



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMERRI de Tizi Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Biologie

Option : Biologie et Contrôle des Populations d'Insectes

Thème :

*Etude de quelques aspects biologiques et du potentiel de prédation de la
coccinelle aphidiphage : Hippodamia variegata Goeze, 1777
(Coleoptera : coccinellidae).*

Présenté par :

Mr. AIT ALLAOUA Lhadi.

Soutenu le 25/09/2022 devant le jury :

Présidente : M^{me} Aouar-Sadli M.

Promotrice : M^{me} Benoufella-Kitous K.

Co-promotrice : M^{me} Ait Amar S.

Examinatrice : M^{me} Chaouchi-Talimat N.

Professeur

Professeur

Docteur

MCA

U.M.M.T.O

U.M.M.T.O

U.M.M.T.O

U.M.M.T.O

Promotion 2021/2022

Remerciements

Cette étude est réalisée au laboratoire d'Entomologie affilié au laboratoire de Production, Amélioration, Protection des Végétaux et des Denrées Alimentaires de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou, sous la direction de Madame BENOUFELLA-KITOUS K.

Avant tous je tiens à remercier mon DIEU tout puissant de m'avoir donné le courage pour finir ce modeste travail.

Je remercie vivement ma promotrice, Madame BENOUFELLA-KITOUS K. Professeur à la Faculté des Sciences Biologiques et de Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou pour l'aide et le soutien qu'elle m'a apporté pour la réalisation de ce travail, je salue sa présence, sa patience avec moi et ses conseils.

Je remercie aussi ma Co-promotrice, Madame AIT AMAR S.

Je tiens à remercier la contribution de l'ensemble des membres de jury représenté par :

-Mme Aouar-Sadli M., Professeur à la Faculté des Sciences Biologiques et de Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury.

-Mme Chaouchi Talmat N, Maître de conférences Classe A à Faculté des Sciences Biologiques et de Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou pour m'avoir fait l'honneur d'examiner ce travail.

Je remercie aussi l'ingénieur du laboratoire de Production, Amélioration et Protection des Végétaux et des Denrées Alimentaires de la Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques pour sa disponibilité et de m'avoir facilité la tâche afin de réaliser mon travail.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents pour leur soutien moral tout au long de mes études, que Dieu les protège et leur accorde une longue vie pleine de bonheur et de santé.

A toute ma famille mes frères et ma sœur.

A tous mes amis.

AIT ALLAOUA L.

Liste des figures

Figure 1 : Structure morphologique d'une coccinelle (Skinner et Domaine, 2010).....	3
Figure 2 : Adulte d' <i>Hippodamia variegata</i> (Originale, 2022).....	3
Figure 3 : Œufs d' <i>Hippodamia variegata</i> au grossissement 4 x 10 (Originale, 2022).....	4
Figure 4 : Différents stades larvaires d' <i>Hippodamia variegata</i> (Originale, 2022).....	5
Figure 5 : Nymphe d' <i>Hippodamia variegata</i> au grossissement 4 x 10 (Originale, 2022).....	5
Figure 6 : Cycle biologique de la coccinelle (INRA, 2018).....	6
Figure 7 : Moyen de défense des coccinelles (Anonyme, 2017).....	7
Figure 8 : Adulte d' <i>Hippodamia variegata</i> en train de manger les œufs de la même espèce (Originale, 2022).....	8
Figure 9 : Adulte d' <i>Hippodamia variegata</i> (Originale, 2022).....	9
Figure 10 : Adulte aptère d' <i>Aphis nerii</i> au grossissement 4x10 (Originale, 2022).....	9
Figure 11 : Adulte ailé d' <i>Aphis nerii</i> au grossissement 4x10 (Originale, 2022).....	9
Figure 12 : Matériel d'échantillonnage (Originale, 2022).....	10
Figure 13 : Matériel d'élevage des adultes de coccinelles (Originale, 2022).....	10
Figure 14 : Elevage des adultes dans une boîte en plastique (Originale, 2022).....	11
Figure 15 : Œufs pondus dans une boîte en plastique (Originale, 2022).....	11
Figure 16 : Larve d' <i>H. variegata</i> se nourrissant de pucerons <i>A. nerii</i> (Originale, 2022.....	12
Figure 17 : Elevage des femelles d' <i>Hippodamia variegata</i>	12
Figure 18 : Œufs d' <i>H.variegata</i> sur une feuille de laurier rose à côté des pucerons <i>Aphis nerii</i> (Originale, 2022).....	13
Figure 19 : Moyenne de consommation des pucerons.....	16
Figure 20 : Cycle de vie d' <i>Hippodamia variegata</i> au grossissement 4x10 (Originale, 2022)	17
Figure 21 : Représentation du sexe ratio chez <i>Hippodamia variegata</i>	18

Liste des tableaux

Tableau 1. Quantité de nourriture nécessaire pour la mue des différents stades larvaires d' <i>Hippodamia variegata</i>	14
Tableau 2. Durée de vie des stades larvaires chez <i>Hippodamia variegata</i>	16
Tableau 3. Nombre d'individus morts par les différents stades d' <i>H. variegata</i>	18
Tableau 4. Quantité de nourriture (<i>A. nerii</i>) nécessaire pour déclencher la ponte d' <i>H. variegata</i>	19

Sommaire

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	1

Chapitre I : Généralité sur les coccinelles

1. Systématique	2
2. Description	2
2.1. Adulte	3
2.2. Œufs	4
2.3. Larves	4
2.4. Nymphe	4
3. Cycle biologique	5
4. Ecologie	6
4.1. Habitat	6
4.2. Période d'activité	6
5. Spécificité alimentaire	7
6. Maladies des coccinelles	7
7. Moyens de défense	7
8. Cannibalisme	8
9. Lutte biologique	8

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Matériel	9
1.1. Matériel biologique	9
1.1.1. La coccinelle <i>Hippodamia variegata</i>	9
1.1.2. Le puceron <i>Aphis nerii</i>	9
1.2. Matériel de terrain	10
1.3. Matériel de laboratoire	10
2. Méthodes de travail	11
2.1. Elevage de masse	11
2.2. Elevage des larves	12
2.3. Elevage des femelles adultes	12
2.4. Durée d'incubation	13

Chapitre III : Résultats et discussion

1. Résultats	14
1.1. Quantité de nourriture nécessaire pour le cycle de développement	14
1.2. Durée de vie des stades larvaires	16
1.3. Durée de cycle de vie d' <i>Hippodamia variegata</i>	17

1.4. Mortalité des différents stades d' <i>Hippodamia variegata</i>	17
1.5. Cannibalisme	18
1.6. Sexe ratio	18
1.7. Quantité nécessaire pour la ponte	19
2. Discussion	19
Conclusion	21
Références bibliographique	25

Introduction

Introduction

La lutte biologique implique l'utilisation d'organismes vivants pour réduire l'importance des autres organismes considérés comme nuisibles (Hajek 2004 ; Van Lenteren, 2012). Elle est considérée comme la meilleure technique pour lutter contre différents types de ravageurs (Murariu et Andriev, 2008).

Les ravageurs entravent et détruisent les approvisionnements alimentaires et stockés dans toutes les régions du monde (Kring et Obrycki, 1998). Les pucerons (Hemiptera : Aphididae) sont parmi les ravageurs les plus courants et les plus importants des plantes (Nelson et Rosenheim, 2006). Ils causent des dommages en se nourrissant des plantes, en déformant les feuilles, en produisant du miellat et en transmettant des virus (Difonzo et *al.*, 1997).

