



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DE TISSEMSILT
INSTITUT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES, FORESTERIE ET DE
L'ENVIRONNEMENT



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de
Master Académique en

Filière : **Sciences Agronomiques**
Spécialité : **Protection des végétaux**

Thème

**Contribution à l'étude des interactions tri-trophiques entre les aphides et leurs prédateurs
et parasitoïdes primaires sur différentes plantes hôtes spontanées, dans la Wilaya de
Tissemsilt**

Présenté par : Mlle HAMADI Aya

Soutenu le, / 06 / 2026

Devant le Jury

AMROUNI Yasmina	Présidente	M.C.B.	Univ-Tissemsilt
AIT AMAR-BERRAS Samia	Promotrice	M.C.B.	Univ-Tissemsilt
BOUNOUIRA Yassine	Examineur	M.C.A.	Univ-Tissemsilt

Année universitaire : 2025-2026

Remerciement

*Mes remerciements vont avant tout à **ALLAH** tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il m'a fournies afin de terminer ce mémoire.*

Je remercie de manière très particulière Madame AIT AMAR-BERRAS Samia Maitre de conférences classe B à l'université de Tissemsilt, je voudrai la remercier pour le temps et la patience qu'elle m'a accordé, pour sa disponibilité, ses conseils précieux et ses encouragements qu'elle m'a prodigué tout au long de ce mémoire.

Mes remerciements vont également à tous les membres de jury, pour avoir accepté d'en faire partie et pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce mémoire. Je remercie madame AMROUNI Yasmina Maitre de conférences classe B à l'université de Tissemsilt, de m'avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance, qu'elle trouve ici l'expression de mon profond respect. Mes reconnaissances et remerciements à Monsieur BOUNOUIRA Yassine Maitre de conférences classe A à l'université de Tissemsilt, qui a bien voulu examiner ce mémoire et pour ses conseils.

*A tous **les professeurs** de toutes les phases de mes études.*

Je remercie toutes les personnes qui m'ont aidées au laboratoire.

Tous ceux qui ont participé, de près ou de loin a la réalisation de ce mémoire de Master



Dédicaces

*Louange à **ALLAH** qui, par sa grâce, accomplit les bonnes œuvres, louange à Dieu, Seigneur des mondes, louange abondante, bonne et bénie, et merci à Lui, le Tout-Puissant, pour Son aide et Sa générosité, car Il m'a donné la force, la patience et la détermination nécessaires pour surmonter les difficultés et mener à bien cette humble tâche.*

*Je dédie le fruit de mes efforts et de mon travail à ceux qui, après **ALLAH**, m'ont soutenu et encouragé*

*À **mes chers parents**, symboles du sacrifice et du don, source d'amour et de tendresse, que Dieu les protège, leur accorde une longue vie et les récompense généreusement.*

*À mes chers soeurs **Wissam** et **Mariam**, ainsi qu'à mon **frère Abdelkader**, qui m'ont toujours soutenu et encouragé tout au long de mon parcours par leurs paroles bienveillantes et réconfortantes.*

*À membre le plus cher de ma famille, **Tayeb**, qui m'a apporté un soutien et une aide précieux dans les moments difficiles.*

*Et à ma chère amie **Khaira**, qui ne m'a jamais fait défaut dans son soutien et ses paroles sincères, je vous adresse toute ma gratitude et ma reconnaissance.*

*Je n'oublierai jamais ma **tante et ses filles**, leur amour sincère et leurs prières sincères qui m'ont motivée à continuer, ainsi que **mes amies** qui m'ont accompagnée tout au long de mon parcours scolaire.*

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et à toute personne qui aura le plaisir de consulter mon Mémoire.



Liste des figures

Figure 01 : La Morphologie de pucerons	4
Figure 02 : Cycle de vie du puceron du soja.....	5
Figure 03 : Coccinelle à sept points.....	8
Figure 04 : Anatomie de coccinelle.....	10
Figure 05 : Un syrphe (<i>Episyrphus balteatus</i>).....	12
Figure 06 : anatomie de syrphe.....	14
Figure 07 : Une « chrysope verte » (<i>Chrysoperla carnea</i>).....	18
Figure 08 : Carte géographique de wilaya Tissemsilt.....	24
Figure 09 : La température moyenne quotidienne maximale (ligne rouge) et minimale (ligne bleue) à Tissemsilt en 2025.....	25
Figure 10 : les précipitations annuelles totales à Tissemsilt, en Algérie, au cours des dernières années 2014-2023.....	26
Figure 11 : Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tissemsilt (1984-2018).....	27
Figure 12 : Climagramme pluviothermique d'Emberger (Q2) de la période (1984-2018).....	29
Figure 13 : Plantes hôtes infestées par le puceron et ennemis naturel.....	30
Figure 14 : pucerons et des ennemis naturels.....	30
Figure 15 : Les stations d'études de la wilaya de Tissemsilt.....	33
Figure 16 : collecte des pucerons et de leurs ennemis naturels	34
Figure 17 : l'élevage des auxillaire.....	36
Figure 18 : Graphiques présentant les plantes hôtes les plus touchées par les pucerons au cours de cette étude.....	44

Liste des tableaux

Tableau 01: Humidité relative moyenne mensuelle à Tissemsilt, en Algérie pour l'année 2020.....	26
Tableau 02 : Quotient pluviothermique d'Emberger Période(1984-2018).....	28
Tableau 3 : Caractéristiques des stations sélectionnées.....	32
Tableau 04 : Classification taxonomique des espèces de pucerons observés.....	38
Tableau 05 : Classification taxonomique des ennemis naturels observés.....	39
Tableau 06 : Relation tritrophiques observées durant la période d'échantillonnage.....	40
Tableau 07 : Diversité des pucerons dans les deux sites d'études.....	42
Tableau 08 : Fréquence d'apparition de chaque espèce de puceron au cours de la période étudiée.....	43

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction Générale 1

Chapitre I : Généralités sur les pucerons et leurs ennemis naturels

1. Les pucerons.....	3
1.1. Systématique.....	3
1.2. Morphologie.....	3
1.3. Biologie et cycle de vie.....	4
1.4. Les dégâts.....	5
1.5. La lutte contre les pucerons.....	6
2. Les ennemis naturels.....	8
2.1. Les coccinelles.....	8
2.1.1. Systématique.....	8
2.1.2. Morphologie.....	9
2.1.3. Cycle de vie et biologie.....	10
2.1.4. Alimentation.....	11
2.2. Les syrphes.....	11
2.2.1. Systématique.....	12
2.2.2. Morphologie.....	13
2.2.3. Cycle de vie et biologie.....	14
2.2.4. Alimentation.....	15
2.3. Les chrysopes.....	16
2.3.1. Systématique.....	16
2.3.2. Morphologie.....	17
2.3.3. Cycle de vie et biologie.....	18
2.3.4. Alimentation.....	19
2.4. Les parasitoïdes primaires.....	20
2.4.1. Systématique.....	20
2.4.2. Morphologie.....	21

Sommaire

2.4.3. Cycle de vie et biologie.....	21
--------------------------------------	----

Chapitre II : Présentation de la Région d'étude

1.Présentation générale de la wilaya de Tissemsilt.....	23
2. Situation géographique.....	23
2.1. Relief.....	23
3. Caractéristiques climatiques de la wilaya de Tissemsilt.....	24
3.1. La température.....	24
3.2. La précipitation.....	25
3.3. Humidité relative.....	26
4.Synthèse climatique.....	27
4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen.....	27
4.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger.....	28

Chapitre III : Matériel et méthodes

1. Matériel.....	30
1.1.Matériel végétal.....	30
1.2.Matériel animal.....	30
1.3.Autre matériel.....	31
2.Méthodes appliquées au terrain.....	31
2.1. Choix des stations d'étude.....	31
2.2. Présentation des sites d'étude.....	31
2.3. Méthode d'échantillonnage appliquée sur le terrain.....	33
2.4. Méthodes appliquées au laboratoire.....	34
2.4.1. Tri et montages des pucerons.....	34
2.4.1.1.Dégraissage des pucerons.....	34
2.4.1.2.Nettoyage des pucerons.....	34
2.4.1.3. Bain d'éthanol.....	34
2.4.1.4. Deuxième bain d'éthanol.....	34
2.4.1.5. Déshydratation des pucerons.....	34
2.4.1.6. Montage des pucerons.....	35

Sommaire

2.4.1.7. Identification.....	35
2.4.2. Méthode d'élevage des prédateurs.....	35
2.4.3. Montage et identification des auxiliaires.....	36
Chapitre IV : Résultats et discussion	
1. Résultats.....	38
1.1. Classification taxonomique des espèces de pucerons.....	38
1.2. Classification taxonomique des ennemis naturels.....	39
1.3. Relation tritrophiques.....	40
1.4. Diversité des pucerons dans les deux sites d'études.....	41
1.5. Fréquence d'apparition des pucerons.....	43
1.6. Fréquence d'infestation des plantes hôtes par les pucerons.....	44
2. Discussion.....	45
Conclusion.....	47
Références bibliographiques.....	49

Introduction

Les pucerons constituent un groupe d'insectes phytophages appartenant à l'ordre des Hémiptères (**Blackman et Eastop, 2000**). Ils sont largement répandus à travers le monde et colonisent une grande diversité de plantes cultivées et spontanées. Ces insectes se caractérisent par leur petite taille, leur appareil buccal de type piqueur-suceur et leur capacité remarquable de multiplication. En effet, plusieurs espèces présentent une reproduction parthénogénétique, permettant un accroissement rapide des populations en conditions favorables (**Dixon, 1998**).

Les aphides vivent en colonies sur les parties tendres des plantes, notamment les jeunes feuilles et les tiges. Ils se nourrissent de la sève élaborée qu'ils extraient des tissus végétaux, ce qui entraîne un affaiblissement progressif de la plante (**Blackman et Eastop, 2000**). En outre, ils sécrètent du miellat, substance sucrée favorisant le développement de champignons tels que la fumagine, réduisant ainsi la photosynthèse (**Dedryver et al., 2010**). Leur importance économique est considérable, notamment en agriculture, où ils figurent parmi les principaux ravageurs des plantes cultivées.

Dans les agroécosystèmes, les pucerons sont régulés naturellement par un ensemble d'organismes appelés ennemis naturels. Ces derniers comprennent principalement les prédateurs (coccinelles, chrysopes et syrphes) et les parasitoïdes (**Hodek et al., 2012**). Ces auxiliaires jouent un rôle essentiel dans la limitation des pullulations de pucerons et contribuent au maintien de l'équilibre biologique.

Les prédateurs consomment directement les pucerons à différents stades de développement, tandis que les parasitoïdes pondent leurs œufs à l'intérieur des pucerons, provoquant sa mort au cours du développement larvaire (**Godfray, 1994**). Ces interactions s'inscrivent dans un réseau trophique complexe où les plantes, les pucerons et leurs ennemis naturels sont étroitement liés. L'étude de ces relations tri-trophiques permet de mieux comprendre les mécanismes naturels de régulation des populations.

Face aux impacts négatifs des traitements chimiques sur l'environnement et la santé humaine, la lutte biologique apparaît comme une alternative durable et respectueuse des écosystèmes. Elle repose sur l'utilisation et la conservation des ennemis naturels pour contrôler les populations de ravageurs (**Van Lenteren, 2012**).

