, a recensé 113 espèces répartis en 70 familles et 12 ordres , Achoura et Belhamra (2010), ils ont mentionné une richesse de 48 taxons dans deux palmeraies à El Kantara. De même, Deghiche (2014), a montré la présence de 127 espèces appartenant à 4 classes. La classe des insectes est la plus représentée dans la station d'étude.

L'abondance des Coléoptères est liée premièrement à la conception des pièges (Niemela et Spence, 1994), et les facteurs biotiques comme les relations proie-prédateurs et leur plante hôte. (Hanski & Cambefort (1991), Ettema and Wardle (2002) et Bertolaccini et al.(2011)), ainsi que les facteurs abiotiques comme les conditions climatiques favorables et la nature de sol et encore la ressource trophique. Dajoz (1985) et Ponge (1999).

3.1.2 Inventaire de l'entomofaune auxiliaire

La lutte biologique représente donc une voie d'avenir pour mettre en place une agriculture et une foresterie plus en harmonie avec l'environnement, et, comme le mentionnent Huffaker et *al.* (1971), dans ce cadre, un inventaire de l'entomofaune auxiliaire des cultures et sur les possibilités de mise en place d'une lutte biologique par l'utilisation de certaines des espèces recensées, a été réalisé entre Janvier 2015 et Janvier 2017 au sein de la station Bio ressource.

De nombreuses espèces ont été récoltées tels des coleoptera. Ce groupe comportant en premier lieu les Coccinellidae avec 54,72 % du peuplement des auxiliaires de la station des Neuroptera (*Chrysopidae*) et diptera (*Syrphidae*) représentant 12,98% et 9,47% pour les hyménoptera, des hétéroptera, des névroptera. Les autres ordres sont faiblement notés et ne dépassent pas 4% du peuplement des auxiliaires de la station.

L'effectif des *Coccinellidae* est dominant par rapport aux autres familles vu l'activité des 6 espèces. Viennent ensuite les *Chrysopidae* et *Syrphidae*, les *Anthocoridae* et *Braconidea* représentées par une seule espèce pour chacune et les *Forficulidea* et les *Mantidae* avec 3 espèces, les *Formicidea* et les *Cecidomyiidae* avec une seule espèce pour chacune, et au dernier lieu les *Libellulidae* avec 3 espèces et les *Ichneumonidae* avec 2 espèces. Selon Sahraoui (2018), qui a travaillé sur les axillaires d'une palmeraie dans la région de Biskra, son étude a montré des effectifs de 47,32 % de Coccinellidae et de 35,09% de Nutilidae et de 17,59% de Chrysopidae.

Les données de la diversité de l'entomofaune auxiliaires et leur répartition temporelle et trophiques, permet de constater que dans les communautés équilibrées, il existe d'étroites relations entre, d'une part, la qualité et la diversité des ressources disponibles et, d'autre part, la diversité des espèces en présence (Mac Arthur, 1972). Pour valider cette hypothèse, nous avons suivi la dynamique des insectes auxiliaires et leurs catégories trophiques en période d'une année dans la station d'étude. Ainsi, nous avons déterminé 5 régimes alimentaires, 5 espèces prédatrices aphidiphages, 15 espèces prédatrices polyphages, une espèce mycophage, parasites et parasitoïdes et une espèce Saprophage.

Selon Achoura et Belhamra (2010), le taux des prédateurs est de 20,83% de la totalité des captures. Ils occupent la deuxième position. Ils sont suivis par les saprophages et en dernière les parasites et les polyphages, dans un travail réalisé au niveau de la palmeraie d'El Kantara.

En parallèle, Sahraoui *et al.* (2001), les aphidiphages, sous leur forme larvaire et adulte, sont des destructeurs très actifs de pucerons. Leur rôle antagoniste est aussi important que celui des syrphes

et des chrysopes, après celui des parasites. Deghiche-Diab (2009), a mentionné un pourcentage élevé des phytophages 41.73%, des Zoophages 36.52% et des polyphages 21.73% au niveau des oasis du Biskra.

D'après Belhamra et al. (2014), parmi les auxiliaires entomologiques recensées, comme *Coccinella septempunctata*, *Mylabris variabilis*, *Chrysopa carnea*, *Cataglyphis bicolor*, *Mantis religiosa*, *Stenotus binotatus*, on retrouve des espèces protégées par la réglementation algérienne.

L'analyse des résultats montre que les coccinelles sont les espèces les plus dominantes dans la catégorie aphidiphages. Ainsi, les études effectuées en 2009 par Guettala-Frah dans les pommiers dans la région des Aurès montrent que le total de 25,84% des auxiliaires représente 15,98 % des prédateurs polyphages, 5,10% représente les prédateurs aphidiphages et 4,76 % représente les parasites et les parasitoïdes. Les saprophages-fungivores avec 2,38% et les nécrophages-coprophages en dernière position avec 2,04% de la totalité des captures.

3.1.2.1 Indices écologiques

Le résultat du rapport a/N calculé pour la station d'étude est égal à 0,20. Le nombre d'espèces signalé une seule fois en un seul individu est de (11), il s'agit de : *Hippodamia tredecimpunctata*, *Coccinella undecimpunctata*, *Psyllobora vigintiduopunctata*, *Sphodromantis viridis*, *Dusona sp*, *Rivetina fasciata*, *Neteliasp*, *Trithemis annulata*, *Orthethrum SP*, *Sympetrum sanguineum*, *Sympetrum vulgatum*.

La valeur de l'indice d'équitabilité 60%. Elles tendent donc vers 100 % et indiquent un certain équilibre entre les effectifs des populations des auxiliaires de la station.

Nos résultats se rapprochent de ceux obtenus par Sahraoui (2018), où les indices d'équitabilité variant entre 61% et 68% dans la plupart des zones sahariennes d'Algérie, ce qui montre que les effectifs des différentes espèces capturées sont en équilibre entre eux.

La valeur de l'indice de Shannon de la station (6,77 bits) présente un peuplement homogène ou la valeur de l'équitabilité est supérieure à (0,5). De ce fait, il existe un certain équilibre entre les populations entomologiques et nettement variable d'un mois à l'autre.

Selon Aberkane-Ouanes (2012) et Benia (2010), il est montré que les valeurs élevées de l'indice de diversité au niveau des stations d'études dans la forêt de Tafat (Sétif) indiquent que les peuplements sont plus homogènes là où les niches écologiques sont plus ou moins diversifiées.

L'absence totale de l'entomofaune auxiliaire pendant l'hiver s'explique par la modification des

cycles de développement de l'insecte soit par l'estivation, l'hibernation ou la migration (Appert et Deuse, 1982; Dajoz, 2003). Selon Bale et al. (2002), les insectes passent la mauvaise saison, à l'état de nymphe ou d'adulte, cachés dans le sol ou débris des végétaux ou écorces sous les pierres ou par l'effet de la température sur les insectes foliaires que sur les insectes au sol puisque les variations de températures y sont plus grandes. Par contre, pendant le printemps on a enregistré une richesse importante, où la végétation est abondante et les températures favorables pour le développement de la plupart des auxillaires. Ridsdill-Smith et Hall (1984); Macqueen et al. (1986). Les faibles taux de présence des espèces enregistrées durant les mois de décembre et janvier peuvent s'expliquer par Schowalter (2006), le fait que les températures soient trop basses, le vent ou la pluie ralentit l'alimentation et la majorité des insectes entre en diapause.

3.2 Étude de développement et de reproduction de la *C. algerica*

Les prédateurs possèdent généralement un spectre de consommation assez large, ou du moins plus large que des organismes spécialisés tels que les parasitoïdes (Lucas, 1994).