Les coccinelles insectivores sont un groupe d'insectes qui jouent un rôle très important dans la régulation des petits homoptères suceurs de sève (pucerons, cochenilles, etc.). De nombreuses études ont décrit les interactions prédateur-proie impliquant la prédation des pucerons par les coccinelles (Ferran et Larroque, 1977 in Benoufella-Kitous, 2015 ; Saharaoui et Gourreau, 2000 ; Ben Halima-Kamel et *al.*, 2011).

Les coccinelles aphidiphages sont extrêmement polyphages et consomment la plupart des espèces de pucerons rencontrées (Pedigo et Rice, 2006). Les espèces du genre *Hippodamia* sont signalées comme prédateur de pucerons dans tous les agroécosystèmes (Alloula, 2015). La coccinelle *Hippodamia variegata* (Goeze) 1977 nommée aussi *Adonia variegata* (Goeze) 1777 est connue pour être un prédateur efficace et peut être utilisé pour le contrôle biologique des pucerons (Franzmann, 2002).

C'est dans ce sens que s'inscrit notre étude qui vise à étudier, dans les conditions de laboratoire, l'effet prédateur de la coccinelle aphidiphage *H. variegata* sur le puceron jaune du laurier rose *Aphis nerii* (Boyer de Fonscolombe) 1841.

Le présent travail comporte trois chapitres. Le premier chapitre comporte des généralités et des données relatives aux coccinelles. Le deuxième chapitre concerne le matériel et les méthodes utilisés pour réaliser cette étude. Le troisième chapitre sera consacré aux résultats obtenus et la discussion de ses derniers. Enfin, le travail sera clôturé par une conclusion ainsi que des perspectives de recherche.

Chapitre I : Généralités sur les coccinelles

Les Coccinellidae sont une famille cosmopolite de coléoptères de la super famille des Cucujoïdes constituée d'environ 6000 espèces dans le monde entier (Kovář, 1996 ; Vandenberg, 2002, Hunt *et al.*, 2007). Ils ont une grande importance économique en tant que prédateurs à l'état larvaire et adulte de divers ravageurs des cultures tels que les pucerons, les acariens et d'autres insectes (Hippra *et al.*, 1978 ; Kring *et al.*, 1985). 45 espèces ont été recensées en Algérie à travers tout le territoire national (Saharaoui et Gourreau, 2000).

1. Systématique

Selon Balachowsky (1962), les coccinelles appartiennent au :

Règne : Animalia

Sous règne : Eumetazoa

Embranchement : Arthropoda

Sous embranchement : Hexapoda

Classe : Insecta

Sous classe : Pterygota

Super ordre : Endopterygota

Ordre : Coleoptera

Sous ordre : Polyphaga

Super famille : Cucujoidea

Famille : Coccinellidae

Lors de la présente étude, nous nous sommes intéressés au :

Genre : *Hippodamia*

Espèce : *Hippodamia variegata* Goeze, 1777

Synonyme : *Adonia variegata* Goeze, 1777

2. Description

Les coccinelles sont des insectes à métamorphose complète (holométaboles ou endoptérygotes) (Saharaoui, 1998).

2.1. Adulte

L'adulte mesure entre 4 et 6 mm (Le Guellec, 2008). La tête est noire, inclinée du haut, dégagée vers l'avant, rétractée faisant partie du pronotum (Balachowsky, 1962). Elle possède une paire d'antennes bombées (Bellmannll, 2008), très courtes n'atteignant jamais le bord arrière du pronotum s'il est replié vers l'arrière (Aberlenc, 2011). La tête a également deux grands yeux composés (Lambin *et al.*, 1996 cités par Benyoucef et Boudjema, 2014). Le thorax est constitué d'un pronotum plus étroit que les élytres, horizontal et légèrement bombé, à ponctuation et coloration variables (Saharaoui et Gourreau, 1998).

Les coccinelles présentent deux paires d'ailes typiques. L'aile antérieure aux couleurs vives, très dure et brillante s'appelle l'élytre (Fig. 1). Elles recouvrent tout l'abdomen (Saharaoui, 1988).

L'abdomen a 10 tergums et 8 sternums visibles (Saharaoui, 1998). Le dixième tergum, qui n'est pas présent chez les femelles, est durcit chez les mâles. Le segment ventral est bien défini et couvert de longues soies (Saharaoui, 1994).

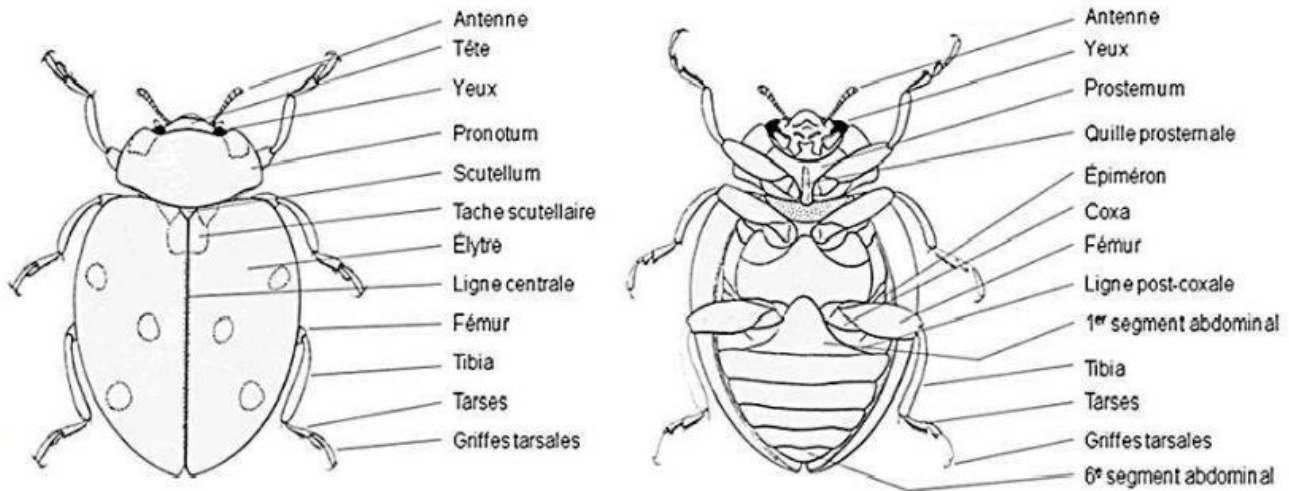


Figure 1 : Structure morphologique d'une coccinelle (Skinner et Domaine, 2010)

H. variegata est une coccinelle légèrement allongée qui ressemble à la coccinelle à sept points *Coccinella septempunctata*. Elle possède des points noirs, dont la plupart sont trois par élytre (Fig. 2). Dans certains cas, le nombre de ces points est important, et dans d'autres cas, ils peuvent être combinés. De même, le pronotum arbore une marque noire bordée de blanc sur l'avant et les côtés. Il peut prendre plusieurs formes, parfois une sorte de couronne à deux ou quatre lobes avec une tache centrale bien distincte (Le Guellec, 2008).