La lutte biologique peut être réalisée par introduction, par augmentation ou par conservation des auxiliaires déjà présents dans le milieu. Les plantes hôtes spontanées jouent d'ailleurs un rôle important en servant de réservoirs pour les pucerons et leurs ennemis naturels, contribuant ainsi à la régulation naturelle (**Altieri et Niholls, 2004**). L'intégration de ces pratiques dans les systèmes agricoles favorise la biodiversité et réduit la dépendance aux pesticides.

L'objectif de cette étude vise à analyser les interactions tri-trophiques entre les pucerons, leurs prédateurs et leurs parasitoïdes primaires sur différentes plantes hôtes spontanées. Elle cherche à identifier les espèces présentes, à évaluer leur dynamique populationnelle et à déterminer le rôle des plantes spontanées dans le maintien des équilibres biologiques. L'objectif principal est de mieux comprendre ces interactions afin de contribuer au développement de stratégies de lutte biologique adaptées et efficaces.

Ce présent travail est structuré en quatre chapitres distincts. Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique qui traite des généralités sur les pucerons et leurs ennemis naturels. Le second chapitre est consacré à la présentation de la région d'étude, le troisième chapitre est réservé aux matériels et aux méthodes adoptées sur terrain et au laboratoire. Le dernier chapitre fait référence aux résultats obtenus suivi de la discussion. Ce présent travail se termine par une conclusion assortie des perspectives.

***Chapitre I : Généralités sur les pucerons
et leurs ennemis naturels***

1. Les pucerons

1.1. Systématique

Les pucerons appartiennent à l'ordre des Hémiptères, sous-ordre des Sternorrhyncha, et à la super-famille des Aphidoidea. Ils constituent un groupe taxonomique très diversifié comprenant plusieurs familles, dont la plus représentative et la plus étendue est celle des Aphididae (**Godfray, 1994**).

La classification systématique des pucerons repose sur des critères morphologiques précis tels que la forme des antennes, la structure des cornicules, la nervation alaire chez les formes ailées, ainsi que sur des caractéristiques biologiques comme l'alternance d'hôtes et le type de reproduction. Toutefois, en raison de leur plasticité morphologique et de l'existence de formes polymorphes au sein d'une même espèce (formes ailées et aptères, sexuées et asexuées), leur identification taxonomique peut s'avérer complexe (**Boivin, 2012**).

1.2. Morphologie

Les pucerons sont de petits insectes au corps mou et délicat, mesurant généralement entre 1 et 4 mm de longueur, bien que certaines espèces puissent légèrement dépasser cette taille. Leur corps présente une forme piriforme caractéristique, avec une tête relativement petite, un thorax peu distinct et un abdomen volumineux. Cette morphologie est adaptée à leur mode de vie sédentaire sur les plantes hôtes (Fig. 1) (**Hodek, 2012**).

L'appareil buccal est de type piqueur-suceur, constitué de stylets fins et allongés permettant de pénétrer les tissus végétaux jusqu'aux vaisseaux du phloème afin d'aspirer la sève élaborée (**Sampaio, 2008**). Cette spécialisation alimentaire est à l'origine des principaux dégâts causés aux cultures. Les antennes, généralement longues et segmentées, jouent un rôle sensoriel important dans la détection des stimuli chimiques et environnementaux.

Une caractéristique morphologique distinctive des pucerons est la présence de deux cornicules, situées dorsalement sur la partie postérieure de l'abdomen. Ces structures tubulaires sécrètent des substances défensives, notamment des phéromones d'alarme, qui alertent les congénères en cas d'attaque par un prédateur. La queue abdominale, appelée cauda, constitue également un critère d'identification spécifique (**Godfray, 1994**).

Le polymorphisme est une autre particularité remarquable. On distingue des formes aptères (sans ailes), généralement dominantes au sein des colonies stables, et des formes ailées, produites lorsque les conditions deviennent défavorables (surpopulation, diminution des ressources alimentaires, changements climatiques). Les formes ailées assurent la dispersion et la colonisation de nouvelles plantes hôtes, contribuant ainsi à l'expansion rapide des populations . **(Dedryver et al.,2010)**.

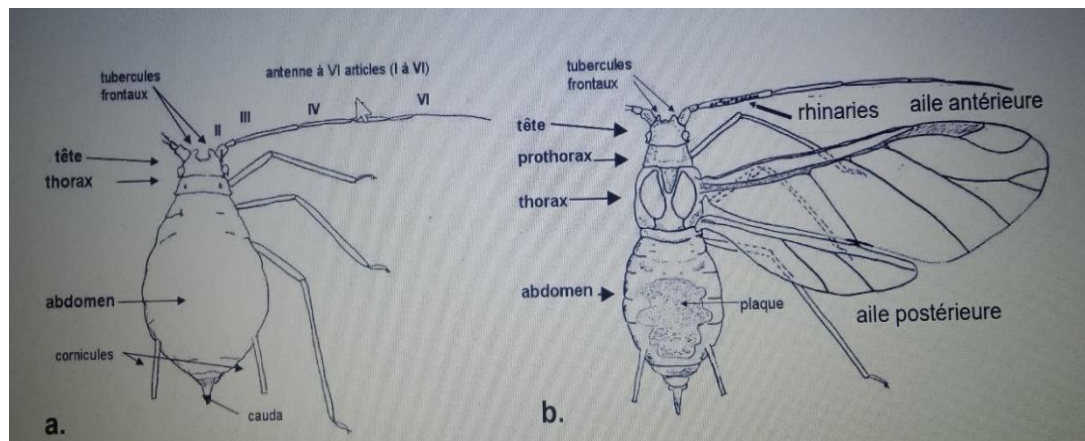


Figure 01 : La Morphologie de pucerons (Piffaretti, 2012) .

1.3. Biologie et cycle de vie

La biologie des pucerons est particulièrement complexe et constitue l'un des éléments clés de leur succès adaptatif. Leur cycle de vie peut comporter une alternance entre reproduction sexuée et asexuée, phénomène appelé holocycle. Toutefois, dans certaines régions aux climats doux, certaines espèces peuvent adopter un cycle entièrement asexué (anholocycle) **(Stary, 1970)**.

En conditions favorables, notamment au printemps et en été, la reproduction parthénogénétique prédomine. Les femelles donnent naissance à des larves vivantes sans fécondation, un phénomène appelé viviparité parthénogénétique. Cette stratégie permet une croissance exponentielle des populations en un temps très court, chaque génération pouvant atteindre la maturité en quelques jours seulement selon la température (Fig. 2) **(Hodek, 2012)**.

Dans les régions tempérées, à l'approche de l'hiver, des formes sexuées apparaissent. Après accouplement, les femelles pondent des œufs résistants capables de survivre aux conditions climatiques défavorables. Au printemps, ces œufs éclosent et donnent naissance aux premières femelles fondatrices.

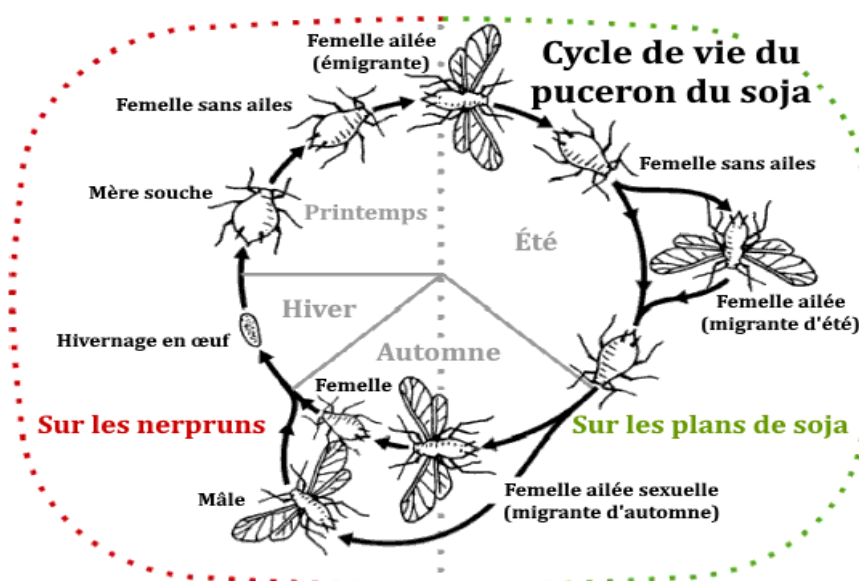


Figure 02 : Cycle de vie du puceron du soja (Dedryver *et al.*, 2010).

Chez de nombreuses espèces, il existe une alternance d'hôtes (cycle hétéroxène). La reproduction sexuée a lieu sur une plante hôte primaire, généralement ligneuse, tandis que la reproduction asexuée se déroule sur une ou plusieurs plantes hôtes secondaires, souvent herbacées. Cette alternance permet d'exploiter différentes ressources végétales au cours de l'année et favorise la dispersion géographique (Dixon, 1998).

La durée du cycle biologique dépend fortement des facteurs abiotiques, notamment la température, l'humidité et la photopériode. Cette plasticité écologique explique la capacité des pucerons à s'adapter rapidement aux changements environnementaux et à coloniser efficacement les agroécosystèmes (Altieri, 2004).

1.4. Les dégâts

Les pucerons causent des dégâts considérables aux cultures agricoles et aux plantes ornementales, tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Les dégâts directs résultent de la ponction continue de la sève élaborée (Powell, 2007). Cette alimentation entraîne un affaiblissement général de la plante, se traduisant par un jaunissement (chlorose), un enroulement des feuilles, une déformation des jeunes pousses et un ralentissement de la croissance. Dans les cas d'infestation sévère, on peut observer un flétrissement ou un dessèchement partiel des organes végétatifs (Boivin, 2012).

Au-delà des dommages directs, les pucerons sont responsables de dégâts indirects souvent plus graves. Ils sont reconnus comme vecteurs de nombreux virus phytopathogènes, qu'ils transmettent lors de leurs piqûres alimentaires. Cette transmission virale peut provoquer des maladies entraînant des pertes importantes de rendement et une dégradation de la qualité des productions (**Boivin, 2012**).

Par ailleurs, l'excrétion de miellat substance sucrée issue de l'excès de sève ingérée favorise le développement de champignons saprophytes tels que la fumagine. Cette couche noirâtre recouvrant les feuilles réduit l'activité photosynthétique, entrave la respiration des tissus végétaux et diminue la valeur commerciale des récoltes (**Dixon, 1998**).

Les infestations massives peuvent également perturber l'équilibre physiologique de la plante et favoriser l'installation d'autres ravageurs ou agents pathogènes. Ainsi, l'impact des pucerons dépasse largement la simple consommation de sève et représente un enjeu économique majeur en agriculture (**Dedryver et al., 2010**).

1.5. La lutte contre les pucerons

La lutte contre les pucerons repose traditionnellement sur l'utilisation d'insecticides chimiques. Bien que ces produits puissent offrir une efficacité immédiate, leur usage excessif entraîne plusieurs conséquences négatives, notamment le développement de résistances chez les populations de pucerons, la destruction des ennemis naturels et la contamination de l'environnement (**Dixon, 1998**).