3.2.1 Les paramètres de développement (Table de vie)

Concernant la durée de développement des différents stades, la période d'incubation des œufs de coccinelle ($4,6 \pm 0,54$ à $5,4 \pm 0,89$ j) dans les deux conditions sous serre et au labo, ces résultats sont comparables à ceux constatés par Sahraoui et al. (2009), elle indique que la durée moyenne d'incubation est de 6,10j, 3,40j et 1,80j à (TP: 20°C, 25°C, 30°C et HR: 65 et 75%) et une photopériode de 12 à 16 heures.

La durée du développement larvaire et nymphale de la première génération de coccinelle obtenue dans notre étude par élevage au labo est plus courte $22 \pm 2,6$ j que celle enregistrée par Sahraoui (2001), de 29,36j 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 $33,6 \pm 1,03$ j et $26,6 \pm 2$ j respectivement pour les mâles élevés au labo et sous serre, ainsi de $35,6 \pm 4,24$ j et $28,8 \pm 3,03$ j respectivement chez les femelles élevées au labo et sous serre.

Nos résultats montrent clairement que le cycle de vie de *C. algerica* élevés au labo est comparable à celui enregistré par Sahraoui et al. (2018), avec 32,68j, dans les conditions contrôlées (TP : 25°C à 30°C et HR : 65 à 75%) et une photopériode de 12 à 16 heures. Il apparaît bien que la durée des différents stades de développement de *C. algerica* est affectée par les conditions climatiques (Température et Humidité relative) et la qualité et la quantité de nourriture.

3.2.2 Les Paramètres de reproduction

Le nombre moyen d'œufs pondus par femelle et par jour dans les différentes conditions était $13,88 \pm 1,65$ œufs au labo et de $9,68 \pm 3,40$ œufs sous serre. De plus, le taux d'éclosion atteint 79,91% au laboratoire, et de 49,61% enregistré dans la serre.

En parallèle, le nombre moyen d'œufs fertiles pondus par femelle et par jour est de $11,08 \pm 2,47$ œufs au labo et de $4,80 \pm 2,29$ sous serre.

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 TP:20°C.

Cette variation des paramètres de reproduction de notre modèle biologique dans les deux conditions pourrait être le résultat de différences soit dans les facteurs climatiques soit dans la qualité et la quantité de nourriture, (Naseri et *al.*, 2011).

3.3. Dynamique des pucerons de piment

3.3.1. En fonction des paramètres écologiques (Température et Humidité relative)

Selon Iperti et *al.* (1989), les facteurs climatiques déterminent les limites de la phase d'estivo - hibernation et la période de reproduction et contrôlent le degré de dispersion et de la taille des populations.

L'analyse que nous avons réalisé a porté sur la relation qui pourrait s'établir entre la densité des pucerons et les factures climatiques, dans la première génération de pucerons intervenue entre le mi du mois de Novembre jusqu'aux premières quinzaines du mois de Janvier avec un pic de 210 individus de pucerons capturés où (TP=18,5°C et HR=58,18%). L'amélioration des conditions climatiques et surtout, l'élévation du seuil thermique au début du printemps favorisant l'arrivée de la deuxième génération de pucerons qui débute vers la mi-mars avec un pic de 850 individus de pucerons où (TP=22°C et HR=78,48%), et une troisième génération a été enregistrée vers la troisième décennie du mois d'Avril avec un pic 795 individu dont (TP=30,75°C et HR=75,56%).

D'après les travaux de Boukoftane et Benrima (2018), qui indiquent que les fluctuations d'*Aphis citricola*, et d'*Aphis gossypii*, au sein du verger à une relation avec les variations thermiques des températures maximales, durant la première et la troisième poussée de sève.

Altuntaş et *al.* (2010), indique que le réchauffement climatique aura un effet sur leur vitesse de développement en modifiant le nombre de générations par année, l'abondance de leurs

populations , leur aire de répartition et leur survie hivernale (Zhou et coll, (1995) ; Estay et coll, (2009)).

3.3.2 En fonction de leur prédateur *C. algerica*

Le suivi des fluctuations des populations de pucerons, ainsi que celles de leurs ennemis naturels sur le piment sous serre montre que l'effectif et l'activité de développement des coccinelles sont liées avec les effectifs de leurs proies (pucerons) qui se développent aux dépens d'une végétation fraîchement élaborée (Sahraoui, 2018). En effet les premiers individus de *C. algerica* investissent les pucerons à la mi-Février où la densité des coccinelles augmente progressivement avec celle des pucerons pour atteindre à la mi-mars un maximum de 498 individus pour les coccinelles, et 850 individus pour les pucerons. Une diminution de la densité des pucerons est observée à partir de la mi-mars sous l'action prédatrice des coccinelles. En effet, durant toute la période de mai à juin, nous assistons à une absence totale d'activité des coccinelles due à l'absence des populations de pucerons en raison de la rareté des jeunes pousses et de l'action de leur ennemis naturels qui commencent à diminuer progressivement pour atteindre leur minimum et s'annuler vers la mi-mai, en été, et sous l'effet des fortes chaleurs où les températures dépassent souvent 30 °C et de la rareté de la nourriture.

Ben Halima et al. (2011), mentionnent que le *C. algerica* est une coccinelle plurivoltine qui évolue avec trois générations annuelles se développant de septembre à mai, une quiescence hivernale facultative qui dépend de la nature des agroécosystèmes et des conditions climatiques et une diapause estivale. Les travaux d'Aroun et al. (2015), montrent qu'il n'existe pas de différence entre les périodes de vols des deux espèces (puceron et coccinelle).

3.4 Lutte biologique

3.4.1 Paramètres biologiques et de reproduction de *C. algerica* élevée sur l'aliment naturel (les pucerons) et sur l'aliment de substitution (Œufs d'*E. ceratoniae*)

Les durées d'incubation et de développement larvaire sont très similaires sur les aliments naturels ; les pucerons ou aliment de substitution (les œufs d'*E. ceratoniae*), les durées totales des développements larvaires sont égales de 14,5j contre 14,1 j pour les larves élevées soit sur pucerons ou sur œufs de la pyrale.

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) et Ipert, Brun & Daumal(1972).

Selon Hukushima et Kamei (1970) et aussi comme cela a été décrit chez d'autres entomophages parasitoïdes (Delobel et al. ;Thompson S.N. et Hagen, 1999), le développement larvaire d'*H. axyridis* élevée sur les aliments naturels, le puceron *A. pisum* est très similaire à celles élevées sur la substitution. Les œufs d'*E. kuehniella*, où les durées totales des développements larvaires sont 14,5j contre 14,1j pour les larves élevées sur les deux aliments (puceron ou œufs d'*E. kuehniella*).

3.4.2 Test de voracité

Le nombre moyen des individus de pucerons consommés par coccinelle de la première génération élevée sur les pucerons est toujours significatif par rapport au nombre de celles élevées sur les œufs de la pyrale. Par contre, la voracité des adultes de coccinelle de la deuxième génération élevée sur les œufs de la pyrale ayant consommé en moyenne individuelle 142,7 pucerons en 24 heures, les mâles ont consommé 111,3 pucerons en 24 heures et les femelles 128,4.

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).

3.4.3 Impact des lâchers de *C. algerica* sur la population de pucerons

Pour une régulation efficace des populations d'un ravageur il nécessite 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 la proie (Guénard, 2007). L'efficacité du contrôle biologique des ravageurs est fortement dépendante de l'abondance des auxiliaires (Chang and Snyder (2004); Östman(2004)).

Le premier lâcher préventif effectué avec des larves de 2^{ème} et 3^{ème} stade doit avoir lieu au début de la période de ponte de puceron (mi-octobre), où 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 les pucerons après le lâcher.