Figure 2 : Adulte d'*Hippodamia variegata* (Originale, 2022)

2.2. Œufs

Les œufs de coccinelles sont jaunes, généralement ovales, mais ont des extrémités légèrement effilées ou arrondies (Fig. 3). Leur taille varie selon les espèces de 0,38 à 2,5 mm (Saharaoui et Gourreau, 1998). Ils sont placés en grappes sur le feuillage près des pucerons. Chez *H. variegata*, les œufs mesurent 1.5 mm.



Figure 3 : Œufs d'*Hippodamia variegata* au grossissement 4 x 10 (Originale, 2022)

2.3. Larves

Les larves de coccinelles passent par trois mues, résultants donc 4 stades larvaires. Le corps est allongé, avec des saillies et des épines (Paulian, 1971 *in* Saharaoui, 1988). Le thorax supporte trois paires de longues pattes. L'abdomen a 10 segments abdominaux avec des pseudopodes rétractables utilisés pour se fixer aux supports de mue et de nymphose (Saharaoui, 1994). Chez *H. variegata*, la larve du premier stade mesure 2 mm, la larve du deuxième stade mesure 3 mm, la larve du troisième stade 3.9 mm et la larve du quatrième stade mesure 5 mm (Fig. 4).

2.4. Nymphes

Au dernier stade larvaire, la larve s'apprête à adopter une autre forme d'immobilité. Cette dernière s'appelle nymphe. Les larves s'accrochent au milieu, perdent la cuticule et ressemblent à des graines jaunes mouchetées (Anonyme, 2020).

Les nymphes sont hémisphériques, globuleuses (Fig. 5). La taille dépend de l'espèce. La coloration est toujours hétérogène et plus ou moins concrète. Cela dépend des conditions environnementales (Hodek, 1958).



L1



L2



L3



L4

Figure 4 : Différents stades larvaires d'*Hippodamia variegata* (Originale, 2022)



Figure 5 : Nymphes d'*Hippodamia variegata* au grossissement 4 x 10 (Originale, 2022)

3. Cycle biologique

Le cycle de développement des coccinelles comprend quatre stades larvaires séparés du stade adulte par des pupes (Saharaoui, 1998) (Fig. 6). La durée du cycle dépend des conditions climatiques (température, humidité relative, durée du jour) et de la quantité de nourriture ; elle est d'environ un mois pour la plupart des coccinelles (Iperti, 1986). Le cycle de vie des espèces tempérées (des œufs aux adultes) est généralement de 30 à 45 jours (Remli et Boukhallat, 2019).

Le nombre de générations varie selon les régions et les espèces. Trois générations par an peuvent être rencontrées en un cycle (Hamiti et Bouchaala, 2013).

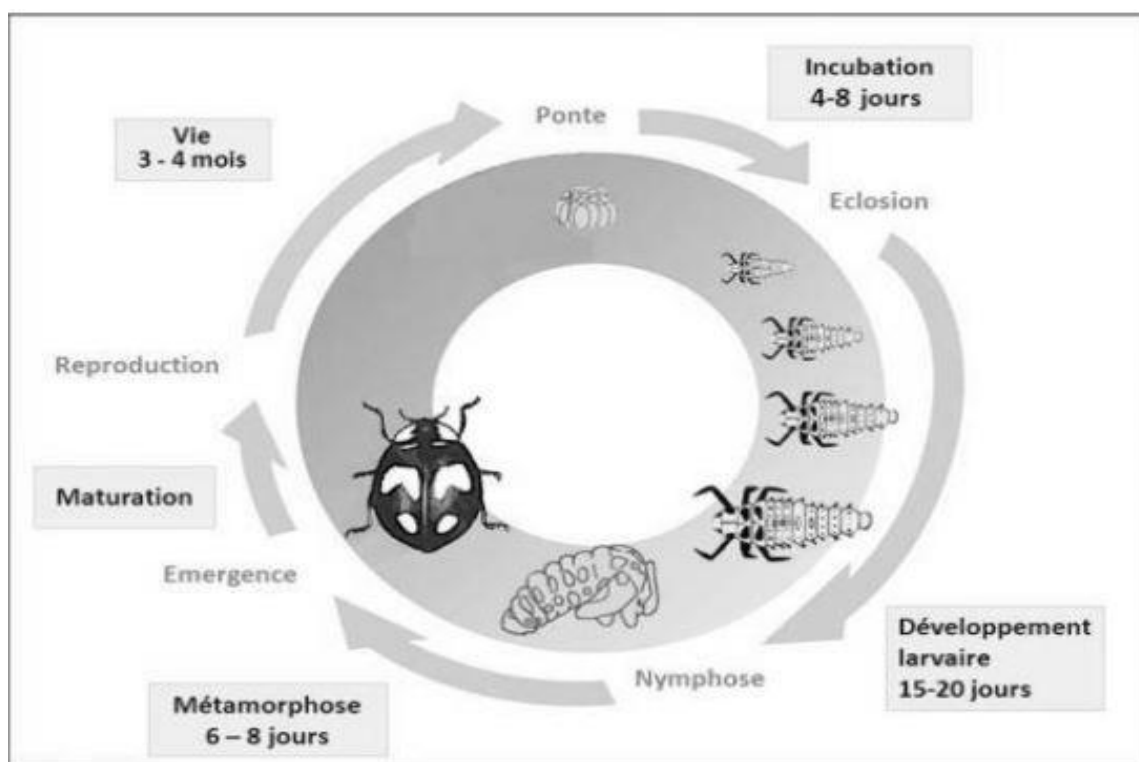


Figure 6 : Cycle biologique de la coccinelle (INRA, 2018)

4. Ecologie

4.1. Habitat

Les coccinelles sont généralement des sténotypes et dépendent d'un habitat très spécifique (Majerus et *al.*, 2007). Certaines semblent plus tolérantes aux conditions climatiques que d'autres. Ceci explique leur large distribution et l'importance de leur présence et de leur spectre d'activité pour les plantes (Saharaoui, 2017). La spécificité du microclimat est une préférence stricte, ceci explique leur répartition par différentes strates d'espèces végétales et de revêtements végétaux (Iperti et Quilici, 1978).

4.2. Période d'activité

La période la plus active des coccinelles est de mai à juillet, qui est aussi leur période de reproduction (Saharaoui, 1998). Durant cette période, elles consomment de grandes quantités de pucerons.

A l'aide de la phéromone, les coccinelles se regroupent dans des cachettes pour passer l'hiver et attendre la saison prochaine.

5. Spécificité alimentaire

Les coccinelles présentent une absence totale de monophagie, quelle que soit la proie normalement chassée. Cela s'explique par la présence de deux types d'aliments (Iperti, 1965).

- **Les aliments dits "essentiels" ou préférentiels.** Ce sont les plus recherchés. Ils permettent la maturation des ovocytes et déclenchent la ponte. Ils permettent de produire une progéniture viable et assure un développement larvaire complet (Evans et Dixon, 1986).

- **Une alimentation dite "alternative"** qui assure la survie des adultes sexuellement inactifs. Elle peut être composée d'œufs, de larves d'insectes, d'acariens, de spores de champignons, de miellat, de pollen et même de débris végétaux. Ces aliments accumulent des réserves métaboliques pour survivre aux conditions hivernales (Iperti, 1983; Saharaoui et *al.*, 2001).

6. Maladies des coccinelles

Comme tous les insectes, les coccinelles peuvent subir de nombreuses attaques, surtout lors d'activités vigoureuses (pleine activité ou extrême activité). Ces attaques peuvent être naturelles ou provoquées par l'homme (Mahma, 2003).