Face à ces limites, les approches modernes privilégient la lutte intégrée (Integrated Pest Management, IPM), qui combine différentes méthodes de contrôle tout en minimisant les impacts écologiques (**Harrington, 2007**). La lutte culturale comprend des pratiques telles que la rotation des cultures, l'élimination des plantes infestées, la gestion des adventices hôtes et l'utilisation de variétés résistantes.

La lutte biologique occupe une place centrale dans cette stratégie. Elle consiste à favoriser et préserver les ennemis naturels des pucerons, notamment les coccinelles, les syrphes, les chrysopes et les parasitoïdes. L'aménagement de l'environnement agricole, par la conservation de bandes fleuries ou de plantes hôtes spontanées, contribue à maintenir ces auxiliaires dans les parcelles (**Altieri, 2004**).

La surveillance régulière des populations de pucerons et l'établissement de seuils d'intervention permettent d'éviter les traitements inutiles. Cette gestion raisonnée favorise la durabilité des systèmes agricoles, réduit la dépendance aux produits chimiques et préserve la biodiversité.

Ainsi, la compréhension approfondie de la biologie, de l'écologie et des interactions trophiques des pucerons constitue une étape essentielle pour élaborer des stratégies de lutte efficaces et respectueuses de l'environnement **(Boivin, 2012)**.

2. Les ennemis naturels

2.1. Les coccinelles

Les coccinelles constituent l'un des groupes de prédateurs les plus importants et les plus étudiés dans le cadre de la lutte biologique contre les pucerons (Fig.3). Leur efficacité prédatrice, leur large distribution géographique et leur capacité d'adaptation à divers milieux écologiques en font des auxiliaires majeurs dans les agroécosystèmes. Présentes aussi bien dans les milieux naturels que dans les cultures agricoles, elles participent activement à la régulation naturelle des populations de ravageurs, notamment des aphides (**Boivin, 2012**).

Leur rôle écologique s'inscrit dans le cadre des interactions tri-trophiques entre les plantes, les pucerons et leurs ennemis naturels. En se nourrissant de pucerons installés sur différentes plantes hôtes, les coccinelles contribuent au maintien de l'équilibre biologique et à la réduction des pullulations susceptibles d'entraîner des pertes économiques importantes. Leur présence dans un écosystème est souvent considérée comme un indicateur de biodiversité fonctionnelle et de stabilité écologique (**Godfray, 1994**).



Figure 03 : Coccinelle à sept points (Sirugue, 2016)

2.1.1. Systématique

Les coccinelles appartiennent à l'ordre des Coléoptères, qui constitue l'un des ordres les plus diversifiés du règne animal. Les Coléoptères se caractérisent principalement par la présence d'ailes antérieures sclérifiées appelées élytres, qui protègent les ailes postérieures membraneuses utilisées pour le vol. Au sein de cet ordre, les coccinelles sont classées dans la famille des Coccinellidae (**Hodek, 2012**).

La famille des Coccinellidae regroupe plusieurs milliers d'espèces réparties à travers le monde. Bien que certaines espèces soient phytophages ou mycophages, la majorité est prédatrice, avec une spécialisation marquée pour la consommation de pucerons (espèces aphidophages) **(Rotheray, 2011)**. Cette diversité systématique reflète une grande plasticité écologique, permettant aux coccinelles de s'adapter à différents habitats, climats et types de végétation.

La classification des coccinelles repose sur des critères morphologiques tels que la forme du corps, la coloration, le nombre et la disposition des taches sur les élytres, ainsi que sur des caractéristiques anatomiques plus fines observées au niveau des pièces buccales et des organes reproducteurs. Certaines espèces présentent une grande variabilité phénotypique, ce qui peut compliquer leur identification taxonomique **(Altieri, 2004)**.

2.1.2 Morphologie

Les coccinelles adultes se caractérisent par un corps généralement arrondi ou hémisphérique, de petite taille, mesurant en moyenne entre 3 et 8 mm selon les espèces. Leur morphologie compacte leur confère une certaine protection contre les agressions extérieures. Les élytres, souvent brillants et colorés, arborent des teintes vives telles que le rouge, l'orange ou le jaune, ornées de taches noires ou parfois inversement colorées **(Boivin, 2012)** (Fig.4).

Ces colorations vives constituent un phénomène d'aposématisme, servant de signal d'avertissement aux prédateurs potentiels. En effet, les coccinelles sont capables de sécréter, au niveau des articulations des pattes, une substance alcaloïde toxique et malodorante lorsqu'elles sont menacées, renforçant ainsi leur mécanisme de défense **(Dixon, 1998)**.

La tête est partiellement dissimulée sous le pronotum, et les antennes sont relativement courtes. L'appareil buccal est de type broyeur, parfaitement adapté à la consommation de proies à cuticule molle comme les pucerons **(Boivin, 2012)**.

Les larves présentent une morphologie très différente de celle des adultes. Elles sont allongées, segmentées et souvent de couleur sombre avec des marques orangées ou jaunâtres. Leur apparence, parfois comparée à celle de petits alligators, est adaptée à un mode de vie prédateur actif. Les larves sont mobiles, voraces et jouent un rôle déterminant dans la réduction des populations de pucerons **(Boivin, 2012)**.

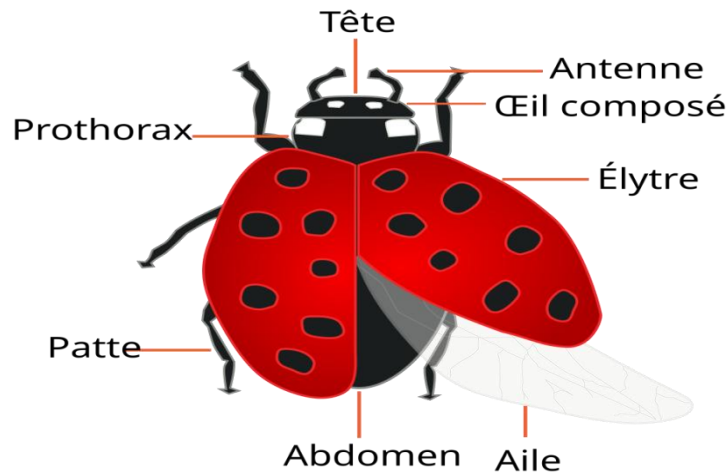


Figure 04 : Anatomie de coccinelle (Boivin, 2012).

2.1.3. Cycle de vie et biologie

Le cycle de développement des coccinelles est holométabole, c'est-à-dire qu'il comporte une métamorphose complète avec quatre stades distincts : œuf, larve, nymphe (ou pupa) et adulte.

La femelle pond ses œufs en groupes, généralement à proximité immédiate des colonies de pucerons, garantissant ainsi une source de nourriture abondante dès l'éclosion des larves. Le nombre d'œufs pondus varie selon l'espèce, la disponibilité en proies et les conditions environnementales (Boivin, 2012).

Après l'éclosion, les larves traversent plusieurs stades larvaires successifs, durant lesquels leur activité prédatrice est intense. Elles consomment une quantité importante de pucerons afin d'assurer leur croissance rapide. À l'issue de cette phase, la larve se fixe sur un support végétal et se transforme en nymphe. Cette phase immobile marque la transition vers le stade adulte.

La durée totale du cycle de vie dépend fortement des conditions climatiques, notamment de la température. En période favorable, le développement peut être relativement rapide, permettant plusieurs générations par an. En revanche, durant les saisons froides ou en cas de pénurie alimentaire, les coccinelles peuvent entrer en diapause, un état de dormance physiologique leur permettant de survivre jusqu'au retour de conditions favorables (Altieri, 2004).

2.1.4 Alimentation

Les coccinelles sont principalement aphidiphages, ce qui signifie qu'elles se nourrissent essentiellement de pucerons. Cette spécialisation alimentaire en fait des agents biologiques particulièrement efficaces dans la régulation des populations aphidiennes.

La capacité de prédation des coccinelles est remarquable. Une seule larve peut consommer plusieurs dizaines de pucerons par jour, et au cours de son développement complet, elle peut en détruire plusieurs centaines. Les adultes, quant à eux, continuent à se nourrir activement et peuvent consommer une quantité importante de proies tout au long de leur vie (**Arvalis, 2019**).

Cependant, en cas de rareté des pucerons, certaines espèces peuvent adopter un régime alimentaire plus diversifié, incluant du pollen, du nectar ou d'autres petits insectes. Cette flexibilité alimentaire contribue à leur survie lorsque les populations de pucerons diminuent, tout en leur permettant de se maintenir dans l'écosystème (**Dixon, 1998**).

L'efficacité alimentaire des coccinelles dépend de plusieurs facteurs, notamment la densité des colonies de pucerons, la structure de la plante hôte et les conditions climatiques. Dans le contexte des interactions tri-trophiques, la qualité de la plante hôte influence indirectement la performance des coccinelles en affectant la qualité nutritionnelle des pucerons (**Hodek, 2012**).

Ainsi, les coccinelles occupent une place centrale dans les stratégies de lutte biologique et dans la compréhension des réseaux trophiques associant plantes, pucerons et prédateurs. Leur étude approfondie permet d'optimiser les pratiques agricoles durables et de renforcer les mécanismes naturels de régulation.

2.2. Les syrphes

Les syrphes constituent un groupe d'insectes auxiliaires d'une importance capitale dans les agroécosystèmes. Appartenant à l'ordre des Diptères, ils occupent une place stratégique dans les interactions tri-trophiques reliant la plante hôte, les pucerons phytophages et leurs ennemis naturels. Bien que les adultes soient souvent confondus avec des abeilles ou des guêpes en raison de leur coloration vive et de leurs motifs rayés, ils sont totalement inoffensifs et ne possèdent ni dard ni comportement agressif (**Dixon, 1998**) (**Fig. 5**). Cette

ressemblance relève d'un phénomène adaptatif appelé mimétisme batésien, qui leur permet d'échapper à de nombreux prédateurs.

L'intérêt écologique des syrphes réside principalement dans le rôle prédateur exercé par leurs larves, lesquelles sont particulièrement efficaces dans la régulation des colonies de pucerons. Leur présence dans les milieux agricoles contribue significativement à la réduction naturelle des infestations, limitant ainsi le recours aux traitements chimiques. De plus, les adultes participent activement à la pollinisation en visitant les fleurs pour se nourrir de nectar et de pollen, ce qui renforce leur double rôle bénéfique dans les systèmes de production.(Yuan et al.,2022).



Figure 05 : Un syrphe (*Episyrphus balteatus*) (Dixon, 1998).

2.2.1 Systématique

Les syrphes appartiennent à l'ordre des Diptères, caractérisé par la présence d'une seule paire d'ailes fonctionnelles. La seconde paire est transformée en organes appelés haltères, jouant un rôle essentiel dans l'équilibre et la stabilité du vol. Ils sont classés dans la famille des Syrphidae, une famille très diversifiée comprenant plusieurs milliers d'espèces réparties dans différentes régions biogéographiques.

La famille des Syrphidae présente une grande hétérogénéité écologique. Certaines espèces sont strictement aphidiphages au stade larvaire et sont directement impliquées dans la lutte biologique contre les pucerons. D'autres espèces peuvent être saprophages (se nourrissant de matière organique en décomposition) ou phytophages à l'état larvaire.