Alors que les lâchers complémentaires sont effectués la dernière semaine de février avec un nombre de 270 coccinelles adultes ou le nombre de pucerons dépasse 250 individus par plant, les populations demeurent en augmentation une fois que le nombre d'individus ait atteint 250 individus /plant sur une moyenne de 24 plants échantillonnés. Après quelques jours, les effectifs de pucerons diminuent suite à l'action efficace de cette espèce de coccinelle.

Par ailleurs, après 2 semaines, les effectifs du puceron sont redescendus de nouveau à cause du ralentissement de l'activité des larves de coccinelles qui se transforment en nymphe (la consommation du puceron est nulle). Durant cette période on a renouvelé le lâcher de *C.algerica* et cette fois au stade d'adulte (350 individus de coccinelle) pour une lutte lente et progressive, on remarque que les populations diminuent jusqu'à la fin mai. Par la suite, les populations de pucerons sont restées très faibles durant la période de l'essai. Alors la forte présence de *C. algerica* a créé un impact direct sur la population des pucerons.

Des études effectuées par Khoualdia et al.(1996) et Lebdi-Grissa (2005), sur les vergers des grenadier du sud tunisien montrent que, de ce fait, le taux d'infestation moyen et le nombre des *Ectomyelois ceratoniae* avant le lâcher des *Trichogramma cocaeciae* est important par rapport à l'après-lâcher. Alors le lâcher présente une réduction très importante de son taux d'infestation. Il est également aussi efficace pour réduire les dégâts de la pyrale dans les palmeraies.

CONCLUSION GENERALE

Le premier grand résultat de notre recherche se trouve dans la genèse des axes stratégiques du CRSTRA. En effet, globalement, nous avons montré que l'entomofaune auxiliaire la plus abondante dans la station d'étude appartient à l'ordre des Coléoptères : à savoir les Coccinellidae qui représentent 54,72 % des effectifs inventoriés. Ceci semblerait être une réponse du système écologique, en faveur d'un équilibre qui fait suite aux pullulations de pucerons dont on sait qu'une femelle pourrait dans des conditions théorique produire 6 tonnes de biomasse. Aussi, la plus grande diversité de coccinelles au sein de la station pourrait donc être due à la relative stabilité des cultures, qui permettent de créer un équilibre écologique, contrairement au maraîchage où les cycles de culture sont courts.

L'absence totale de pesticides dans la station et la présence d'un couvert végétal sous les arbres (comme source de nourriture supplémentaire) est autant d'éléments du paysage et de l'occupation du sol qui seraient favorables aux ajustements structurels et fonctionnels entre les groupes et les type de régimes trophiques d'espèces entomofaunes au sein de la biocénose de la station. Ils peuvent aussi avoir des influences sur la présence et la dynamique globale des coccinelles. Cette diversité est aussi valable pour toute l'entomofaune de la station des Bioressources d'EL Outaya. Nous avons clairement inventorié 118 espèces réparties sur 10 ordres dont chacun est réparti en plusieurs familles. Cette diversité ressort clairement dans l'analyse des indices écologiques et de la valeur de l'équitabilité qui est supérieure à 0,5, indique que les populations de l'entomofaune auxiliaires sont homogènes et qu'il existe un certain équilibre entre eux.

Le deuxième grand résultat de c'est que nous avons pu cerner certains paramètres de la *fitness* des populations de *C. algerica*. L'étude de la dynamique des populations de *C. algerica* 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 importante. 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 sembleraient être défavorables à l'activité des coccinelles et de leurs proies. Au niveau intrinsèque, nous avons aussi déterminé que, les durées d'incubation et de développement larvaire sont très similaires sur les aliments naturels, les durées totales des développements larvaires sont égales de 14,5j contre 14,1 j pour les larves élevées soit sur pucerons ou sur œufs de la pyrale.

CONCLUSION GENERALE

L'étude de la mortalité totale durant le développement larvaire et nymphal des coccinelles élevées sur les pucerons montre une différence significative pour celle mesurée sur les œufs de la pyrale (9,2 contre 3,4 %). Nous avons pu mettre en évidence la durée moyenne du cycle de vie de *C. algerica*, qui semble être plus longue en labo avec $34,6 \pm 2,63$ j par rapport à celles élevées sous serre qui est $27,7 \pm 2,84$ j. Nous avons montré que les femelles ont une longévité plus longue que les mâles. Également, nous montrés que le nombre total d'œufs pondus, le nombre de pontes par femelle ainsi que la fertilité des œufs et le taux d'éclosion enregistrés dans les conditions sous serre sont inférieurs à ceux enregistrés dans les conditions contrôlées.

Le troisième résultat est relatif à la consommation individuelle en pucerons par *C. algerica*. Bien que l'aliment naturel (pucerons) et l'aliment de substitution (œufs d'*E. ceratoniae*), nous avons enregistré, la consommation reste assez élevée quelque soit le type proie (puceron ou pyrale). Ceci malgré leur différence de composition (l'aliment naturel (pucerons) et l'aliment de substitution (œufs de la pyrale) qui sont des aliments biochimiquement très différents avec des teneurs protéiques, lipidiques et glucidiques (sucres et glycogène). Ils sont apparemment d'une valeur équivalente pour les caractéristiques biologiques étudiées.

En perspective et recommandation à notre travail, il faudrait mettre en œuvre un programme de recherche développement sur l'élevage et des lâchers en début de la période de ponte de pucerons, avec un nombre important soit des larves de (2ème ou 3ème) stade soit des adulte (juste après l'émergence). De même pour une meilleure valorisation des espèces autochtones utiles de la région des Ziban on propose la mise en place d'une unité de multiplication des auxiliaires pour une meilleure prise en charge de la lutte biologique contre les ennemis des cultures.

Références bibliographiques

- 1. Abbassi K., Mergaoui L., Atay-Kadiri Z., Ghaout S., & Stambouli A., 2005.** Activités biologiques des feuilles de *Peganum harmala* (Zygophyllacea) en floraison sur la mortalité et l'activité génésique chez le criquet pèlerin. *Zool. baetica*, 16, 31-46.
- 2. Aberkane-Ounas N., 2012.** Inventaire des insectes inféodés à la vigne *Vitis vinifera* L. dans la région de Tizi-Rached (Tizi-Ouzou). Thèse Magister. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 121p.

3. **Achoura A. et Belhamra M., 2010.** Aperçu sur la faune Arthropodologique des palmeraies d'El-Kantara université Mohamed Khider Biskra. Courrier Savoir. 10 (93-101).
4. **Actu-environnement 2010.** <https://www.actu-environnement.com/>
5. **Ahmad Pervez, O., 2007.** Ecology and biological control application of multicoloured Asian ladybird, *Harmonia axyridis*: A review. Biocontrol science and technology, vol. 16, N°2, p. 111-128.
6. **Altuntaş H., Kilic A.Y., and Sivas Zeytinoğlu H., 2010 .**The effects of parasitism by the ectoparasitoid *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) on host hemolymph proteins in the Mediterranean flour moth *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Anadolu University, Faculty of Science, Department of Biology. Turk J Zool 34. Ed. Tubitak. Pp409-416.
7. **Appert J. & Deuse, J., 1982.** Les ravageurs des cultures vivrières et maraîchères sous les tropiques.
8. **Aroun M.E.F., Doumandji-Mitiche B., Petit D., & Djazouli Z. E.,2015.**Temporal variations in the life-cycles of aphids (Sternorrhyncha: Aphididae) and their coccinellid predators. Eur. J. Entomol, 112(3), 432-439.
9. **Ammari Y. et Meziani. L, 2008.****Contribution** à l'étude de l'Avifaune des Zones humides des Zibans cas de Gueltat Oum Larwah (Ourlal). Mémoire Ing. Dep. Biol. Biskra, 112p.
10. **Auber L., 1999.** Atlas des Coléoptères de France, Belgique et Suisse. Tome I. Ed. Boubée, Paris 250p.
11. **Bacha B.,2010.** Diagnostic écologique d'une zone humide artificielle: le barrage de foug El Kherza (Biskra, Algérie) (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra).
12. **BagnoulsF., 1953.** Gaussen H. Saison sèche et indice xérothermique. Production végétale, Série: Cartes, 3(1), 8-47.