Les coccinelles sont fréquemment victimes de divers parasites et maladies bactériennes ou fongiques (Hodek et *al.*, 2012). Parmi les parasites, les Hyménoptères, qui appartiennent à la famille des Braconidés, sont mentionnés (Richerson, 1970). En Algérie, *H. variegata* est infestée par la guêpe *Perilitis coccinellae* à tous les stades de développement (Saharaoui et *al.*, 2001).

7. Moyens de défense

La plupart des coccinelles peuvent produire un répulsif à forte odeur qui donne un goût désagréable et peut même être toxique en cas d'ingestion (Vandenberg, 2002) (Fig. 7).



Figure 7 : Moyen de défense des coccinelles (Anonyme, 2017)

8. Cannibalisme

Ce phénomène se retrouve chez les coccinelles, où les œufs et les jeunes larves sont les plus sensibles (Balduf, 1935 ; Gagné et Martin, 1968). Les grosses larves n'hésitent pas à s'attaquer aux larves plus jeunes (Hawkes, 1920). Les adultes mangent également les œufs et les larves de la même espèce (Burgess, 1903) (Fig. 8).



Figure 8 : Adulte d'*Hippodamia variegata* en train de manger les œufs de la même espèce (Originale, 2022)

9. Lutte biologique

La lutte biologique comprend l'utilisation d'organismes vivants : micro-organismes (champignons, bactéries et virus) ; invertébrés (acariens, insectes et vers ronds) et vertébrés (oiseaux, amphibiens, poissons et mammifères) pour lutter contre les ravageurs des cultures. Cette approche vise à contrôler les espèces introduites devenues envahissantes dans les écosystèmes naturels ou devenues des ravageurs des cultures dans les systèmes agricoles, afin de réduire leur impact écologique ou leurs pertes économiques (Meyer, 2002).

L'utilisation des coccinelles dans le contrôle biologique de certains ravageurs des cultures a donné de bons résultats (Ben Halima-Kamel, 2010).

Chapitre II : Matériel et méthodes

Ce chapitre présente le matériel et les méthodes suivis pour réaliser cette étude au laboratoire.

1. Matériel

1.1. Matériel biologique

Le matériel biologique consiste à utiliser la coccinelle des friches *H. variegata* et le puceron jaune du laurier (*A. nerii*).

1.1.1. La coccinelle *Hippodamia variegata*

H. variegata est collectée dans la région de Draâ Ben Khedda (ex Mirabeau), située à 11 km à l'ouest de la ville de Tizi-Ouzou et à une altitude de 90 m (Fig. 9).



Figure 9 : Adulte d'*Hippodamia variegata* (Originale, 2022)

1.1.2. Le puceron *Aphis nerii*

Le puceron jaune du laurier est représenté par deux formes, la forme aptère (Fig. 10) et la forme ailée (Fig. 11). Les pucerons sont collectés vivants sur les feuilles de laurier rose dans la région de Tizi-Ouzou.



Figure 10 : Adulte aptère d'*Aphis nerii* au grossissement 4x10 (Originale, 2022)



Figure 11 : Adulte ailé d'*Aphis nerii* au grossissement 4x10 (Originale, 2022)

1.2. Matériel de terrain

Nous avons utilisé sur le terrain le matériel suivant (Fig. 12) :

- Ciseaux
- Boîtes en plastiques
- Elastiques
- Pinceaux
- Loupe manuelle



Figure 12 : Matériel d'échantillonnage (Originale, 2022)

1.3. Matériel de laboratoire

Pour le travail de laboratoire, nous avons utilisé le matériel suivant (Fig. 13) :

- Boîtes de Pétri
- Etiquettes
- Boîtes en plastique
- Loupe binoculaire
- Etuve



Figure 13 : Matériel d'élevage des adultes de coccinelles (Originale, 2022)

2. Méthodes de travail

2.1. Elevage de masse

Avant l'élevage de masse, nous avons procédé à la collecte des individus d'*H. variegata* au niveau de la région de Draâ Ben Khedda au mois de mai 2022. L'élevage des individus collectés, est effectué au niveau du laboratoire d'Entomologie affilié au laboratoire de Production, Amélioration, Protection des Végétaux et des Denrées Alimentaires de la Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Les individus récoltés sont mis dans une boîte en plastique, recouverte avec un tissu percé pour l'aération (Fig. 14).



Figure 14 : Elevage des adultes dans une boîte en plastique (Originale, 2022)

Le but de l'élevage de masse est d'assurer le maintien des individus en vie afin d'obtenir des pontes qui vont donner des larves qui permettront de réaliser l'expérimentation.

Les œufs pondus sont mis dans des boîtes en plastique jusqu'à la sortie des larves de premier stade (Fig. 15).



Figure 15 : Œufs pondus dans une boîte en plastique (Originale, 2022)

2.2. Elevage des larves

Après éclosion, les larves sont mises chacune dans une boîte de Pétri, et nous allons suivre et surveiller chaque jour leur développement. Pour connaître le taux de consommation de ces prédateurs, environ 20 pucerons sont offerts quotidiennement aux larves (Fig. 16). Les larves muent et à chaque nouveau stade larvaire nous augmentons la quantité des pucerons offerte.



Figure 16 : Larve d'*H. variegata* se nourrissant de pucerons *A. nerii* (Originale, 2022)

2.3. Elevage des femelles adultes

Pour avoir une ponte les adultes femelles doivent se nourrir. Pour cela, nous procédons à l'alimentation de ces dernières avec une quantité suffisante de pucerons (20 pucerons par jour) de laurier rose (Fig. 17).



Figure 17 : Elevage des femelles d'*Hippodamia variegata*

L'expérience est faite sur 17 femelles d'*H. variegata* de la nouvelle génération. Les femelles après l'accouplement seront séparées des mâles dans des boîtes de pétri. Sur chaque boîte de pétri, une étiquette porte la date de l'accouplement afin de pouvoir déterminer la durée de la préoviposition.

2.4. Durée d'incubation

Avant l'éclosion des œufs nous allons observer une pause, ce temps est la durée que prend l'œuf pour éclore (Fig. 18).



Figure 18 : Œufs d'*H. variegata* sur une feuille de laurier rose à côté des pucerons *Aphis nerii* (Originale, 2022)

Chapitre III : Résultats et discussion

Les résultats et la discussion de ces derniers sont abordés dans ce chapitre.

1. Résultats

1.1. Quantité de nourriture nécessaire pour le cycle de développement

Le tableau suivant indique le nombre de pucerons *A. nerii*, ingérés par *H. variegata* pour accomplir son cycle de développement.