Toutefois, les espèces prédatrices de pucerons sont les plus étudiées dans le contexte agricole. **(Dixon, 1998).**

La classification taxonomique des syrphes repose sur plusieurs critères morphologiques précis, notamment la nervation alaire spécifique, la structure des antennes (généralement courtes et composées de trois articles), la disposition des soies thoraciques ainsi que la morphologie des genitalia chez les adultes. Les techniques modernes d'identification incluent également des approches moléculaires permettant une meilleure discrimination entre espèces morphologiquement proches **(Altieri, 2004).**

2.2.2 Morphologie

Les syrphes adultes présentent un corps élancé et relativement allongé, avec une taille variant généralement entre 5 et 15 mm selon l'espèce. Leur coloration est souvent constituée de bandes alternées jaunes et noires, imitant celles des hyménoptères sociaux. Ce mimétisme batésien constitue un mécanisme de défense efficace contre les prédateurs, en exploitant la crainte associée aux insectes piqueurs (Fig. 6) **(Gerhardt & Hribar, 2019).**

Ils possèdent de grands yeux composés occupant une grande partie de la tête, particulièrement développés chez les mâles où ils peuvent se rejoindre au sommet (yeux holoptiques). Ces yeux assurent une excellente vision, essentielle pour la localisation des fleurs et des partenaires sexuels. Les antennes sont courtes, typiques des Diptères, et jouent un rôle sensoriel important. **(Rotheray & Gilbert, 2011).**

Les ailes sont transparentes avec une nervation caractéristique, notamment la présence d'une fausse veine (vena spuria) propre aux Syrphidae, utilisée comme critère d'identification. Les adultes sont capables d'un vol extrêmement précis, incluant le vol stationnaire, qui leur permet d'inspecter les plantes avant la ponte **(Hodek, 2012).**

Les larves présentent une morphologie totalement différente de celle des adultes. Elles sont apodes (dépourvues de pattes), allongées, souvent fusiformes et de coloration variable allant du blanc translucide au verdâtre. Leur corps mou leur permet de se faufiler au sein des colonies de pucerons. Elles possèdent des crochets buccaux puissants, adaptés à la capture et à la consommation des proies. Leur mobilité lente est compensée par leur capacité à détecter chimiquement les colonies de pucerons **(Boivin, 2012).**

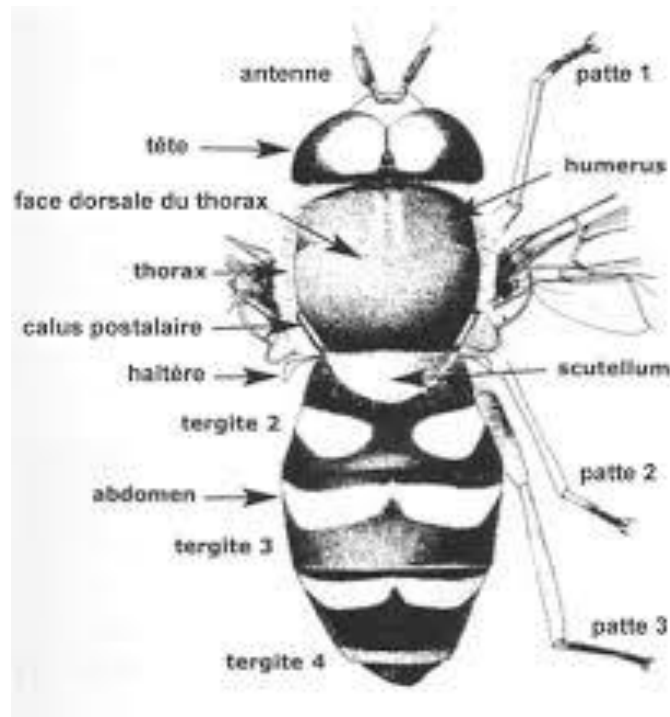


Figure 06 : anatomie de syrpe (Boivin, 2012).

2.2.3 Cycle de vie et biologie

Le cycle biologique des syrphes est holométabole et comprend quatre stades distincts : œuf, larve, pupa et adulte (**Gullan & Cranston, 2014**). La reproduction est étroitement liée à la présence de colonies de pucerons. Les femelles adultes localisent les foyers d'infestation grâce aux signaux chimiques émis par les plantes attaquées (composés organiques volatils) ainsi qu'aux sécrétions des pucerons (**Verheggen et al., 2008**).

Les œufs sont pondus isolément ou en petits groupes à proximité immédiate des colonies, assurant ainsi une disponibilité alimentaire immédiate après l'éclosion. Les œufs sont généralement allongés, blanchâtres et mesurent environ 1 mm (**Rotheray, 1993**).

Après l'éclosion, la larve commence immédiatement son activité prédatrice. Le stade larvaire comprend généralement trois instars successifs. Cette phase constitue la période d'impact maximal sur les populations de pucerons. Une larve peut consommer une quantité considérable de proies durant son développement (**Godfray, 1994**).

À la fin du stade larvaire, l'individu se fixe sur un support végétal et se transforme en puppe. La puppe est souvent de forme ovale, fixée sur la feuille ou la tige. La métamorphose interne aboutit à l'émergence de l'adulte.

La durée totale du cycle dépend fortement des conditions climatiques, notamment de la température. Des températures modérées accélèrent le développement, tandis que des conditions défavorables peuvent le ralentir. Certaines espèces peuvent produire plusieurs générations par an, favorisant ainsi une régulation continue des pucerons (**Altieri, 2004**).

Les adultes ont une longévité variable et leur activité est fortement influencée par la disponibilité en ressources florales. Leur présence est donc intimement liée à la diversité végétale du milieu (**van Rijn et al., 2013**).

2.2.4 Alimentation

L'alimentation des syrphes diffère selon le stade de développement. Les larves sont strictement prédatrices pour les espèces aphidiphages. Elles localisent leurs proies par contact et par détection chimique. Une fois le puceron saisi avec les crochets buccaux, la larve injecte des enzymes digestives qui liquéfient les tissus internes, puis aspire le contenu corporel. Ce mode d'alimentation assure une efficacité élevée (**Hodek, 2012**).

Une seule larve peut consommer plusieurs centaines de pucerons au cours de son développement, ce qui en fait un auxiliaire de grande valeur en lutte biologique. Leur action est particulièrement importante en début d'infestation, où elles peuvent limiter l'expansion rapide des colonies. (**Tenhumberg & Poehling, 1995**).

Les adultes, en revanche, se nourrissent principalement de nectar et de pollen. Le nectar leur fournit l'énergie nécessaire au vol et aux activités reproductrices, tandis que le pollen constitue une source essentielle de protéines favorisant la maturation ovarienne chez les femelles. Cette dépendance aux ressources florales souligne l'importance de la biodiversité végétale et de la présence de bandes fleuries dans les systèmes agricoles (**Dixon, 1998**).

Ainsi, les syrphes occupent une position stratégique dans les interactions tri-trophiques :

- Au stade larvaire, ils agissent comme régulateurs directs des pucerons.

- Au stade adulte, ils participent à la pollinisation et dépendent des ressources végétales, établissant un lien étroit entre la plante et le prédateur.

Cette double fonction écologique renforce leur importance dans les stratégies de gestion intégrée des ravageurs et justifie leur valorisation dans les programmes de lutte biologique durable (**Godfray, 1994**).

2.3. Les chrysopes

Les chrysopes constituent l'un des groupes d'auxiliaires les plus efficaces et les plus étudiés dans le cadre de la lutte biologique contre les pucerons et autres insectes ravageurs à corps mou. Elles occupent une place stratégique dans les agroécosystèmes en tant que prédateurs généralistes, capables de s'adapter à différentes conditions environnementales et à une diversité de proies.

Leur importance écologique réside principalement dans la voracité exceptionnelle de leurs larves, qui peuvent exercer une pression de prédation significative sur les populations de pucerons. Grâce à leur efficacité prédatrice, les chrysopes contribuent activement à la régulation naturelle des ravageurs et à la réduction du recours aux insecticides chimiques. Elles s'inscrivent ainsi pleinement dans les stratégies de gestion intégrée des ennemis des cultures (**Hodek et al., 2012**).

2.3.1 Systématique

Les chrysopes appartiennent à l'ordre des Névroptères (Neuroptera), un ordre d'insectes caractérisé par des ailes membraneuses richement nervurées. Elles sont classées principalement dans la famille des Chrysopidae, qui regroupe plusieurs centaines d'espèces largement distribuées dans les régions tempérées, subtropicales et tropicales.

L'ordre des Névroptères se distingue par la complexité de la nervation alaire, formant un réseau dense de veines transversales et longitudinales. Cette caractéristique constitue un critère taxonomique essentiel pour l'identification des espèces. Chez les Chrysopidae, la nervation est fine et régulière, conférant aux ailes une apparence délicate et translucide. (**Hodek, 2012**).

La classification systématique des chrysopes repose également sur la morphologie des pièces buccales, la structure des antennes filiformes, la disposition des soies et les caractéristiques génitales. Les méthodes modernes d'identification incluent des analyses morphométriques et moléculaires, permettant une meilleure compréhension des relations phylogénétiques entre espèces.

La famille des Chrysopidae comprend des espèces strictement prédatrices, dont certaines sont particulièrement spécialisées dans la consommation de pucerons, tandis que d'autres adoptent un régime plus généraliste incluant divers arthropodes de petite taille.

Leur classification repose sur des critères liés à la nervation alaire très développée, caractéristique des Névroptères, ainsi qu'à la structure des pièces buccales (**Boivin, 2012**).

2.3.2 Morphologie

Les adultes de chrysopes présentent une morphologie élancée et gracieuse. Leur corps est généralement de couleur verte, bien que certaines espèces puissent présenter des variations brunâtres selon la saison. Cette coloration verte leur permet de se camoufler efficacement dans la végétation (Fig. 7).

Les ailes sont larges, transparentes et finement nervurées, avec une texture délicate et légèrement brillante. Elles sont maintenues en position de toit au repos. La richesse de la nervation alaire constitue une caractéristique emblématique des Névroptères et facilite leur identification (**Altieri, 2004**).



Figuer 07 : Une « chrysope verte » (*Chrysoperla carnea*) (Godfray, 1994).

Elle se caractérise également par de grands yeux composés de couleur cuivrée ou dorée, ainsi que par de longues antennes fines et filiformes, qui jouent un rôle sensoriel dans la perception de l'environnement.

Quant aux larves, elles se caractérisent par une forme allongée et fuselée ; elles sont généralement grises ou brunes et dotées de puissantes mandibules en forme de faucille qu'elles utilisent pour injecter des enzymes digestives dans leurs proies avant de les aspirer. En raison de leur férocité et de leur efficacité dans la chasse, on les appelle « les lions des pucerons ». (Hodek et al., 2012),

2.3.3 Cycle de vie et biologie

Le cycle biologique des chrysopes est holométabole et comprend quatre stades distincts : œuf, larve, nymphe (ou puppe) et adulte. La reproduction est étroitement liée à la disponibilité en proies et aux conditions climatiques.

Les œufs sont pondus individuellement sur la face inférieure des feuilles, au sommet d'un long pédoncule soyeux sécrété par la femelle. Cette adaptation remarquable permet de réduire le cannibalisme entre les larves nouvellement écloses, car celles-ci sont naturellement prédatrices et peuvent s'attaquer entre elles en absence de proies (Godfray, 1994).