- 13. Bakroune N. E., 2012.** Diversité spécifique de l'aphidofaune (Homoptera, Aphididae) et de ses ennemis naturels dans deux (02) stations: El-Outaya et Ain Naga (Biskra) sur piment et poivron (Solanacées) sous abris-plastique (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra).
- 14. Bale J.S., Masters, G.J., Hodginson, I.D., 2002** Herbivory in global climate research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*.8:1-16.
- 15. Barbault R., 1981.** Ecologie des populations et des peuplements. Edition Masson, Paris, 200p.
- 16. Belhamra M., Farhi Y., Deghiche-Diab N., Farhi K., Mezerdi F., Abssi K., Drouai H. et Boukrabouza A., 2014.**État des lieux, conservation et possibilité de valorisation des ressources biologiques dans le Sud et l'Est algérien 14th Annual Sahelo-Saharan. Interest Group Meeting -Research Center in Biodiversity and Genetic Resources of the University of Porto. Communication orale.
- 17. Bell R. H., 1975.** Moll's Grace Abounding. *Genre*, 8(4), 267-282.
- 18. Belguedj M., Salhi A., Matallah S., 2008.**Diagnostic rapide d'une région agricole dans le Sahara Algérien, Axes de recherche développement prioritaires:cas de la région des Ziban (Biskra) Ed. INRA A Alger, 8 p.
- 19. Ben Halima K. M., 2010.** Les ennemis naturels de *Coccinella algerica* Kovàr dans la région du Sahel en Tunisie. *Entomologie faunistique-Faunistic Entomology*.
- 20. Ben Halima K.M., Rebhi R. et Ommezine A., 2011.** Habitats et proies de *Coccinella algerica* Kovar dans différentes régions côtières de la Tunisie. *Faunistic Entomology* 2011 (2010) 63 (1), 35-45.
- 21. Benkhelil M., 1992.** Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie terrestre. Éd. Office pub. Univ. Alger, 60p.

- 22. Ben Salah M.K., 2016.** Evaluation des caractéristiques biologiques *d'Ectomyelois ceratoniae* (Zeller, 1839) (Lepidoptera, pyralidae) dans les conditions naturelles et contrôlées. Stockage, conservation et lutte. Thèse Doctorat d'Etat. Université Med Khider. Biskra. 117p.
- 23. Bensusan N., 2006.** Conservação da biodiversidade em áreas protegidas. FGV Editora.
- 24. Benia F., 2010.** Étude de la faune entomologique associée au chêne vert (*Quercus ilex* L.). Dans la forêt de Tafat (Sétif, Nord-est d'Algérie) et bio-écologie des espèces les plus représentatives. Thèse Doctorat d'Etat. Université Ferhat Abbas, Sétif. 250p.
- 25. Bertolaccini I. Nunez-Pérez E. Tipazo E.J., 2011.** Alternative plants hosts of legume aphids and predators in the province of León, Spain, Cien. Inv. Agr., 38,2 ; 233-242
- 26. Bouammar B., 2010 .** Le développement agricole dans les régions sahariennes. Etude de cas de la région d'Ouargla et de la région de Biskra (2006-2008). Thèse de Doctorat en sciences économiques. Université KASDI Merbah – Ouargla, 296 P.
- 27. Bougherara A., & Lacaze B., 2009.** Etude préliminaire des images Landsat et Alsat pour le suivi des mutations agraires des Ziban (extrême nord-est du Sahara algérien) de 1973 à 2007. Journées d'Animation Scientifique (JAS09) de l'AUF Alger.
- 28. Boumesseneh A., (2006-2007).** Les inondations dans la ville de Biskra. Causes et impact- Mémoire de fin d'études, Institut D'Hydraulique, Université de Batna.
- 29. Bonnemaïson L., 1950.** Remarques sur les facteurs d'apparition des ailes chez les Aphididae. Trans. Intern. Congr. Entomol., 8th, Stockholm, 199-203.
- 30. Boukoftane A. & Benrima A., 2018.** Effet des facteurs climatiques sur la répartition spatiotemporel des pucerons d'agrumes en mitidja centrale (Algérie).
- 31. Bouzid A., 2003.** Bioécologie des oiseaux d'eau dans les chotts d'Ain El-Beida et d'Oum Er-Raneb (Région d'Ouargla). Mémoire de Magister, INA, El Harrach, Alger, 136p.

- 32. Blackman R.L. & Eastop V. F., 1984.** Aphids on the world crops. *John Wiley and Sons, Chichester etc*, 466.
- 33. Blackman R.L. and Eastop V.F., 1994.** Aphids on the World's Trees: an Identification and Information guide. Ed. C.A.B. International, Wallingford, 987 p.
- 34. Blackman R.L. and Eastop V.F., 2000.** Aphids on the World's Crops. An identification and information guide. Ed. Ltd JWS and Natural History Museum, London, 466p.
- 35. Blondel J., 1975.** L'analyse des peuplements d'oiseaux, éléments d'un diagnostic écologique: la méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P.). *Terre et vie.* (533 – 58).
- 36. Blondel J., Ferry C. & Frochot B., 1973.** Avifaune et végétation, essai d'analyse de la diversité. *Alauda*, 10:63-84
- 37. Blondel J., 1979.** *Ecologie et biogéographie.* Edition Masson, Paris, 173p.
- 38. Canepari L., & Vitali D., 1995.** Pronuncia e grafia del bolognese. *RID. Rivista italiana di dialettologia*, 19, 119-164.
- 39. Carey, J. R., 1993.** *Applied demography for biologists: with special emphasis on insects.* Oxford University Press.
- 40. Chang G.C. & 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.
- 41. Chaubet B., 1992.** Diversité écologique, aménagement des agro-écosystèmes et favorisation de ennemis naturels des ravageurs: cas des aphidiphages. *Cours Evir.*, 18:45 – 63. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 257 p.
- 42. Canadian Association of Physicians for the Environment (CAPE) (2000).** Pesticides. In Canadian Association of Physicians for the Environment. *Toxics*, [En ligne]. <http://www.cape.ca/toxics/pesticides.html> (Page consultée le 9 juin 2010).