Tableau 1. Quantité de nourriture nécessaire pour la mue des différents stades larvaires d'*Hippodamia variegata*

Stades larvaires	L1		L2		L3		L4			
	N°	Quantité	Offertes	Ingérées	Offertes	Ingérées	Offertes	Ingérées		
01			30	10	30	10	40	15	70	66
02			50	30	30	15	40	20	70	57
03			30	10	30	10	40	10	70	63
04			30	15	30	10	40	15	70	35
05			30	30	30	10	40	20	70	49
06			30	15	30	15	40	15	70	63
07			30	10	30	10	40	20	70	62
08			30	10	30	10	40	15	70	59
09			30	10	30	14	40	20	70	33
10			30	15	30	11	40	14	70	33
11			30	10	30	10	40	10	70	67
12			30	10	30	12	40	16	70	29
13			30	10	30	10	40	12	70	24
14			30	7	30	10	40	16	70	29
15			30	6	30	15	40	10	70	68
16			30	10	30	14	40	17	70	63
17			30	10	30	12	40	18	70	37
18			30	10	30	15	40	17	70	33
19			30	15	30	10	40	22	70	60
20			30	10	30	16	40	12	70	30
21			30	10	30	13	40	13	70	59
22			30	10	30	10	40	26	70	15

23	30	10	30	11	40	15	70	45
24	30	10	30	15	40	16	70	59
25	30	10	30	13	40	24	70	61
26	30	15	30	15	40	18	70	46
27	30	13	30	10	40	20	70	44
28	30	14	30	12	40	12	70	62
29	30	11	30	10	40	25	70	63
30	30	10	30	16	40	16	70	63
31	30	11	30	12	40	14	70	66
32	30	12	30	10	40	12	70	59
33	30	14	30	14	40	11	70	65
34	30	13	30	15	40	11	70	35
35	30	11	30	11	40	12	70	63
36	30	10	30	15	40	16	70	64
37	30	11	30	10	40	21	70	47
38	30	10	30	10	40	18	70	40
39	30	13	30	15	40	14	70	30

D'après le tableau 1, nous constatons que d'une manière générale, le nombre de pucerons consommé par les larves d'*H. variegata* augmente au fur et à mesure que la larve grandit.

Nous avons également calculé la moyenne de consommation des pucerons pour chaque stade larvaire d'*H. variegata*. Cette moyenne est illustrée par la figure 19.

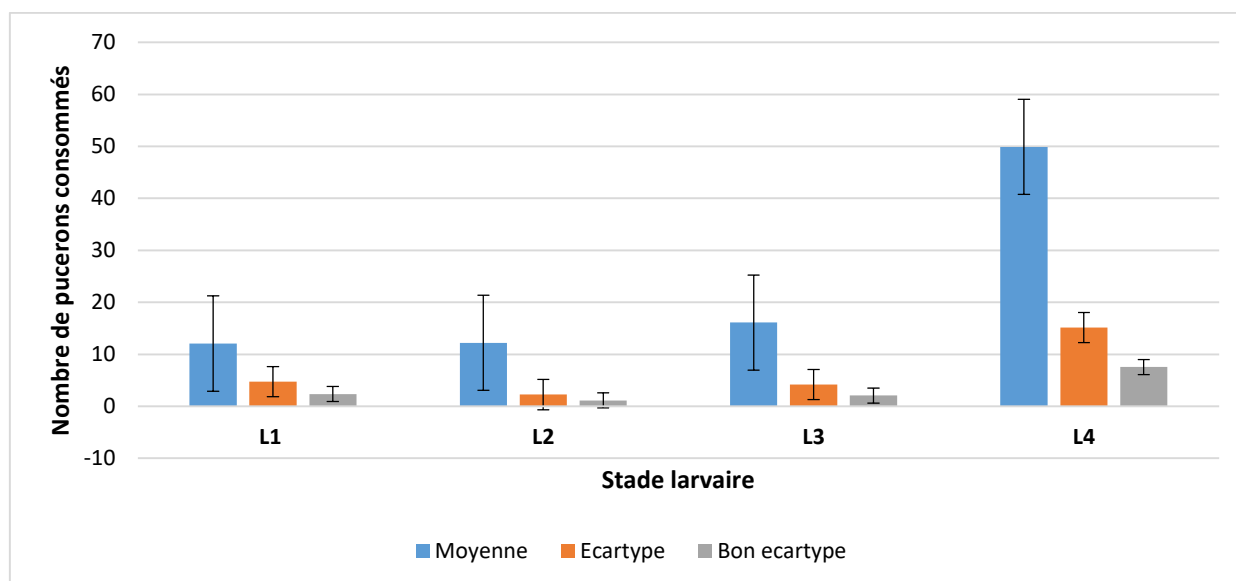


Figure 19 : Moyenne de consommation des pucerons

Selon la figure 19, il apparaît que les valeurs des moyennes de consommation des pucerons par les L1 et les L2 sont proches avec 12 pucerons pour chacun des 2 stades. Les larves L3 consomment en moyenne 16 pucerons et les larves du stade L4 consomment environ 50 pucerons. L'écart type qui indique la marge de dispersion de consommation de chaque larve pour chaque stade, montre que la grande marge est enregistrée pour le stade 4.

1.2. Durée de vie des stades larvaires

Le tableau 2 résume le nombre de jours qu'une larve peut vivre dans un stade larvaire avant de muer vers un autre stade larvaire.

Tableau 2 : Durée de vie des stades larvaires chez *Hippodamia variegata*

Stades de développement	Durée moyenne de vie (jours)
L1	2,72
L2	2,05
L3	2,05
L4	2,74
Nymphe	3

Le nombre de jours pour passer d'un stade larvaire à un autre chez *H. variegata* varie entre 2 et 3 jours. Il est le plus long pour la nymphe (Tab. 2).

1.3. Durée du cycle de vie d'*Hippodamia variegata*

La figure 20 illustre la durée moyenne des différents stades du cycle de développement d'*H. variegata* nourris avec le puceron *Aphis nerii*.

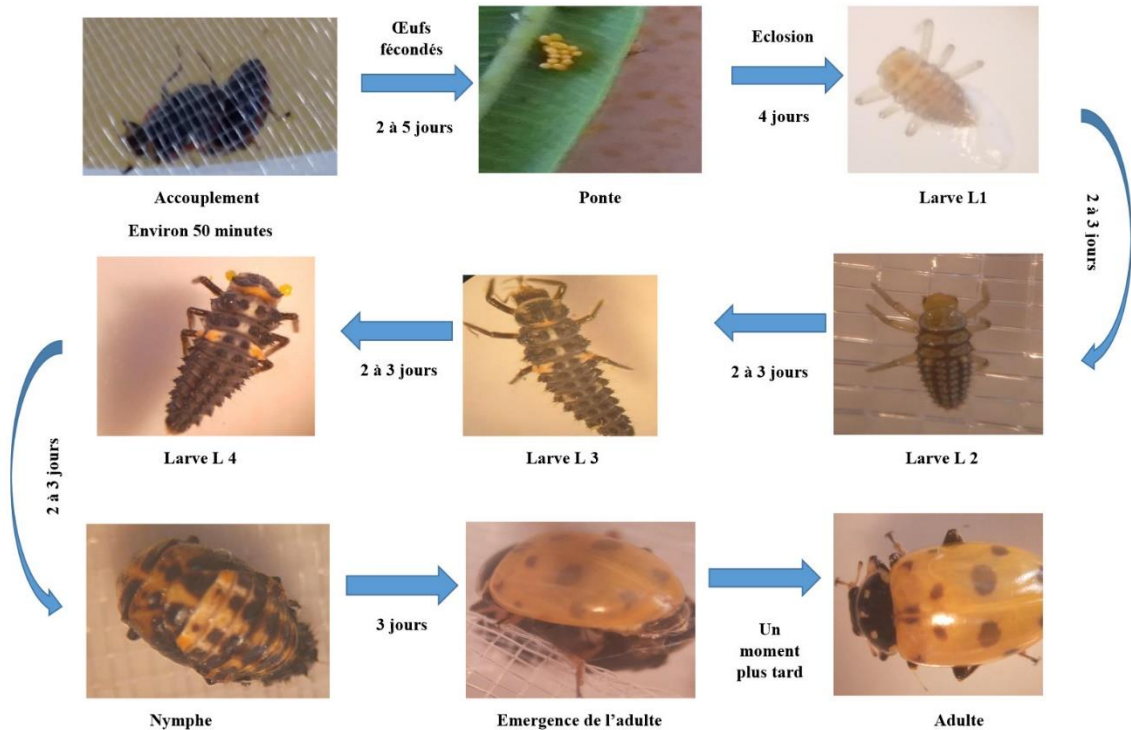


Figure 20 : Cycle de vie d'*Hippodamia variegata* au grossissement 4x10 (Originale, 2022)