Après l'éclosion, la larve entre immédiatement dans une phase active de prédation. Le stade larvaire comprend généralement trois instars successifs, au cours desquels la larve

augmente considérablement de taille. Cette phase représente la période de plus grande consommation de pucerons et constitue le stade le plus déterminant du point de vue de la lutte biologique.

À la fin du développement larvaire, la larve tisse un cocon sphérique de soie, souvent fixé à la végétation, à l'intérieur duquel elle se transforme en nymphe. Ce stade immobile correspond à une phase de réorganisation interne aboutissant à l'émergence de l'adulte ailé **(Burgio et al., 2024)**.

La durée du cycle dépend fortement de la température et de la disponibilité alimentaire. Dans des conditions favorables, plusieurs générations peuvent se succéder au cours d'une même saison culturale, assurant ainsi une pression continue sur les populations de pucerons **(Hopper & Mills, 2020)**.

Les adultes, selon les espèces, peuvent être prédateurs ou se nourrir principalement de nectar, de pollen et de miellat. Cette plasticité alimentaire favorise leur survie en période de faible densité de proies **(Dixon, 1998)**.

2.3.4 Alimentation

L'alimentation des chrysopes varie selon le stade de développement. Les larves sont extrêmement voraces et se nourrissent principalement de pucerons, mais également d'autres insectes à corps mou tels que les cochenilles, les thrips, les acariens et les œufs de divers ravageurs.

Une seule larve peut consommer un nombre très élevé de pucerons au cours de son développement, ce qui en fait un auxiliaire particulièrement efficace dans les foyers d'infestation. Leur action peut réduire significativement la croissance exponentielle des colonies **(Hodek, 2012)**.

Les adultes, selon les espèces, adoptent un régime alimentaire plus varié. Beaucoup consomment principalement du nectar, du pollen et du miellat, ce qui leur fournit l'énergie nécessaire au vol et à la reproduction. Certaines espèces adultes peuvent toutefois conserver un comportement prédateur **(Laubertie et al., 2012)**.

La dépendance des adultes aux ressources florales souligne l'importance de la diversification végétale dans les agroécosystèmes. La présence de plantes fleuries favorise leur installation et leur reproduction, renforçant ainsi leur rôle dans les interactions tri-trophiques (**Hodek, 2012**).

2.4. Les parasitoïdes primaires

Les parasitoïdes primaires représentent l'un des groupes d'ennemis naturels les plus spécialisés et les plus efficaces dans la régulation des populations de pucerons. Contrairement aux prédateurs généralistes qui consomment un grand nombre de proies au cours de leur développement, les parasitoïdes adoptent une stratégie biologique différente : chaque individu se développe aux dépens d'un seul hôte, qu'il finit inévitablement par tuer. Cette relation intime et hautement spécifique entre le parasitoïde et son hôte s'inscrit pleinement dans le cadre des interactions tri-trophiques plante–puceron–ennemi naturel. En effet, la plante infestée émet des signaux chimiques (composés organiques volatils) qui attirent les parasitoïdes, renforçant ainsi le contrôle biologique naturel au sein de l'agroécosystème (**Altieri, 2004**).

Les parasitoïdes primaires jouent donc un rôle fondamental dans le maintien de l'équilibre écologique. Leur action est souvent discrète mais extrêmement efficace, car elle agit de manière ciblée sur les colonies de pucerons, limitant leur croissance démographique sans perturber excessivement les autres composantes de la faune auxiliaire.

2.4.1 Systématique

Les parasitoïdes des pucerons appartiennent principalement à l'ordre des Hyménoptères, en particulier aux familles des Braconidae (sous-famille des Aphidiinae) et des Aphelinidae. Les Aphidiinae sont les plus étudiés et les plus utilisés en lutte biologique en raison de leur forte spécialisation vis-à-vis des pucerons. Certaines espèces sont très spécifiques à un seul type de puceron, tandis que d'autres ont un spectre d'hôtes plus large. Cette spécificité permet un contrôle efficace et ciblé des ravageurs sans nuire aux insectes utiles. Leur classification repose sur des critères morphologiques précis, complétés aujourd'hui par des analyses moléculaires qui améliorent la compréhension de leurs relations évolutives (**Dixon, 1998**).

2.4.2 Morphologie

Les parasitoïdes primaires des pucerons sont des insectes de très petite taille, généralement compris entre 1 et 5 millimètres. Leur corps est fin, allongé et souvent de coloration sombre ou brunâtre. Malgré leur taille réduite, ils présentent une organisation morphologique très spécialisée adaptée à leur mode de vie endoparasitaire. **(Stary & Rehman, 2017).**

Les antennes sont bien développées et jouent un rôle sensoriel essentiel. Elles permettent à la femelle de détecter les signaux chimiques émis par la plante hôte ou par les pucerons eux-mêmes. Cette capacité de détection fine est déterminante pour localiser les colonies de pucerons avec précision. **(Blande & Pickett, 2012).**

L'ovipositeur constitue l'organe clé de la femelle parasitoïde. Il s'agit d'une structure fine et allongée, parfois légèrement arquée, qui permet d'insérer un œuf à l'intérieur du corps du puceron. L'acte de ponte est rapide mais extrêmement précis. Après la ponte, aucun signe extérieur immédiat ne permet de distinguer un puceron parasité d'un puceron sain. **(Stireman et al., 2023).**

Au fur et à mesure du développement larvaire, le puceron parasité subit des transformations morphologiques profondes. Il cesse de s'alimenter, gonfle progressivement et prend une coloration caractéristique (jaunâtre, brune ou noire selon l'espèce du parasitoïde). Il se transforme alors en « momie », enveloppe protectrice rigide à l'intérieur de laquelle la larve du parasitoïde achève son développement. Cette momification constitue un indicateur visible du taux de parasitisme dans une colonie de pucerons. **(Hodek, 2012).**

2.4.3 Cycle de vie et biologie

Le cycle biologique des parasitoïdes primaires est étroitement synchronisé avec celui de leurs hôtes. La femelle adulte commence par rechercher activement une colonie de pucerons. Cette localisation repose sur une combinaison de signaux visuels, tactiles et surtout chimiques. Les plantes infestées émettent des composés volatils spécifiques qui attirent les parasitoïdes, illustrant parfaitement l'importance des interactions tri-trophiques **(Adams et al., 2024).**

Une fois la colonie localisée, la femelle examine les pucerons à l'aide de ses antennes afin d'évaluer leur adéquation comme hôtes. Elle insère ensuite un œuf unique à l'intérieur du corps du puceron. Dans certains cas, elle peut également injecter des substances régulatrices qui modifient la physiologie de l'hôte afin de favoriser le développement larvaire. **(Heimpel et Wäckers, 2006; Stireman et al., 2023).**

Après l'éclosion, la larve se développe en consommant progressivement les tissus internes du puceron. Elle évite dans un premier temps les organes vitaux afin de maintenir l'hôte en vie le plus longtemps possible, garantissant ainsi une ressource alimentaire fraîche et stable. Finalement, la destruction des organes internes entraîne la mort du puceron et sa transformation en momie. **(Godfray, 1994).**

La nymphose se déroule à l'intérieur de cette momie. L'adulte émerge en perçant un trou circulaire caractéristique dans l'exosquelette durci du puceron. La durée totale du cycle dépend fortement des conditions environnementales, notamment de la température et de l'humidité. **(Colignon et Hance, 2010).**

Chapitre II : Région d'étude

Ce chapitre présente les principales caractéristiques géographiques et climatiques de la région d'étude, en mettant en évidence les éléments naturels, topographiques et météorologiques qui influencent son environnement.

1. Présentation générale de la wilaya de Tissemsilt

Suite à la réorganisation administrative de 1985, la wilaya de Tissemsilt a été créée. Située au nord-ouest de l'Algérie, elle est connue par le massif de l'Ouarsenis qui couvre une grande partie de son territoire. La wilaya se caractérise par un relief varié, un climat favorable et d'importantes ressources naturelles, notamment les forêts et les terres agricoles, qui contribuent au développement des activités agricoles et de l'élevage. Grâce à ces atouts naturels, Tissemsilt occupe une place importante dans le secteur agricole de la région (**ANDI, 2013**).

2. Situation géographique

La wilaya de Tissemsilt s'étend sur une superficie de 3 173 km² et est bordée par six autres wilayas (**Fig. 08**). Elle est située dans le quart nord-ouest de l'Algérie, à environ 170 km de la capitale Alger et à environ 215 km à l'est de la ville d'Oran (**Nicolas, 2016**). Ses coordonnées géographiques s'étendent entre les longitudes 1°18' et 2°18' est et les latitudes 35°32' et 36°00'.

La wilaya de Tissemsilt se trouve également à environ de 80 kilomètres de la côte méditerranéenne. Cette province est divisée en 22 communes, caractérisés par un relief varié et une série de montagnes et de vallées montagneuses, ce qui confère à cette région une grande diversité environnementale et climatique (**ANDI, 2013**).

2.1. Relief

La wilaya de Tissemsilt présente trois zones distinctes qui composent ses caractéristiques géomorphologiques :

- 65 % de zone montagneuse.
- 25 % de hautes plaines.
- 10 % de pâturages.

Le sommet le plus élevé est Sidi Amar (Ouarsenis), qui atteint une altitude de 1 983 mètres. L'altitude la plus faible est celle de Koudit El Yachine, située au nord d'Azharia, qui s'élève à environ 389 mètres (**ANDI, 2013**).



Figure 08 : Carte géographique de wilaya Tissemsilt (ANDI.2024).

3. Caractéristiques climatiques de la wilaya de Tissemsilt

Le climat est un facteur important qui joue un rôle essentiel dans la répartition de la faune et de la flore (Yoccoze et al., 2010). Brodeur et al. (2013), rapportent que le climat détermine les interactions entre les plantes, les insectes nuisibles et leurs ennemis naturels. Il agit également sur le nombre de générations annuelles, la distribution géographique ainsi que sur l'abondance des arthropodes présents dans les écosystèmes agricoles (Hufty, 2001).

3.1. La température :

L'étude de la température constitue un facteur fondamental, puisqu'elle intervient dans la régulation de divers processus biologiques et environnementaux, tels que la photosynthèse, la transpiration et l'évaporation, la reproduction des insectes, la croissance des végétaux ainsi que la distribution des espèces animales au sein de la biosphère (Ramade, 1984 ; 2003).