43. **Chopard L., 1943.** Orthopteroïdes de l'Afrique du Nord. Larose, Paris, 450 p.
44. **Chinery M., 1988.** Guía de los insectos d'Europa. Omega.
45. **Chinery M., 1993.** Collins guide insects of Britain and Northern Europe. 3rd Ed. of (1973). Harper Collins publishers. London.
46. **Cocuzza G.E., Clercq P.D., Lizzio S., Veire M., Tirry L., Degheele D. & Vacante V., 1997.** Life tables and predation activity of *Orius laevigatus* and *O.albidipennis* at three constant temperatures. *Entomologia experimentalis et applicata*, 85(3), 189-198.
47. **Couturier Guy., 1973.** Etude éthologique et biocoenotique du peuplement d'insectes dans un verger naturel. Paris : ORSTOM, (22), 111 p. (Travaux et Documents de l'ORSTOM ; 22). Th. Doct. : Sci. Nat. : Paris 6.
48. **Colas G., 1983.** Factors affecting the quality of ram semen. *Proceedings-Easter School in Agricultural Science, University of Nottingham.*
49. **Dagnelie P., 2003.** Principes d'expérimentation, planification des expériences et analyse de leurs résultats. Presse agronomique de Gembloux, 397 p.
50. **Dajoz R., 1971.** Précis d'écologie. 2^aEd. Dunod, Paris, 434 p.
51. **Dajoz R., 1985.** Précis d'écologie. Bordas, Paris, France, 504 p.
52. **Dajoz R., 1996.** Précis d'écologie. 2^e et 3^e cycles universitaires. Dunod. Paris, 551p.
53. **Dajoz R., 2003.** Précis d'écologie. 7^e Edition Dunod, Paris, 615 p
54. **Daib N., 2015.** Etude de la biodiversité des arthropodes et des plantes spontanées dans l'agro-écosystème oasien. Mémoire de Magister en sciences agronomiques. Agriculture et environnement en régions arides. Université de Biskra. 94PP.
55. **Daoud Y. & Halitim A., 1994.** Irrigation et salinisation au Sahara algérien. Science et changements planétaires/Sécheresse, 5(3), 151-160.
56. **Dedryver C.A. & Gelle A., 1982.** Biologie des pucerons des céréales dans l'ouest de la France IV-étude de l'hivernation de populations anholocycliques de *Rhopalosiphum padi*

- L., *Metopolophium dirhodum* Wlk. et *Sitobion avenae* F. sur repousses de céréales dans trois stations de Bretagne et du Bassin parisien. *Acta Oecologica Oecologia Applicata*, 3, 341-342.
- 57. Deghiche-Diab N., 2009.** Inventory of insects in the oases of Ziban, Biskra-Algeria. Thesis. Master of Science, Iam -Bari, Italy. 82p.
- 58. Deghiche L., 2014.** Inventaire qualitatif et quantitatif des arthropodes de l'oasis des Ziban. Mémoire Ingénieur, Université de Biskra. 80p.
- 59. Deguine, J. P., Gloanec, C., Laurent, P., Ratnadass, A., & Aubertot, J. N., 2016.** Protection agroécologique des cultures. Éditions Quae.
- 60. Delobel B. et al., 1999.** INRA mensuel N°102, décembre.
- 61. Dhouibi M. H., Hermi N., Soudani D. & Thlibi H., 2016.** Biocontrol of the carob moth *Ectomyelois ceratoniae* (Lepidoptera, Pyralidae) in pomegranate and citrus orchards in Tunisia. *Int. J. Agri. Innov. Res*, 4, 849-856.
- 62. Dixon A.F.G., 1987.** Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. *Aphids: their biology, natural enemies, and control*/edited by AK Minks and P. Harrewijn.
- 63. Dixon AFG, Jarosik V and Hone K.A., 2005.** Thermal requirements for development and resource partitioning in aphidophagous guilds. *Eur J Entomol* 102:407–411
- 64. Diaz-Montano J., Reese J.C., Louis J., Campbell L.R. & Schapaugh W.T., 2007.** Feeding behavior by the soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) on resistant and susceptible soybean genotypes. *Journal of Economic Entomology*, 100(3), 984-989.
- 65. D.P.S.B., 2014.** Monographie de la wilaya de Biskra. Ed. Direction de la planification et de suivi budgétaire, Biskra, 208p.
- 66. D.S.A., 2014.** Direction des services agricoles de la wilaya de Biskra

- 67. Ephytia I.N.R.A., 2018:** <http://ephytia.inra.fr/fr/C/20822/Biocontrol-Cycle-conditions-de-developpement>.
- 68. Elliott N.C., Kieckhefer R.W. & Beck D.A., 2002.** Effect of aphids and the surrounding landscape on the abundance of Coccinellidae in cornfields. *Biological Control*, 24(3), 214-220.
- 69. Estay S. A., Lima M. & Labra F. A., 2009.** Predicting insect pest status under climate change scenarios: combining experimental data and population dynamics modelling. *Journal of Applied Entomology*, 133(7), 491-499.
- 70. Farhi A., 2001.** Macrocéphalie et pôles d'équilibre: la wilaya de Biskra. L'Espace géographique, Revue : L'Espace géographique, 2001/3 tome 30, Ed. Belin, France. 245-255.
- 71. Farhi Y. et Souttou K., 2004.** Inventaire de la faune des agro systèmes des régions arides. Rapport d'activité trimestrielle. Ed. CRSTRA, Biskra, 33p.
- 72. Ferran A. & Larroque M., 1979.** Influence des facteurs abiotiques sur la physiologie alimentaire des larves de la coccinelle aphidiphage, *Semiadalia undecimnotata* [Col.: Coccinellidae. Action de la température. *Entomophaga*, 24(4), 403-410.
- 73. Franck A., 2008.** Capture, conditionnement, expédition, mise en collection des insectes et acariens en vue de leur identification. CIRAD. France. 53p.
- 74. Fraval A., 2006.** *Aphis fabae* (Hem. Aphidide). La découverte de la parthénogenèse, in «Les pucerons ». *Insectes* N°141. (2). 141 p.
- 75. Gobat J.M, Aragno M. et Matthey W., 2010.** Le sol vivant: bases de pédologie, biologie des sols. Presses polytechniques et universitaires romandes.
- 76. Gaussen H., 1955.** Détermination des climats par la méthode des courbes ombrothermiques, *C.r Acad.Sc.*, 240 p.
- 77. Google earth., 2018.** Données cartographique de l'Algérie. <https://www.Googlearth.com>.

- 78. Guénard B., 2007.** Mutualisme fourmis pucerons et guildes aphidiphage associée: le cas de la prédation furtive.
- 79. Hanski I. & Cambefort Y., 1991.** The dung insect community. *Dung beetle ecology*, 5-21.
- 80. Hemptinne J.L., Magro A. & Majerus M., 2005.** Les coccinelles – Description, moeurs, reproduction, cohabitation, observation. Editions Delachaux et Niestlé. 189 P.
- 81. Hardy N.B., Peterson D.A. & Normark B., 2015.** Scale insect host ranges are broader in the tropics. *Biology letters*, 11(12), 20150924.
- 82. Harmel N., Haubruge E. & Francis F., 2010.** Étude des salives de pucerons: un préalable au développement de nouveaux bio-insecticides. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 14(2), 369-378.
- 83. Heie O.E., 1987.** Paleontology and phylogeny. *Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control*, Vol. 2a, 367-391.
- 84. Heie O.E., 1994.** Why are there so few aphid species in the temperate areas of the southern hemisphere? *European J. of Entomology* 91 : 1276133.
- 85. Hodek I., 1967.** Bionomics and ecology of predaceous Coccinellidae. *Annual Review of Entomology*, 12(1), 79-104.
- 86. Hullé M., 1999.** Les pucerons des plantes maraîchères: cycles biologiques et activités de vol. Editions Quae.
- 87. Hullé M., et Coeur d'Acier A., 2007.** Les pucerons, indicateurs de changements globaux, *Biofutur* 26 (279) : 44 - 48. Hodek, I. 1967. Food ecology of aphidophagous Coccinellidae. *Entomophaga (Mémoire Hors-Série)* 3 : 109-111.
- 88. Huffaker C. B., Messenger P. S. & DeBach P., 1971.** The natural enemy component in natural control and the theory of biological control. In *Biological control* (pp. 16-67).