Le cycle biologique d'*H. variegata* s'effectue en moyenne entre 17 et 23 jours sous une température de 25°C. Après un accouplement qui dure en moyenne 50 minutes, la durée d'oviposition est comprise entre 2 et 5 jours et la durée d'éclosion est de 4 jours. Le développement larvaire passe par quatre stades larvaires (L1, L2, L3, L4) et dure environ 10 jours avant d'entrer dans un autre stade qui s'appelle stade nymphal qui va durer à son tour environ 3 jours pour donner l'adulte (Fig. 20).

1.4. Mortalité des différents stades d'*Hippodamia variegata*

Le tableau 3 suivant représente le nombre d'individus morts pour chaque stade d'*H. variegata*.

Tableau 3 : Nombre d'individus morts par les différents stades d'*H.variegata*

Stades larvaires	Individus morts	Taux de mortalité
L1	3	5.88 %
L2	5	9.80 %
L3	3	5.88 %
L4	1	1.96 %
Nymphe	0	0 %

La mortalité enregistrée chez les différents stades de développement d'*H. variegata* est assez faible. La mortalité la plus élevée est notée pour les larves du stade 2 avec un nombre de 5 individus. Alors que pour la L4, 1 seul individu est mort. Pour le stade nymphal aucune mortalité n'a été enregistrée (Tab.3).

1.5. Cannibalisme

Après avoir laissé les adultes à jeun à côté de leurs œufs, nous avons noté un cannibalisme des adultes vis-à-vis de leurs propres œufs avec un taux de 95 %.

1.6. Sexe ratio

Sur les 39 individus utilisés, les adultes d'*H. variegata* sont représentés par les deux sexes : mâle et femelle. Les résultats obtenus montrent que le sexe ratio est en faveur des mâles.

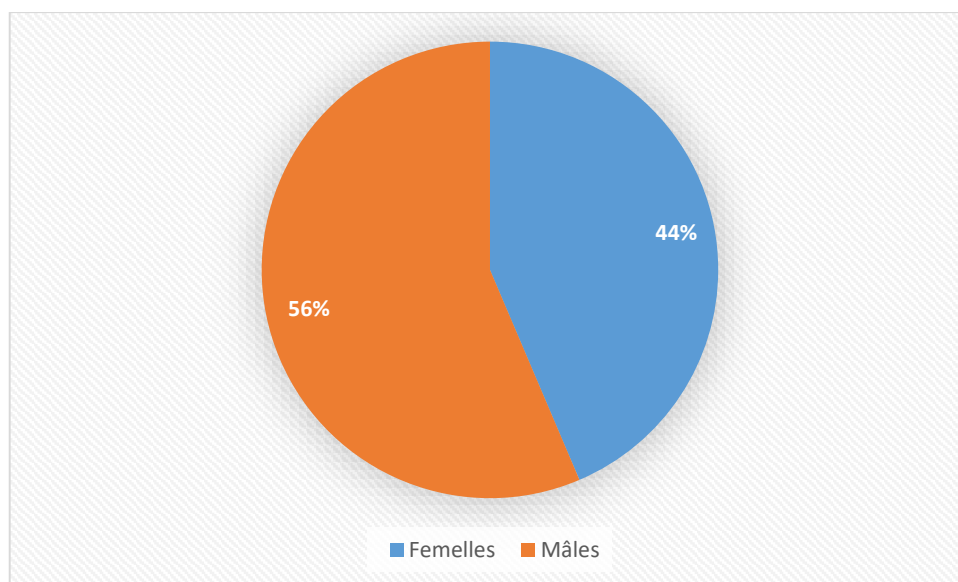


Figure 21 : Représentation du sexe ratio chez *Hippodamia variegata*

1.7. Quantité nécessaire pour la ponte

Les résultats de la quantité de nourriture nécessaire à la ponte d'*H. variegata* sont enregistrés dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Quantité de nourriture (*A. nerii*) nécessaire pour déclencher la ponte d'*H. variegata*

Pucerons Femelles	Offerts	Ingérés	Durée de la ponte (jours)
1	60	42	03
2	60	43	05
3	60	40	02
4	60	45	04
5	60	41	03
6	60	42	03
7	60	43	04
8	60	46	05
9	60	41	04
10	60	44	04
11	60	43	03
12	60	42	02
13	60	40	03
14	60	41	02
15	60	43	03
16	60	44	04
17	60	42	03

Le tableau 4 montre que la durée de ponte diffère d'une femelle à une autre, elle varie entre 3 et 5 jours.

2. Discussion

Les résultats de la présente étude montre que le cycle de développement d'*H. variegata* est de 23 jours à 25 °C avec une consommation totale pour les 39 individus de 3521 pucerons ingérés. 471 pucerons sont ingérés par les L1, 476 pucerons par les L2, 628 pucerons par les L3 et 1946 pucerons par les L4. Selon El Habi et *al.* (2000), la température optimale de

développement et la voracité de cette coccinelle est d'environ 26 °C, avec un seuil de température de développement de 11,22 °C.

L'étude de Rebolledo et *al.* (2008) a montré que le cycle de vie d'*H. variegata* est en moyenne de $17,3 \pm 0,93$ jours, variant de 16 à 21 jours. Le stade pupal était le plus long, représentant 32 % de la durée totale du cycle de vie, suivi du stade œuf et du quatrième stade larvaire avec 17 % chacun. Ces résultats sont proches de nos résultats ainsi que ceux de Benoufella-Kitous (2015) qui indique que le cycle biologique de cette espèce dure 21.4 jours à une température de 20.9 °C.

Jafari (2012) signale que le cannibalisme est un phénomène courant chez les coccinelles et constitue une stratégie d'alimentation alternative vitale qui peut prolonger la survie pendant les périodes de pénurie de proies. Les résultats obtenus par cet auteur ont montré que le cannibalisme moyen des œufs par les larves des 1er, 2ème, 3ème et 4ème stades et par l'adulte était de 3, 6, 9, 21 et 23,5 respectivement. Cet auteur a également noté le cannibalisme des stades les plus âgés vis-à-vis des larves les plus jeunes. Une courbe de corrélation linéaire a montré la dépendance du cannibalisme aux stades de développement d'*H. variegata*.

La quantité de nourriture nécessaire pour déclencher la ponte varie d'une femelle à une autre. Selon Benoufella-Kitous, (2015), la quantité moyenne nécessaire pour déclencher la ponte chez *H. variegata* est de 24 mg de pucerons et la durée de déclenchement de la ponte est de 2.5 jours en moyenne. Le même auteur signale que lorsque le poids des pucerons est supérieur à 24 mg la durée de ponte est de 1 jour, comme elle peut aller jusqu'à 4 jours si la quantité est inférieure à 24 mg.