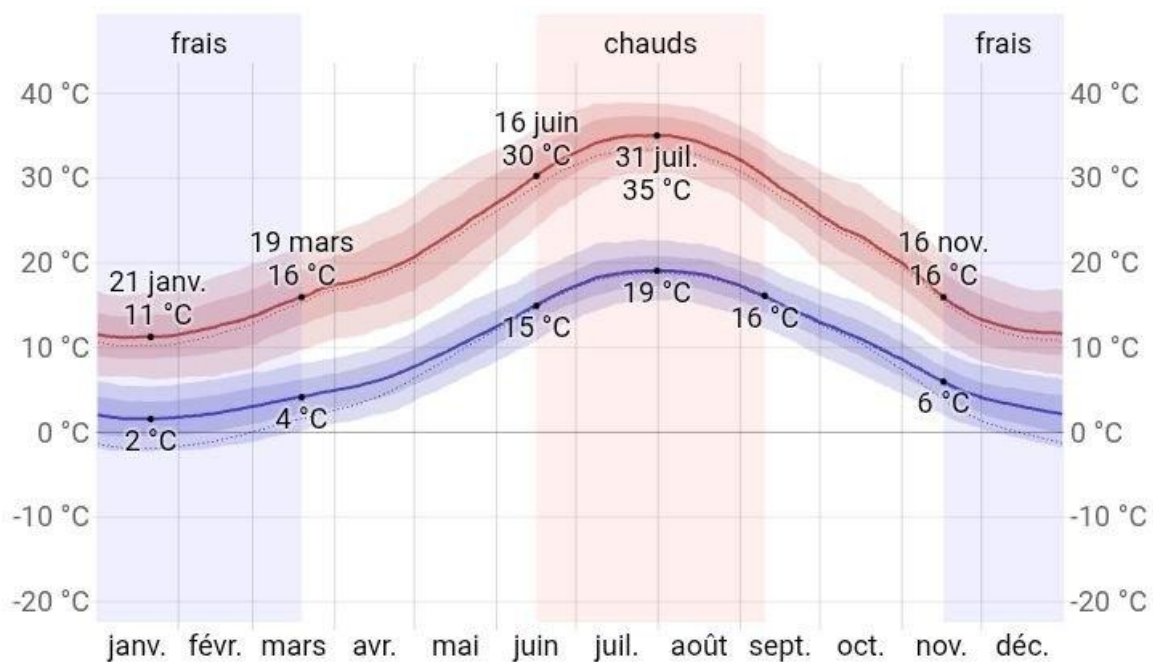


Figure 09 : La température moyenne quotidienne maximale (ligne rouge) et minimale (ligne bleue) à Tissemsilt (Anonyme, 2026).

Le graphique de la figure 09 une variation saisonnière des températures, les valeurs les plus basses étant enregistrées en janvier et en décembre (hiver), avec une température minimale de 2 °C et une température maximale de 11 °C en mois de janvier. Par la suite, la température commence à augmenter progressivement (printemps). En revanche, les températures les plus élevées sont enregistrées pendant l'été (juin, juillet et août), avec un pic en juillet où la température atteint 35 °C au maximum et 19 °C au minimum, ce qui confère un climat sec et chaud. Ensuite, les températures commencent à baisser (automne).

3.2. La précipitation

Les précipitations constituent un élément essentiel déterminant le climat, car elles sont une composante clé qui influence la fertilité des sols et, par conséquent, le développement des végétaux dans la région considérée. Ainsi, en présence de pluies abondantes dans la région, on peut assurément anticiper une production végétale de grande qualité (Sefrani et Adjaz, 2022).

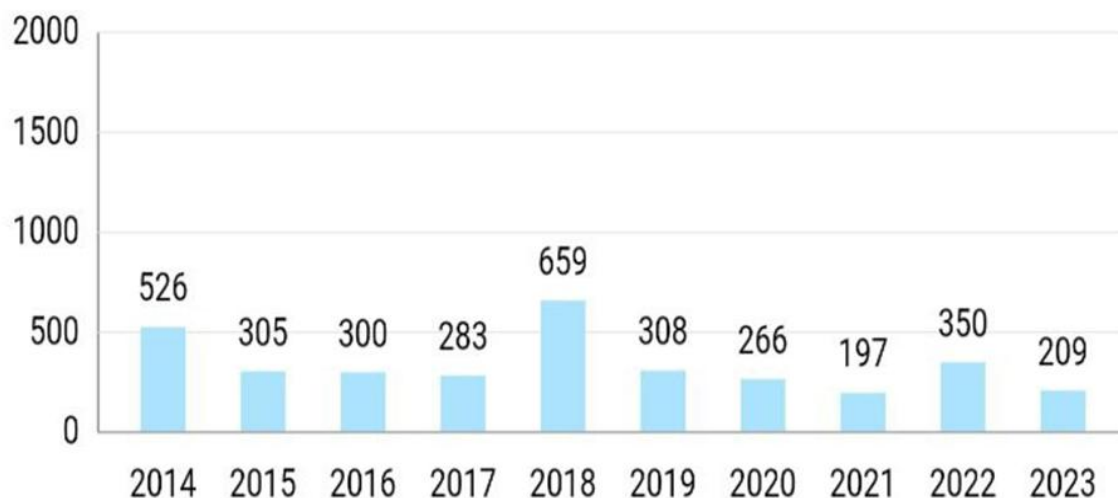


Figure 10 : les précipitations annuelles totales à Tissemsilt, en Algérie, au cours des dernières années 2014-2023 (Anonyme, 2026).

Les précipitations annuelles moyennes varient généralement entre 300 et 600 mm, avec des quantités plus importantes dans les régions montagneuses élevées, telles que le mont Al-Wanchris, où les précipitations ont lieu en hiver et en automne, tandis qu'en été, elles sont très faibles. La région est également connue pour ses chutes de neige en hiver dans les zones élevées, ce qui a une incidence sur le régime hydrologique et la couverture végétale de la région.

3.3. Humidité relative :

Dans la zone examinée, l'humidité a un impact direct sur le bilan hydrique, l'évaporation, la transpiration et la croissance des plantes. C'est pour cette raison qu'elle est jugée cruciale pour l'analyse climatique d'une région (**Larcher, 2003**).

Tableau 01:Humidité relative moyenne mensuelle à Tissemsilt, en Algérie pour l'année 2020 (Anonyme, 2026).

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aou t	Sep	Oct	Nov	Dec
Humidité Moyenne %	63	56	67	68	46	37	26	27	42	46	55	75

Le tableau 01 présente l'humidité moyenne mensuelle pour l'année 2020 . Celle-ci s'élève à 63 % au mois de janvier; c'est au mois de juillet que l'on observe le niveau le plus bas 26 %.

4.Synthèse climatique

4.1. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme ombrothermique , selon la méthode de Bagnouls et Gaussen (1953), permet de déterminer les mois secs et les mois humides à l'aide de l'équation suivante : $P \leq 2T$.

- P (mm) : Précipitations mensuelles moyennes
- T (°C) : Température mensuelle moyenne

Selon ces données, un mois est considéré comme biologiquement sec lorsque le total des précipitations est inférieur ou égal au double de la température, c'est-à-dire $P \leq 2T$. (**Ozenda, 1982**).

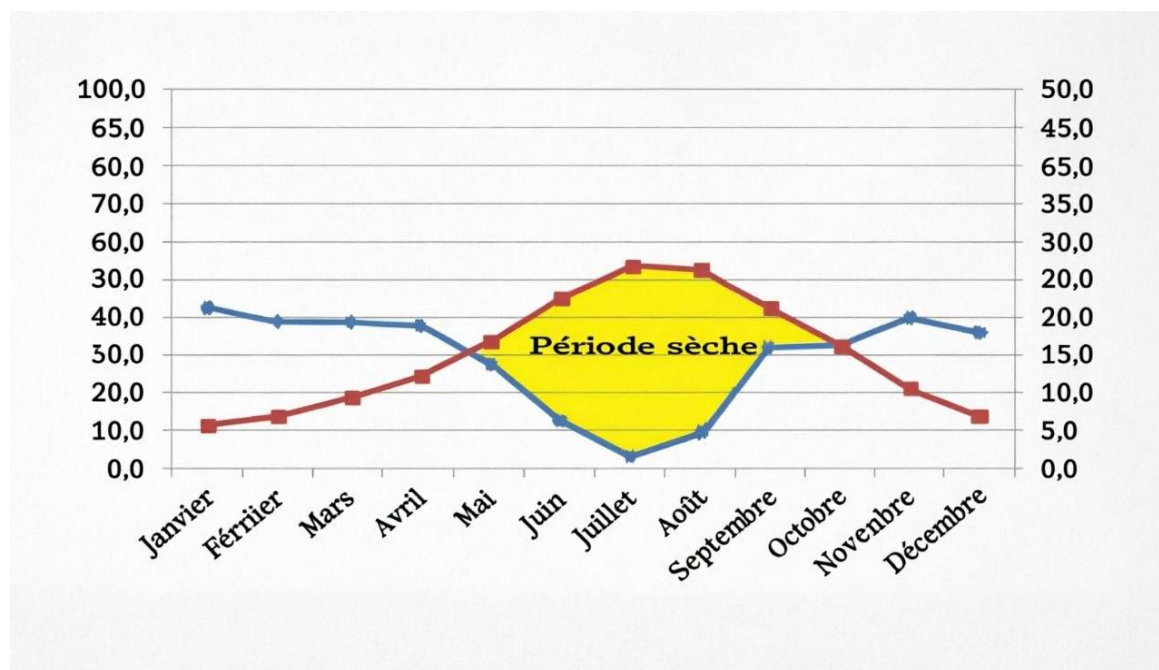


Figure 11 : Diagramme ombrothermique de la wilaya de Tissemsilt (1984-2018).
(Bounouira, 2020) .

D'après le diagramme ombrothermique (Fig. 11), la période de sécheresse s'étend sur cinq mois, de mi-mai à mi-octobre, tandis que la saison des pluies s'étend d'octobre à avril, les mois les plus secs étant juin, juillet et août.

4.2. Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger

Quotient pluviométrique d'Emberger est l'un des principaux indicateurs bioclimatiques permettant de classer les régions climatiques, en établissant un lien entre la quantité de précipitations et la température, ce qui permet de classer la zone étudiée comme sèche ou humide. (Emberger, 1955)

En nous appuyant sur les méthodes d'Emberger (1955) et de Stewart (1969), nous avons pu calculer Q2 et sommes parvenus aux résultats suivants :

$$Q2 = \frac{2000 \times P}{M^2 - m^2}$$

M:moyenne du maxima du mois le plus chaud en degré absolu °K.

m : moyenne du minima du mois le plus froid en degré absolu °K.

P : précipitation annuelle en mm.

Tableau 02 : Quotient pluviothermique d'Emberger Période(1984-2018).

P	350
M	35,03
m	1,06
Q2	35,4

D'après les résultats obtenus et la(fig 2), il apparaît que la valeur de Q2 pour la période (1984-2018) de la région de Tissemsilt a été estimée à 35,4. On constate ainsi que la classification bioclimatique de la région a connu une évolution, passant d'un climat semi-humide en milieu d'hiver à un climat semi-aride en fin d'hiver.