- Springer, Boston, MA. Heie, O. E. 1987. Paleontology and phylogeny. Aphids: Their Biology, Natural Enemies and Control, Vol. 2a, 367-391.
- 89. Hukushima S. and Kamei M., 1970.** Effects of various species of aphids as food on development, fecundity and longevity of *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). Research Bulletin of the Faculty of Agriculture, Gifu University 29: 53–66.
- 90. I.N.R.A.A., 2006.** Gestion participative de la lutte biologique contre les ravageurs du palmier dattier dans les oasis Algériennes. Unité I.N.R.A de Biskra, 53p.
- 91. Ipert G., 1965.** Contribution à l'étude de la spécificité chez les principales coccinelles aphidiphages des Alpes maritimes et des basses-Alpes. BioControl, 10(2), 159-178.
- 92. Ipert G., J. Brun and Daumal J., 1972.** Possible rearing of coccidiphagous and aphidiphagous coccinellids (Col.: Cocc.) preying on alternative food: eggs of *Anagasta kuehniella* Z. (Lepi. Pyralidae). Ann. Zool. Ecol. Anim. 4: 555–567.)
- 93. Ipert G., Giuge L., & Roger J. P. , 1989.** Installation de *Rhyzobius forestieri* [Col., Coccinellidae] sur l'île de porquerolles. Entomophaga, 34(3), 365-372.
- 94. Ipert, G., 1999.** Biodiversity of predaceous Coccinellidae in relation to bioindication and economic importance. Agricul. Ecosy. Environ., 74: 323-342.
- 95. I.P.B.E.S., 2014.** Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services éco systémiques. Cadrage de l'évaluation méthodologique sur les diverses conceptualisations des multiples valeurs de la nature et de ses bienfaits, y compris la biodiversité et les fonctions et services écosystémiques. 7p.
- 96. Khachai S., 2001.** Contribution à l'étude du comportement hydrophysique des sols du périmètre de l'I.T.D.A.S. plaine d'El Outaya. Mémoire Magister. Université. Batna. 223p.
- 97. Khoualdia O., R'houma A., Marro J.P., & Brun J., 1996.** Lâcher de *Phanerotoma ocuralis* Kohl contre la pyrale des dattes, *Ectomyelois ceratoniae* Zeller, dans une parcelle expérimentale à Tozeur en Tunisie. Fruits, 51(2), 129-132.

- 98. Kovar M.G.,1977.** Health of the elderly and use of health services. Public Health Reports, 92(1), 9.
- 99. LabonneG. & Lauriaut F.,1991.** Evaluation du nombre de pucerons qui atterrissent sur un arbre en relation avec la dissémination du plum pox virus. Phytopathologia Mediterranea, 167-172.
- 100. Lablokoff – Khnzorian.,1982.** Les coccinelles. (Coleoptera. Coccinellidae), tribu des Coccinellini des régions paléarctique et orientales. Soc. Nouvelle des Editions Boubée, Paris, 558 p
- 101.Labrie S.J., Samson J.E. & Moineau S., 2010.**Bacteriophage resistance echanisms. *Nature Reviews Microbiology*, 8(5), 317.
- 102.Lamotte M et Bourliere F., 1969.** Problèmes d'écologie – l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Éd. Masson et Cie, Paris, 303p
- 103.Lebdi-Grissa K et Ben Ayed N.,2005.** Lutte biologique contre *Ectomyelois ceratoniae*, sur grenadier par des lachers de *Trichogramma coaeciae*. In Conférence internationale sur les ravageurs de l'agriculture.
- 104.LeclantF., 1978.** Etude bioécologique des aphides de la région méditerranéenne: implications agronomiques. Académie, Université des Sciences et Techniques du Langue doc.
- 105.Leclant F., 1999.**Les pucerons des plantes cultivées. Clefs d'identification: 2. Cultures maraîchères. Editions Quae.
- 106.Le Berre et Ramousse., 2003 .**Le Berre M et Ramousse R., 2003 - Les enjeux de la conservation de la biodiversité en milieu saharien. Socio-écologie et Conservation. Université Claude Bernard, Lyon 1. Villeurbanne, France. 13 p.
- 107.Léonide C., 2001.** Puceron du cotonnier *Aphis gossypii* (Glover) et son parasite *Aphelinus gossypii* Timberlake en République centrafricaine. *Journal Insectes N°122 (2001)*3.10pp.

- 108. Lucas E., 1994.** Évaluation de l'efficacité de prédation des coccinelles *Coccinella septempunctata* L. et de *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) en tant qu'auxiliaires de lutte biologique en vergers de pommiers. Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Montréal (Québec). 106 pp.
- 109. Lucas E., Coderre D., & Brodeur J., 1997.** Instar-specific defense of *Coleomegilla maculata* lengi (Col.: Coccinellidae): Influence on attack success of the intraguild predator *Chrysoperla rufilabris* (Neur.: Chrysopidae). *Entomophaga*, 42(1-2), 3-12. µ%
- 110. Lucas É., Coderre D. & Brodeur J., 1998.** Intraguild predation among aphid predators: characterization and influence of extraguild prey density. *Ecology*, 79(3), 1084-1092.
- 111. Lucas E., Gagne I. & 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.
- 112. Lucas É.G., Labrie Vincent C. et J. Kovach., 2007.** The multicolored Asian ladybeetle, *Harmonia axyridis* - beneficial or nuisance organism, Pages 38-52 dans C. Vincent, M. Goettel et G. Lazarovitz (éds.), *Case Studies in Biological Control: A Global Perspective*. CABI Publishing, UK.
- 113. Machado A. & Oromí P., 2000.** Elenco de los Coleópteros de las Islas Canarias. Instituto d'Estudios Canarios. Monografía 70. La Laguna. 306 pp.
- 114. Mac-Arthur R.H., 1972.** *Geographical Ecology*. Harper & Row, New York, USA.
- 115. Palma B., Rodrigues M., 2001.** Diagnosing the cause of population changes: localized habitat change and the decline of the endangered St Helena wirebird. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 38, N°: 4, pp. 771-783 (13).
- 116. Macqueen A., Wallace H. & Doube B. M., 1986.** Seasonal changes in favorability of cattle dung in central Queensland for three species of dung inhabiting insects. *Journal of the Australian Entomological Society* 25: 23- 29.

- 117. Mc-gavin et Patrice 2005.** Insectes (L'Oeil nature) (Francés) Tapa blanda – 12 may 2005.
- 118. Margalef R., 1969.** El ecosistema pelágico del Mar Caribe. Memoria Fund. La Salle. Cien.Nat., 5-36.
- 119. Marin J., Crouau-Roy B., Lecompte E., Hemptinne J-L & Magro A., 2010.** *Coccinella septempunctata* (Coleoptera, Coccinellidae): à species complex Zoologica scripta, 39 (6): 591-602.
- 120. Milaire J., 1981.** Les répercussions morphologiques du gène Dh (Dominant hememelia) sur les bourgeons de membres postérieurs et les constituants adjacens du tronc chez l'embryon de souris hétérozygote de 10 jours (stades de 32 à 43 métamères). Arch. Biol, 92, 95-138.
- 121. Naouri M., Hartani T., Kuper M., 2015.** Mobilités des jeunes ruraux pour intégrer les nouvelles agricultures sahariennes (Biskra, Algérie). Cah Agric 24 : 379-386.
- 122. Naseri B., Fathipour Y., Moharramipour S., and Hosseinaveh V., 2011.** Comparative Reproductive Performance of *Helicoverpa armigera* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) Reared on Thirteen Soybean Varieties. J. Agr. Sci. Tech. 13: 17-26.
- 123. Niemelä J. & Spence J.R., 1994.** Distribution of forest dwelling carabids (Coleoptera): spatial scale and the concept of communities. Ecography 17: 166–175. Couturier, 1973
- 124. Obrycki J.J., Hardwood J.D., Kring T.J. and O'Neil R.J., 2009.** Aphidophagy by Coccinellidae: Application of biological control in agroecosystems. Biological control, vol. 51, p. 244-254.
- 125. Ould Elhadj M.D., 2004.** Le problème acridien au Sahara algérien. Thèse Doctorat., E.N.S.A. El Harrach, Alger. 279p.
- 126. 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.
- 127. Pointereau P.Y. & Brasile D., 1995.** Arbres des champs-Haies, alignements, près-vergers ou l'art du bocage. SOLAGRO, Toulouse, Francia Y WWF. 137 p.