Selon Bayoumy et Michaud (2014), les accouplements quotidiens avec différents mâles ont augmenté le taux de fécondation des œufs des femelles d'*H. convergens* par rapport au même nombre d'accouplements avec les mêmes mâles. Compte tenu du large éventail d'études sur de nombreux taxons, la fécondation accrue des œufs est peut-être l'avantage le plus courant pour les femelles polyandres (Slatyer et *al.*, 2012).

Conclusion

Conclusion

Le présent travail qui a porté sur l'étude de quelques paramètres biologiques et du potentiel de prédation d'*H. variegata* nous a permis d'apporter quelques nouvelles contributions pour compléter les études déjà réalisées dans ce contexte. Les résultats obtenus ont permis de montrer que :

- L'accouplement des adultes dure environ 50 minutes.
- La durée d'incubation des œufs est de 4 jours à une température de 25 °C.
- Le cycle biologique d'*H. variegata* passe par quatre stades larvaires (L1, L2, L3, L4).
- La durée du cycle de développement est de 23 jours à une température de 25 °C.
- La voracité des larves est d'autant plus importante que la larve grandit. Les larves les plus voraces sont celles du 4^{ème} stade.
- La mortalité naturelle est observée pour la totalité des stades larvaires avec une mortalité moindre pour le stade L2.

En termes de perspectives, notre travail reste matière à beaucoup d'autres recherches en raison de l'insuffisance des connaissances biologiques et écologiques des espèces prédatrices. Il serait intéressant d'entreprendre des études sur d'autres espèces de coccinelles, ainsi que sur d'autres espèces auxiliaires pouvant avoir un impact sur les populations aphidiennes. Il est important de mener un vaste programme de préservation des coccinelles en vue de leur utilisation en lutte biologique et de réaliser des élevages de masse et des lâchers inondatifs de ces espèces auxiliaires.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Aberlenc P.H., 2011.** Coccinelles. La faune auxiliaire des vignobles de France. Ed. France Agricole, Agriproduction, 69 p.
2. **Alloula M., 2015.** Feeding hability of *Hippodamia variegata* (Coleoptera: Coccinellidae) on *Aphis fabae* (Hemiptera : Aphidae). African Journal of Biology, 2 (3): 143-147 p.
3. **Balduf W.V., 1935.** The bionomics of entomophagous Coleoptera. (Coccinellidae – lady beetles). Ed. John S. Swift Co. Inc., Chicago, New York, 220 p.
4. **Balachowsky A.S., 1962.** Entomologie appliquée à l’agriculture. Vol. I., T.I, Coléoptères. Ed. Masson et Cie, Paris. 503 p.
5. **Bayoumy M.H., Osman M.A., et Michaud J.P., 2014.** Host plant meditates foraging behavior and mutual interference among adult *Stethorus gilvifrons* (Coleoptera: Coccinellidae) preying on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). Environmental Entomology, 43 (5): 1309-1318 p.
6. **Ben Halima Kamel M., Rebhi R. et Ommezine A., 2011.** Habitats and prey of *Coccinella algerica* Kovar in different coastal regions of Tunisia. Faunistic Entomology, 63: 35–45 p.
7. **Ben Halima-Kamel M., 2010.** Les ennemis naturels de *Coccinelle algerica* Kovar dans la région du sahel en Tunisie. Entomologie faunistique- Faunistic Entomology, 62 (3): 97-101 p.
8. **Benyoucef A. et Boudjema K., 2014.** Etude de quelques paramètres biologiques d’une coccinelle aphidiphage : *Coccinella algerica* Kovar, 1977 (Coleoptera : Coccinellidae). Memoire. Master. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 68 p.
9. **Benoufella-Kitous K., 2015.** Bioecologie des pucerons de différentes cultures et de leurs ennemis naturels à Oued Aissi et Draâ Ben Khedda (Tizi-Ouzou). Thèse Doctorat en Agronomie. Ecole National Supérieur Agronomique El Harrach Alger, 334 p.
10. **DiFonzo C.D., Ragsdale D.W., Radcliffe E.B., Gudmestad N.C., et Secor G.A., 1997.** Seasonal abundance of dvectorors of Dotato vlrus Y in the RedRiver Valley of Mmnesota and Noh Dakota. Econ.Entomol. 90 (3) : 824-831 p.
11. **El Habi M., Sekkat A., El Jadd L. et Boumezzough A., 2000.** Biologie d'*Hippodamia variegata* Goeze (Col., Coccinellidae) et possibilités de son utilisation contre *Aphis gossypii* Glov (Hom., Aphididae) sous serres de concombre. Journal of applied entomology, 124 (9): 365-374 p.
12. **Evans E.W. et Dixon A.F.G., 1986.** Cues for oviposition by ladybird beetles (Coccinellidae): responseto aphids. Journal of animal ecology, 55: 1027-1034 p.
13. **Franzmann A.B., 2002.** *Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera: Coccinellidae) a predacious ladybird new in Australia. Australian Journal of Entomology, 41 (4): 375-377 p.

Références bibliographiques

14. **Gagné W.C. et Martin J.L., 1968.** The insect ecology of red pine plantations in central Ontario. V. The Coccinellidae (Coleoptera). The Canadian Entomologist, 100 : 835-846 p.
15. **Hamiti et Bouchaala, 2013.** Inventaire des coccinelles prédatrices pouvant être utilisées dans un cadre de lutte biologique dans la région d'Ouargla. Mémoire Master Agronomie. Université KASDI Merbah-Ouargla. 78 p.
16. **Hajek A.E., 2004.** Natural enemies. An introduction to biological control. Ed. Cambridge University Press, Cambridge (U. K.), 378 p.
17. **Hagen K.S., 1987.** Nutritional ecology of terrestrial insect predators. In: Slansky F. & Rodriguez J.G. (eds): Nutritional Ecology of Insects, Mites, Spiders and Related Invertebrates. Ed. John Wiley, N.Y. 577 p.
18. **Hawkes O.A.M., 1920.** Observations on the life history, biology and genetics of the ladybird beetle, *Adalia bipunctata* MULSANT. Proceedings of the Zoological Society of London: 475-490 p.
19. **Hippa H., Kepeken S.D. et Laine T., 1978.** On the feeding biology of *Coccinella hieroglyphica* L. (Coleoptera, Coccinellidae). Reports from the Kevo Subarctic Research Station, 14: 18-20 p.
20. **Hodek I., 1958** Influence of temperature, rel. humidity and photoperiodicity on the speed of development of *Coccinella 7-punctata* L. Acta Societatis. Entomologie. Cechoslov, 55: 121-141 p.
21. **Hodek I., Van Emden H.F. et Honěk A., 2012.** Distribution and habitats Ecology and Behaviour of the Ladybird Beetles (Coccinellidae). Ed. John Wiley et Sons, Oxford. 509 p.
22. **Hunt T., Ergsten J., Levkanicova Z., Papadopoulou A., John O.S., Wild R., Hammond P.M., Ahrens D., Balke M., Caterino M.S., Gomez-Zurita J., Ribera I., Barraclough T.G., Bocakova M., Bocak L. et Vogler A.P., 2007.** A comprehensive phylogeny of beetles reveals the evolutionary origins of a super radiation. Science, 318 : 1913-1916 p.
23. **Iperti G., 1965.** Contribution à l'étude de la spécificité chez les principales coccinelles aphidiphages des Alpes Maritimes et des Basses Alpes. Entomophaga, 10 (2) : 159-178 p.
24. **Iperti G. et Quilici S., 1978.** Les coccinelles en serres maraîchères. Les auxiliaires des cultures. Journées d'études. ACTA, 261-266 p.
25. **Iperti G., 1983.** Les coccinelles de France. Faune et flore auxiliaires en agriculture. Actes des journées d'études et d'informations, ACTA, Paris, 368 p.