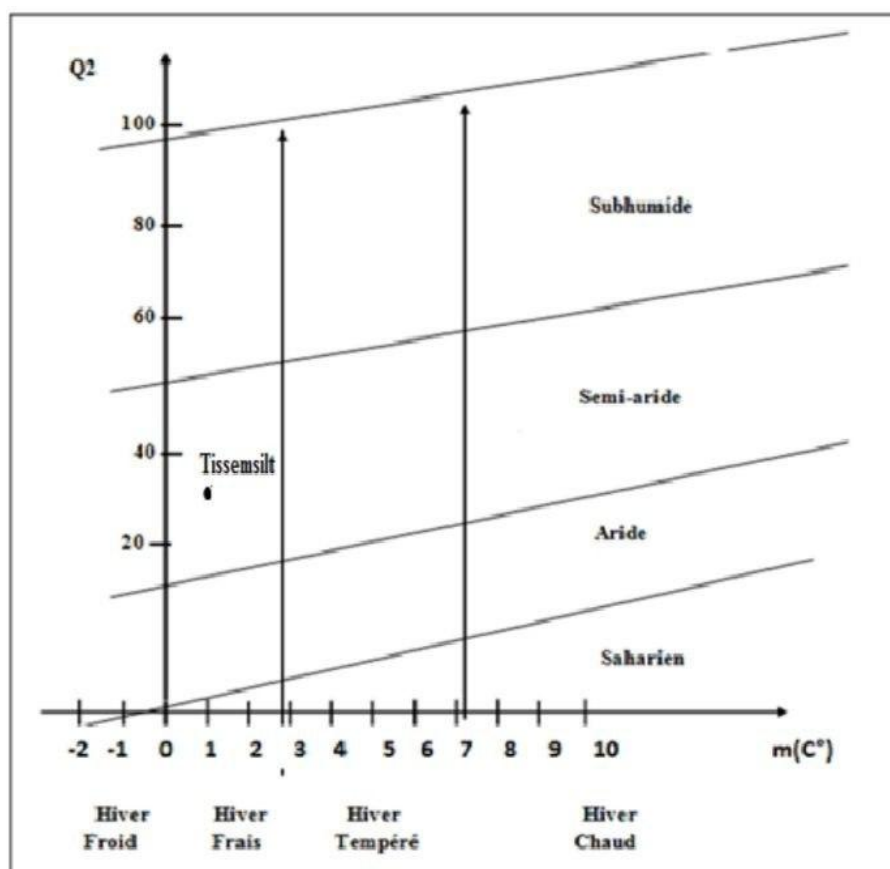


Figure 12 : Climagramme pluviothermique d'Emberger (Q2) de la période (1984-2018).

Chapitre III : Matériel et méthodes

Ce chapitre a pour objectif de présenter le matériel ainsi que les méthodes employées et la démarche suivie pour étudier les interactions tri-trophiques entre les pucerons et leurs ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes) sur les plantes hôtes dans la région de Tissemsilt.

1. Matériel

1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est formée de plantes entières ou seulement des organes portant des colonies aphidiennes. Ces plantes sont collectées à partir du milieu agricole ou urbain de la nature de la région de Tissemsilt (Fig 13).

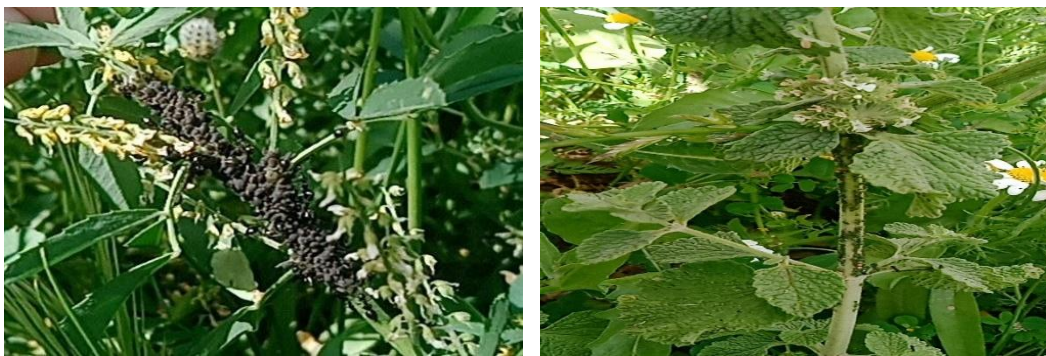


Figure 13 : Plantes hôtes infestées par le puceron et ennemis naturel.

1.2. Matériel animal

L'ensemble des pucerons trouvés séparément ou sous forme de colonies sur les différentes plantes spontanées prospectées dans le milieu naturel et agricole de la région de Tissemsilt ont été collectés. L'ensemble des ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes), que ce soit à l'état adulte ou larvaire ont été également collectés (Fig 14).

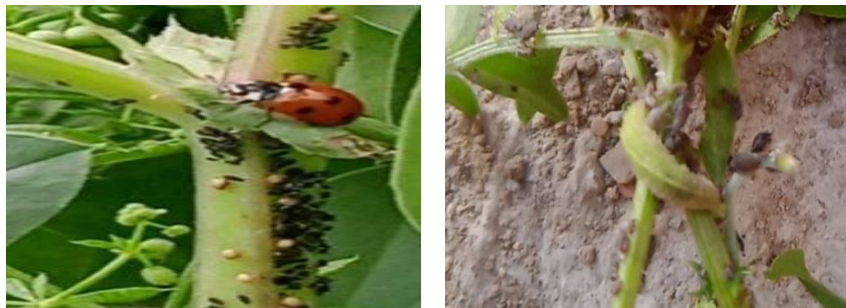


Figure14 : pucerons et des ennemis naturels .

1.3. Autre matériel

L'échantillonnage, la conservation, le triage, le montage et l'observation microscopique des pucerons et de leurs ennemis naturels a nécessité l'emploi de verres de montre, de boîtes de Pétri, des tubes, d'épingles entomologiques, de lames et lamelles, d'une plaque chauffante, d'une loupe binoculaire et d'un microscope.

2. Méthodes appliquées au terrain

2.1. Choix des stations d'étude

Nous avons sélectionné cinq stations d'étude afin de réaliser ce travail, selon plusieurs critères :

- ✓ L'accessibilité des sites d'étude, permettant d'assurer un suivi régulier et continu des observations et des prélèvements durant toute la période d'étude.
- ✓ La diversité des plantes hôtes présentes dans les différentes stations, afin d'identifier le plus grand nombre possible d'espèces végétales sensibles aux infestations de pucerons et d'évaluer leur répartition selon les caractéristiques écologiques de chaque zone.
- ✓ La présence de pucerons sur les plantes hôtes, ainsi que l'existence de plantes fortement infestées, ce qui a permis d'étudier la dynamique des populations de pucerons et leurs interactions avec les ennemis naturels (prédateurs et parasitoïdes).

2.2. Présentation des sites d'étude

Au total cinq sites ont été sélectionnés, trois sont situés dans la commune de Tissemsilt, dans différentes zones urbaines. Ces trois sites comprennent notamment la l'institut des sciences de la nature et de la vie, l'université Ahmed Ben Yahya El-Wancharissi, la résidence universitaire de 2000 lits. Deux autres sites sont situés dans la commune de Sidi El-Antri dans une zone agricole à savoir le Douar Oulad Madani et le Douar Saïd. Ces stations ont été choisies en raison de la diversité de leur couverture végétale.

Le tableau suivant (tableau 3) présente les caractéristiques géographiques des stations sélectionnées.

Tableau 3 : Caractéristiques des stations sélectionnées.

Communes	Stations	Coordonnées Géographiques	Exposition	Taux de recouvrement
Tissemsilt	Faculté des sciences de la nature et de la vie	X :35.691820 m E Y :1.499450 m N	Nord	Moyen
	Université Ahmed Ben Yahya El-Wancharissi	X:35.599940 m E Y :1.824296 m N	Est	Moyen
	la résidence universitaire de 2000 lits	X :35.602328 m E Y :1.832836 m N	Ouest	Faible
Sidi El-Antri	Douar Saïd	X :35.691382 m E Y :1.510191 m N	Sud	Elevé
	Douar Oulad Madani	X :35.689080 m E Y :1.498918 m N	Nord-Ouest	Elevé



(A)



(B)



(C)



(D)



(E)

Figure 15 : Les stations d'études de la wilaya de Tissemsilt . (Photo personnelle,2026).
(A :Université Ahmed Ben Yahya El-Wancharissi ; B :Douar Saïd ; C :Faculté des sciences de la nature et de la vie ; D :la résidence universitaire de 2000 lits ; E :Douar Oulad Madani).

2.3. Méthode d'échantillonnage appliquée sur le terrain

Pour mener cette étude, nous avons effectué des sorties(26 sortie) sur le terrain dans cinq régions de la wilaya de Tissemsilt, entre le 10 février 2026 et le 17 mai 2026. Le prélèvement d'échantillons dans les zones sélectionnées s'est déroulé comme suit Tout d'abord, nous nous rendons sur place et prenons le matériel nécessaire, puis nous procédons à une inspection visuelle directe, au cours de laquelle nous examinons de manière aléatoire les plantes hôtes présentes dans la zone, en observant toutes les parties de la plante, en particulier les feuilles, la tige et les bourgeons, qui constituent des sites propices au développement des pucerons. Après avoir déterminé la présence d'insectes (pucerons et ennemis naturels), nous les collectons à la main à l'aide d'un pinceau, en portant des gants de protection (Fig 16). Les insectes sont alors brossés directement dans des boîtes de Pétri ou des tubes et manipulés avec précaution pour éviter de les endommager ou de les tuer. Nous versons ensuite sur eux une solution d'éthanol à 70 % afin de préserver leur forme. Nous notons également la date, l'heure et le lieu du prélèvement sur les boîtes de Pétri et prenons des photos de la plante hôte ou en

prélevons un échantillon pour l'identifier ultérieurement. Ces étapes ont été suivies lors de toutes les sorties sur le terrain, dans toutes les régions.



Figure16 :collecte des pucerons et de leurs ennemis naturels .

2.4. Méthodes appliquées au laboratoire

2.4.1.Tri et montages des pucerons

Après avoir versé le contenu de chaque tube à essai dans une boîte de pétri, il est d'abord procédé à la séparation des différents sous-familles et genres de pucerons. L'identification se fait directement sous la loupe binoculaire pour les espèces courantes, et sous microscope optique, après montage entre lame et lamelle pour les espèces les plus difficiles à identifier. La technique de montage est similaire à celle utilisée par **(Miller et al.,2013)**, elle comprend les phases suivantes :

2.4.1.1.Dégraissage des pucerons

Afin d'extraire toutes les réserves lipidiques, nous avons transféré les pucerons délicatement (en faisant attention aux antennes et aux pattes) dans une solution d'hydroxyde de potassium (KOH) à 10%, durant toute une nuit. La solution d'hydroxyde de potassium est gardée à une température ambiante.

2.4.1.2.Nettoyage des pucerons

Dans cette étape, nous avons délicatement percé l'abdomen du puceron à l'aide d'une épingle entomologique pour se débarrasser de tous les embryons présents dans l'abdomen des pucerons.

2.4.1.3. Bain d'éthanol

Nous avons transféré les pucerons dans une solution composée d'éthanol à 70%, pendant quelques minutes.

2.4.1.4. Deuxième bain d'éthanol

Dans cette étape, les pucerons sont transférés dans une autre solution d'éthanol à 95%, pendant quelques minutes.

2.4.1.5. Déshydratation des pucerons

Cette étape consiste à déshydrater les pucerons, nous les avons mis dans de l'huile de clou de girofle pendant quelques minutes.

2.4.1.6. Montage des pucerons

Cette opération est effectuée entre lame et lamelle. Dans une goutte de liquide de Faure, nous avons placé le puceron sur sa face dorsale en prenant soin de bien étaler les antennes, les ailes et les pattes (les pattes antérieures et les antennes vers le haut, les médianes et les postérieures vers le bas). La lame doit porter une étiquette, indiquant la date de prélèvement de l'espèce, le lieu de récolte et l'appellation de l'espèce de puceron.