- 128.Perrier R.,1963.** Hernipteres. La faune de France. LV. Librairie Delagrave, Paris.
- 129.Perrier R.,1964.** La faune de la France: B. Vers et némathelminthes. Delagrave.
- 130.Ramade F., 1984.** Eléments d'écologie- Ecologie fondamentale. Ed. Mc GrawHill, Paris, 397 p.
- 131.Rautapaà J., 1977.** Evaluation of predator prey ratio using *Chrysopa carnea* Steph. in control of *Rhopalosiphum padi* L. Ann. Agric. Fenn., 16, 103-109.
- 132.Rebhi R., 2008.** Bioécologie de *Coccinella algerica* Kovar (Coleoptera, Coccinellidae) dans différentes régions côtières. Mastère en Protection des plantes et environnement. ISA. Chott Mariem, Tunisie, 95 p.
- 133.Rebhi R. et Ben Halima K. M., 2009.** Bioécologie de *Coccinella algerica* dans unerégion côtière de la Tunisie. Actes du congrès international sur la diversité biologique des invertébrés en milieux agricoles et forestiers. INA El Harrach. Alger 14-17 Avril 2008. 61p.Ellipses Éditions. 145 p.
- 134.Remaudière G., Eastop V.F. et Autrique A., 1985.** Distribution desaphides de la région éthiopienne. In Remaudière G. et Autrique A. (eds.). Contribution à l'écologie des aphides africains. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome. 77-93
- 135.Rice M.E. and Wilde G.E., 1988.** Experimental evaluation of predators and parasitoids in suppressing greenbugs (Homoptera: Aphididae) in sorghum and wheat. *Environment. Entomology* 17: 836-841.
- 136.Ridsdill-SmithT.J. and HallG.P.,1984.** Seasonal patterns of adult dung beetle activity in South-Western Australia. Proc. 4 Th INT. Conf. Med. Ecosystems. Perth 139- 140.
- 137.Robert Y.,1982.** Fluctuations et dynamique des populations de pucerons. INRA, le Rhen, journ. Et. Inf. ACTA, 195p
- 138.Robert2001.** Les Insectes - 4ème Édition de Paul - André Robert Format Relié - Livre

- 139.Roumani M., Kechebar M., Tabet S., Djoudi A.M., Barbari F., Salem A., & Ziad M.,2012.**Influencedu type d'irrigation sur les paramètres de production de la culture de la tomate bio sous abri dans la plaine d'El Outaya influence of irrigation type on production parameters of organic tomato crops protected in the plain of el Outaya.
- 140.Roy M., 2004.** Les insectes dans le maïs : état de la situation et perspectives : pp. 46-53. Cahier de conférences du Colloque maïs-soya, 3 février 2004, Drummondville, Qc.
- 141.Sabri A., Vandermoten S., Leroy P.D., Haubruge E., Hance T., Thonart P. & Francis F.,2013.** Proteomic investigation of aphid honeydew reveals an unexpected diversity of proteins. PloS one, 8(9), e74656.
- 142.Sabelis M.W. & Helle W.,1985.**Reproduction. World crop pests, (1B).
- 143.SaharaouiL., & GourreauJ.M.,1998.** Les coccinelles d'Algérie: inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). Bulletin de la Société entomologique de France, 103(3), 213-224.
- 144.Saharaoui L., Gourreau J.M. et Ipertti G.,2001.** Etude de quelques paramètres bioécologiques descoccinelles aphidiphages d'Algérie (Coleoptera–Coccinellidae). Bulletin. SociétéZoologique. France. 126 (4): 351- 373.
- 145.Saharaoui 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.
- 146.Saharaoui L., 2012.**Polycopé sur la systématique des pucerons. ENSA El-Harrach.18 p.
- 147.Saharaoui L. Hemptinne JL. Magro A. 2014.**Biogéographie des coccinelles (Coleoptera: Coccinellidae) d'Algérie. *Entomologie Faunistique*. 67 (147-164).
- 148.Sahraoui 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.

- 149.San Martin G., & Nyssen P., 2004.** Les bêtes à bon Dieu.
- 150.Santé Canada., 2009.** Les pucerons. In Santé Canada. Feuillet de renseignements sur les organismes nuisibles, [En ligne]. http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/_pnotes/aphid-pucerons/index-fra.php (Page consultée le 23 février 2010).
- 151.Seltzer C., 1946.** Body Disproportions and dominant Personality Traits*. *Psychosomatic medicine*, 8(2), 75-97.
- 152.Schanderl H., 1987.** Détermination des conditions optimales d'élevage de la coccinelle *Harmonia Axyridis* Pallas (Col., Coccinellidae) et possibilité d'une production continue à l'aide d'une proie de substitution, les oeufs d'*Ephestia Kuehniella* Zeller (Lep., Pyralidae) (Doctoral dissertation, Aix-Marseille 3).
- 153.Schanderl H., Ferran A. & Garcia V.,1988.** L'élevage de deux coccinelles *Harmonia axyridis* et *Semiadalia undecimnotata* à l'aide d'oeufs d'*Anagasta kuehniella* tués aux rayons ultraviolets. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 49(3), 235-244.
- 154.Shaposhnikov G.C.,1987.** Evolution of aphids in relation to evolution of plants. Aphids: their biology, natural enemies, and control/edited by AK Minks and P. Harrewijn.
- 155.Scherrer, B.,1984.** Biostatistique.
- 156.Schowalter T.D.,2006.** Insect Ecology. An ecosystem approach. Second edition. Copyrighted Material. *Elsevier's Science and Technology right. Department in Oxford*. 572 p.
- 157.Si Bachir A.,2007.** Bio-écologie et facteurs d'expansion du Héron garde boeufs, *Bubulcus ibis* (Linné, 1758), dans la région de la Kabylie de la Soummam et en Algérie (Doctoral dissertation, Thèse Doct. Univ. Ferrhat Abbas, Sétif, Algérie. 245p).

- 158. Smith T.R. & Cave R.D., 2006.** Pesticide susceptibility of *Cybocephalus nipponicus* and *Rhyzobius lophanthae* (Coleoptera: Cybocephalidae, Coccinellidae). *Florida Entomologist*, 89(4), 502-507.
- 159. Specty O., 2002.** Elaboration d'aliments artificiels pour l'élevage de la coccinelle prédatrice *Harmonia axyridis* (Col.: Coccinellidae): analyse des besoins nutritionnels, contrôle des caractéristiques biologiques et biochimiques des insectes produits (Doctoral dissertation, INSA de Lyon).
- 160. Strathdee A.T., Bale J.S., Block W.C., Webb N.R., Hodkinson I.D. & Coulson S.J., 1993.** Extreme adaptive life-cycle in a high arctic aphid, *Acyrtosiphon svalbardicum*. *Ecological Entomology*, 18(3), 254-258.
- 161. Stroyan H.L.G., 1961.** Identification of aphids living on Citrus. *FAO Plant Protection Bulletin*, 9(4), 45-68.
- 162. Taylor F., 1981.** Ecology and evolution of physiological time in insects. *The American Naturalist*, 117(1), 1-23.
- 163. Taylor L.R., Palmer J.M.P., Dupuch M.J., Cole J., et Taylor M.S., 1981.** A handbook for the rapid identification of alate aphids of Great Britain and Europe. Rothamsted Exp. Sta. Harpenden. 171 p.
- 164. Thompson S.N. & Hagen K.S., 1999.** Nutrition of entomophagous insects and other arthropods. In Handbook of biological control (pp. 594-652).
- 165. Tourneur, J. C., 1970.** L'utilisation des coccinelles prédatrices en lutte biologique. *Fruits*, 25(2), 97-107.
- 166. Uzeit M., Gargani D., Dombrovsky A., Cazevielle C., Cot D. & Blanc S., 2010.** The "acrostyle": a newly described anatomical structure in aphid stylets. *Arthropod structure & development*, 39(4), 221-229.