Références bibliographiques

26. **Iperti G., 1986.** Les coccinelles de France. *Phytoma*, 377 : 14-22 p.
27. **Jafari R., 2012.** Cannibalism in *Hippodamia variegata* Goeze (Coleoptera: Coccinellidae) under laboratory conditions. In Proceedings of the International Symposium on Current Trends in Plant Protection, Belgrade, Serbia. Institute for Plant Protection and Environment, 549 p.
28. **Kovář I., 1996.** Phylogeny. In: Ecology of Coccinellidae. Ed. Hodek, I., Honk, A. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 31 p.
29. **Kring T.J., Gilstrap F.E. et Michels G.J., 1985.** Role of indigenous coccinellid in regulating green bugs (Homoptera: Aphididae) on Texas grain sorghum. *Journal of Economic Entomology*, 78: 269–273 p.
30. **Obrycki, J.J. and Kring, T.J. (1998)** Predaceous Coccinellidae in Biological Control. *Annual Reviews of Entomology*, 43, 295-321 p.
31. **Le Guellec, 2008.** Insectes de Méditerranée. Arachnides et Myriapodes. Edisud. 208 p.
32. **Mahma E., 2003.** Elevage des coccinelles coccidiphages (Coleoptera –Coccinellidae) et leur utilisation dans un essai de lutte biologique contre la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ. (Homoptera – Diaspididae) du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. dans la région de Ouargla. Mémoire. Ingenieur. Etat, Agronomie., Ouargla, 120 p.
33. **Majerus M.E.N., Sloggett J.J., Godeau J.F. et Hemptinne J.L. 2007.** Interactions betweenants and aphidophagous and coccidophagous ladybirds. *Population Ecology*, 49: 15-27 p.
34. **Meyer J.Y., 2002.** La lutte biologique contre les espèces biologiques contre les espèces introduites envahissantes : solution miracle ou méthode risquée. Délégation à la Recherche, 16 p.
35. **Murariu C.L. et Andriev S.O., 2008.** The biodiversity of ladybirds in some alfalfa crop from the north of Moldavia. *Biol. Analele Științifice ale Universității, Biologie animal*, 97-100 p.
36. **Pedigo L.P. et Rice M.E. 2006.** Entomology and Pest Management. Ed. Pearson Prentice Hall, 749 p.
37. **Rebolledo R., Shérif J., Parra L. et Aguilera A., 2008.** Cycles de vie, saisonniers et fluctuations de la population d'*Hippodamia variegata* (Goeze) (Coleoptera : Coccinellidae), dans la plaine centrale de la région de Laaraucanía, Chili. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 6 (2) : 292-298 p.
38. **Remli et Boukhallat, 2019.** Contribution à l'étude du comportement alimentaire de la capacité prédatrice de quelques espèces de deux familles Coccinillidae et Nitidulidae de la

Références bibliographiques

région de Ouargla, Mémoire Master en Agronomie Académique. Université Kasdi Merbah – Ouargla, 61 p.

39. **Richerson J.V., 1970.** A world list of parasites of Coccinellidae. Journal of the Entomological Society of British Columbia, 67: 33-48 p.

40. **Sahraoui L., 1988.** Inventaire des coccinelles entomophages (Coleoptera-Coccinellidae) dans la plaine de Mitidja et aperçu bioécologique des principales espèces rencontrées, en vue d'une meilleure appréciation de leur rôle entomophage en Algérie. Thèse Doctorat, d'Université, Nice, France, 131 p.

41. **Saharaoui L. 1994.** Inventaire et étude de quelques aspects bioécologiques des coccinelles entomophages (Coleoptera, Coccinellidae) dans l'algérois. Journal of African Zoology, 108 (6) : 537-546 p.

42. **Saharaoui, L., et Gourreau, J.M., 1998.** Les coccinelles d'Algérie : inventaire préliminaire et régime alimentaire (Coleoptera, Coccinellidae). Bulletin de la Société entomologique de France, 103 (3) : 213-224 p.

43. **Saharaoui L., Gourreau J.M., 2000.** Lady beetles of Algeria: pre-liminary inventory and diet (Coleoptera, Coccinellidae). Recherche Agronomique, 6 : 11–27 p.

44. **Saharaoui L., Gourreau J.M. et Iperti G., 2001.** Étude des paramètres bioécologiques de quelques coccinelles aphidophages d'Algérie (Coleoptera, Coccinellidae). Bulletin de la Société zoologique de France, 126 (4) : 351-373 p.

45. **Saharaoui L., 2017.** Les coccinelles algériennes (Coleoptera, Coccinellidae): analyse faunistique et structure des communautés Thèse Doctorat, Université Paul Sabatier-Toulouse, III. 175 p.

46. **Skinner B. et Domaine É., 2010.** Rapport sur la situation de la coccinelle à deux points (*Adalia bipunctata*) au Québec. Ed. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Faune Québec, 48 p.

47. **Slatyer R.A., Mautz B.S., Backwell P.R. et Jennions M.D., 2012.** Estimating genetic benefits of polyandry from experimental studies: a meta-analysis. Biological Reviews, 87 (1): 1-33 p.

48. **Vandenberg N.J., 2002.** Coccinellidae. Ed CRC Press. Boca Raton, Florida, USA. 880 p.

49. **Anonyme, 2017.** <http://optolov.ru/fr/dizajjn-detskojj-komnaty/skolko-vidov-bozhih-korovok-zhuk-bozhya-korovka-vidy-nasekomyh-sreda.html>.

50. **Anonyme, 2020.** Unité sciences de la vie du palais de la découverte images Yann Lefranc Crédits images : © Michael Ramsey / Moment Video RF / Getty Images Plus universcience.

Références bibliographiques

51. **Van Lenteren J., 2012.** IOBC Internet book of biological control. Version 6.
http://www.iobc-global.org/publications_iobc_internet_book_of_biological_control.html.

Résumé

Notre étude consiste à étudier certains aspects biologiques et le potentiel de prédation de la coccinelle aphidiphage *Hippodamia variegata*. Le cycle biologique de cette coccinelle est de 23 jours à une température de 25°C. Le développement larvaire passe par quatre stades larvaires L1, L2, L3 et L4. La mortalité est observée dans tous les stades de développement excepté le stade nymphal, où nous n'avons observé aucun mort.

Mots clés : *Hippodamia variegata*, cycle biologique, développement larvaire,

Abstract

Our study consists in investigating the specific biological aspects and predation potential of the aphid ladybird *Hippodamia variegata*. The life cycle of this ladybird is 23 days at a temperature of 25°C. Larval development has four larval stages: L1, L2, L3, and L4. Mortality is observed at all developmental stages except the pupal stage, where no mortality was observed.

Keys words: *Hippodamia variegata*, life cycle, larval development,