- 167. Van Lenteren J.C., Manzaroli G., 1999.** Evaluation and use of predators and parasitoids for biological control of pests in greenhouses. In Albajes, R., Lodovica Gullino, M., Van Lenteren, J.C., Elad, Y. (Eds): Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops, pp. 183-201.
- 168. Viera Da Silva J., 1979.** Introduction à la théorie écologique. Ed. Masson, collection d'écologie. Paris, 112 p.
- 169. Verma M., Brar S.K., Tyagi R.D., Surampalli R. Y. & Valero J.R., 2016.** Antagonistic fungi, *Trichoderma* spp: panoply of biological control. Biochemical Engineering Journal, 37(1), 1-20.
- 170. Von Hagen O., Wozniak J. et Lamolle M., 2014.** Normes privées relatives à la sécurité et à la qualité des aliments dans le commerce international. Centre du commerce international (ITC). Chap. 23. Ed. MEDITERRA. Pp 418-431.
- 171. Wootton R. J., 1979.** Energy costs of egg production and environmental determinants of fecundity in teleost fishes. In *Symp. Zool. Soc. Lond* (Vol. 44, pp. 133-159).
- 172. Xia J.Y., Van Der Werf W. & Rabbinge R., 1999.** Influence of temperature on bionomics of cotton aphid, *Aphis gossypii*, on cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 90(1), 25-35.
- 173. Xia Y., Yang P., Sun Y., Wu Y., Mayers B., Gates B. & Yan H., 2003.** One-dimensional nanostructures: synthesis, characterization, and applications. *Advanced materials*, 15 (5), 353-389.
- 174. Zhou X.L., Harrington R., Woiwod I.P., Perry J.N., Bale J.S. and Clark S.J., 1995.** Effects of temperature on aphid phenology. *Global Change Biology* 1, 303-313.

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.

Biological control by the ladybug *Coccinella algerica* Kovar, 1977, reared under controlled conditions. Contribution to the evaluation of its effectiveness against aphids of Solanaceae cultivation undergreenhouse in Biskra

Abstract

The faunal inventory of the Bioresources station revealed the presence of *Coccinella algerica* Kovar 1977, predator of aphids. This presence made us think of a possible biological fight against the main aphids pests of greenhouse pepper.

The study of the entomofaunadiversity is represented by 118 species divided into 10 orders, those of Hemiptera, Coleoptera, Hymenoptera, Diptera, Orthoptera, Lepidoptera Odonata, Mantodea, Neuroptera and Dermaptera. The most abundant auxiliary entomofauna in this study are those belonging to the order Coleoptera namely, Coccinellidae 54.72%, Chrysopidae and Syrphidae representing 12.98% and 9.47% respectively, Anthocoridae and Braconidea 3.85% and Forficulidea 3.15%, Mantidae 2.80%, Formicidea, Cecidomyiidae representing 2.45% and 1.75% sucil Libellulidae 1.05% and Ichneumonidae 0.7%.

The analysis of ecological indices of diversity, from the Shannon index (6.77) and the value of equitability is greater than 0.5 indicates that the auxiliary entomofauna populations are homogeneous.

The study of the development and reproduction parameters of the ladybug shows that the average life cycle duration is longer in the laboratory at 34.6 ± 2.63 days compared to those grown in the greenhouse at $27.7 \pm 2, 84$ days.

The population dynamics of the ladybug during the three years of monitoring in the station and study greenhouse allowed us to determine the existence of two generations that succeed each other during the year and a third generation whose number is less important, the populationsfluctuation is strongly influenced by climatic factors (temperature and humidity) on one hand and the quality and quantity of food ,on the other hand (low temperatures below 20 ° C seem unfavorable to ladybug activity and their prey).

The control of pepper aphid populations in a greenhouse is more effective when *C.algerica* occurs early in the chronology of aphid outbreak.

Key words: coccinella algerica Kovar, biological control, aphids, breeding, controlled conditions, Biskra.

المكافحة البيولوجية باستعمال الدعسوقة الجزائرية الناتجة عن التربية في الظروف الطبيعية والمساهمة
في تقييم فعايلتها في القضاء على المن الذي يصيب زراعة البانجناتيات
في البيوت البلاستيكية لمنطقة بسكرة

الملخص

كشفت قائمة جرد الحشرات في المحطة الحيوية التابعة لمركز البحث العلمي والتقني للمناطق الجافة عن وجود أهم مفترس طبيعي للمن المتمثل في الدعسوقة الجزائرية كوفر 1977، مما جعلنا نفكر في استغلاله في مكافحة البيولوجية ضد العدو الرئيسي الذي يصيب الفلفل داخل البيوت البلاستيكية.

سمحت لنا دراسة التنوع البيولوجي للحشرات في جرد 118 نوعاً مقسم إلى 10 رتب، وهي متشابهة الأجنحة، غمدية الأجنحة، غشائية الأجنحة، ثنائية الأجنحة، مستقيمات الأجنحة، حرشفيات الأجنحة، اليعسوبيات، سرعوفيات، عصبيات الأجنحة وجليديات الأجنحة.

الرتبة الأكثر انتشار هي رتبة غمديات الأجنحة، والتي تتغلب فيه عائلة الدعسوقيات بنسبة 54.72%، أسد المن والسُرْفِيَّات التي تمثلان 12.98% و 9.47% على التوالي، بقليات الأزهار و 3.85% براكونيات و أبو مقص 3.15%، فرس النبي 2.80%، نمليات، عفصيات ويمثلان 2.45% و 1.75% وفي الاخير اليعسوبيات 1.05% و نمسيات 0.7%.

إن تحليل المؤشرات البيئية للتنوع البيولوجي للانواع المفيدة في المحطة، بين أن مؤشر شانون (6.77) وقيمة الإنصاف فيها أكبر من 0.5 مما يشير إلى وجود تجانس بين الانواع المفيدة.

لقد سمحت لنا المتابعة البيولوجية للدعسوقة خلال ثلاث سنوات من المراقبة سواء في المحطة او داخل البيت البلاستيكي، أن نحدد وجود جيلين خلال السنة الواحدة وممكن لوجود الثالث حالما توفرت الشروط المناسبة، وأهمها العوامل المناخية من بينها (درجة الحرارة والرطوبة) من جهة ونوعية وكمية الطعام من جهة أخرى، حيث أن درجات الحرارة المنخفضة أقل من 20 درجة مئوية غير مواتية لنشاط الدعسوقة وفرائسها.

يكون التحكم في تجمعات المنّ لنبات الفلفل في البيوت البلاستيكية أكثر فعالية عند الاطلاق المبكر للدعسوقة الجزائرية وذلك مع التسلسل الزمني مقارنة بانتشار المن.

الكلمات المفتاحية: الدعسوقة الجزائرية كوفر، مكافحة البيولوجية، حشرات المن، تربية، ظروف محكمة، بسكرة.