2.4.1.7. Identification

L'identification des pucerons se base sur des caractères biométriques tels que la longueur et la largeur du corps, des antennes, de la cauda, des cornicules, des segments du tarse et du dernier segment du rostre, et des caractères micromorphologiques comme la couleur et la forme de la cauda et des cornicules, la pigmentation de l'abdomen et la nervation des ailes, le nombre de soies caudales et sensorias secondaires, la forme de la plaque anale, et la pigmentation de la cuticule. L'identification est réalisée en se basant sur les clés d'identification et les travaux de (Stroyan, 1961) ; (Jacky et Bouchery, 1982) ; (Autrique et Ntahimpera, 1994) ; (Remaudière et al., 1985) ; (Leclant, 1999) ; (Blackman et Eastop, 1984, 2000 ; 2006 ; 2026) ; (Hullé et al., 2020).

2.4.2. Méthode d'élevage des prédateurs

Les larves prédatrices recueillies sur les colonies aphidiennes sont mises en élevage dans des boîtes en plastique en présence de pucerons (Fig 17). Les nymphes et les pupes sont récupérées et maintenues dans des boîtes de pétri jusqu'à l'émergence des adultes, ainsi ils seront faciles à déterminer.

Pour les parasitoïdes, nous avons séparés les momies dans des boîtes de pétri. Les momies sont examinées quotidiennement dans le but de récupérer les parasitoïdes fraîchement émergés. Une fois émergés, ces adultes sont conservés individuellement dans des tubes à essai contenant de l'éthanol à 70 % jusqu'à leur détermination.



Figure 17 : L'élevage des auxillaires .

2.4.3. Montage et identification des auxillaires

Les auxillaires capturés sont triés au laboratoire, puis identifiés jusqu'à l'espèce. L'identification est effectuée avec plusieurs clés d'identification. Pour les espèces qui semblent avoir des critères microscopiques, des montages entre lame et lamelle sont effectués.

La détermination des Syrphes est effectuée à l'aide des travaux et les clés d'identification de (Stubbs et Falk, 1983), (Verlinden, 1994) et (Speight et al., 2015).

Les coccinelles sont triées par sous-familles et genres puis elles sont identifiées jusqu'à l'espèce grâce aux travaux et aux clés d'identification de (Salehi et al., 2011), (Xiao-Sheng et al., 2013), (Biranvand et al., 2017) et (Abdolahi et al., 2018).

Le corps des parasitoïdes adultes est monté entièrement ou bien certaines parties du corps entre lames et lamelles. Pour disséquer l'adulte, il faut d'abord fixer son corps au niveau du thorax à l'aide d'une épingle entomologique. Ensuite, il est procédé à la séparation de la tête, des ailes, du premier tergite abdominal et du propodeum. Ces parties sont montées entre lames et lamelles dans une goutte de liquide de Faure. L'identification des parasitoïdes nécessite l'observation de certains caractères morphologiques macroscopiques comme la nervation des ailes, la forme du stigma, du premier tergite abdominal (pétiole), du propodeum la forme et le nombre d'articles antennaires. Parfois, l'identification des parasitoïdes nécessite une observation microscopique de quelques caractères, en particulier, les poils sur le flagellum, le nombre des placodes, la forme des flagellomères et la forme de l'ovipositeur.

Les micro-hyménoptères sont identifiés à l'aide des clés de détermination de **(Stary, 1970),(Kavallieratos et al.,2001), (Tomanovic et al.,2003), (Rakhshani et al.,2005 ; 2006 ; 2008 ; 2012) et (Talebi et al.,2009).**

L'identification des ennemis naturels est effectuée par **Dr AIT AMAR-BERRAS Samia.**

Chapitre IV : Résultats et discussion

Ce chapitre présente les résultats obtenus au cours de cette étude. Les différentes espèces recensées de pucerons ainsi que les espèces de ennemis naturels identifiées. Les relations tri-trophiques observées entre les pucerons, leurs prédateurs naturels et les plantes hôtes sont aussi étudiées.

1. Résultats

1.1. Classification taxonomique des espèces de pucerons

La classification taxonomique des pucerons recensés au cours de cette étude a permis d'identifier les différents taxons observés, depuis la sous-famille jusqu'à l'espèce. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 04.

Tableau 04 : Classification taxonomique des espèces de pucerons observés.

Sous-familles	Tribus	Genres	Espèces
Aphidinae	Aphidini	<i>Aphis</i>	<i>A. craccivora</i> (Koch, 1854)
			<i>A. fabae</i> (Scopoli, 1763)
			<i>A. ballotae</i> (Passerini, 1860)
			<i>A. gossypii</i> (Glover, 1877)
			<i>A. frangulae</i> (Kaltenbach, 1843)
			<i>A. solanella</i> (Theobald, 1914)
			<i>A. umbrellae</i> (Börner, 1950)
			<i>A. urticata</i> (Gmelin, 1790)
			<i>Aphis</i> sp.
		<i>Rhopalosiphum</i>	<i>R. padi</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>Brachycaudus</i>	<i>B. cardui</i> (Linnaeus, 1758)
			<i>B. helichrysi</i> (Kaltenbach, 1843)
		<i>Diuraphis</i>	<i>D. noxia</i> (Kurdjumov, 1913)
		<i>Megoura</i>	<i>M. viciae</i> (Buckton, 1876)
		<i>Uroleucon</i>	<i>U. sonchi</i> (Linnaeus, 1767)
01	01	06	15

Le tableau 04 présente les espèces de pucerons observées durant la période d'étude. Quinze espèces, réparties en six genres, ont été recensées. Toutes appartiennent à la sous-famille des Aphidinae, à la tribu des Aphidini et à la famille des Aphididae de l'ordre des Hemiptera.

Les résultats mettent en évidence une nette prédominance du genre *Aphis*, représenté par neuf espèces : *Aphis craccivora*, *A. fabae*, *A. ballotae*, *A. gossypii*, *A. frangulae*, *A. solanella*, *A. umbrella*, *A. urticata* et *Aphis* sp. Cette forte représentativité souligne l'importance de ce genre au sein du peuplement aphidien étudié. D'autres genres ont également été identifiés, notamment *Brachycaudus*, *Rhopalosiphum*, *Diuraphis*, *Megoura* et *Uroleucon*, illustrant la diversité taxonomique des pucerons présents dans la zone d'étude.

1.2. Classification taxonomique des ennemis naturels

Le tableau 05 présente les espèces des ennemis naturels observées au cours de la période d'étude.

Tableau 05 : Classification taxonomique des ennemis naturels observés.

Ordres	Familles	Genres	Espèces
Coleoptera		<i>Coccinella</i>	<i>C. algerica</i>
Diptera	Syrphidae	<i>Episyrphus</i>	<i>E. balteatus</i>
		<i>Scaeva</i>	<i>S. albomaculata</i>
			<i>S. pyrastris</i>
		<i>Syrphus</i>	<i>S. vitripennis</i>

D'après les résultats du tableau 05, il ressort que cinq espèces prédatrices ont été recensées, réparties en deux ordres Coléoptères et Diptères et deux familles représentées par les Coccinellidae, avec une seule espèce, *C. Algerica*. La famille la plus diversifiée est celle des Syrphidae, qui comprenait quatre espèces différentes : *S. albomaculata*, *S. pyrastris*, *E. balteatus* et *S. vitripennis*.

1.3.Relation tritrophiques

Les résultats des relations tritrophiques : plante hôte-puceon- ennemis naturels rencontrés durant la période d'étude sont représenté dans la le tableau 06.

Tableau 06 : Relation tritrophiques observées durant la période d'échantillonnage.

Plante hôtes	Pucerons	Ennemis naturels
<i>Melilotus sulcatus</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Coccinella algerica</i>
<i>Roemeria sicula</i>	<i>Aphis fabae</i>	<i>Coccinella algerica</i>
<i>Sonchus asper</i>	<i>Uroleucon sonchi</i>	<i>Coccinella algerica</i>
<i>Picnomon acarna</i>	<i>Brachycaudus helichrysi</i>	<i>Coccinella algerica</i>
<i>Hordeum murinum</i>	<i>Diuraphis noxia</i>	<i>Coccinella algerica</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Aphis frangulae</i>	<i>Coccinella algerica</i>
<i>Carduus pycnocephalus</i>	<i>Brachycaudus helichrysi</i>	<i>Coccinella algerica</i>
<i>Sonchus arvensis</i>	<i>Aphis craccivora</i>	<i>Scaeva albomaculata</i>
Plante inconnue	<i>Aphis craccivora</i>	<i>Coccinella algerica</i> + <i>Scaeva albomaculata</i>
<i>Medicago polymorpha</i>	<i>Megoura viciae</i>	<i>Coccinella algerica</i>
<i>Carduus sp.</i>	<i>Brachycaudus helichrysi</i>	<i>Coccinella algerica</i>
<i>Vicia sp.</i>	<i>Aphis craccivora</i>	<i>Coccinella algerica</i>
<i>Papaver hybridum</i>	<i>Aphis fabae</i>	<i>Coccinella algerica</i> + <i>Scaeva pyrastris</i>
<i>Hordeum murinum</i>	<i>Rhopalosiphum padi</i>	<i>Coccinella algerica</i>
<i>Anacyclus clavatus</i>	<i>Aphis fabae</i> + <i>Brachycaudus cardui</i>	<i>Coccinella algerica</i>
<i>Medicago polymorpha</i>	<i>Megoura viciae</i>	<i>Scaeva pyrastris</i>
<i>Papever rhoeas</i>	<i>Aphis gossypii</i>	<i>Coccinella algerica</i> + <i>Scaeva albomaculata</i> + <i>Scaeva pyrastris</i>

Les résultats présentés dans le tableau 06 mettent en évidence la diversité des relations tritrophiques observées entre les plantes hôtes, les pucerons et leurs ennemis naturels au cours de la période d'échantillonnage.

Les espèces de pucerons les plus fréquemment impliquées dans ces interactions sont *Aphis fabae*, *Aphis craccivora*, *Aphis gossypii* et *Brachycaudus helichrysi*. Ces espèces ont été observées sur plusieurs plantes hôtes appartenant à différentes familles botaniques, notamment *Melilotus sulcatus*, *Papaver hybridum*, *Medicago polymorpha* et *Hordeum murinum*, traduisant leur capacité à exploiter diverses ressources végétales.

L'analyse des associations observées révèle également la présence de plusieurs ennemis naturels au sein des colonies de pucerons. Certaines plantes hôtes, telles que *Papaver rhoeas*, abritaient simultanément des populations de pucerons et plusieurs espèces de prédateurs, suggérant l'existence d'une pression de prédation susceptible de contribuer à la régulation naturelle des populations aphidiennes.

Concernant les ennemis naturels, *Coccinella algerica* apparaît comme le prédateur le plus fréquemment rencontré dans les relations tritrophiques recensées. La présence de syrphes, notamment *Scaeva pyrastris* et *Scaeva albomaculata*, a également été enregistrée dans plusieurs associations. Ces observations témoignent de la complexité des interactions écologiques entre les plantes hôtes, les pucerons et leurs ennemis naturels au sein de la zone d'étude.

1.4.Diversité des pucerons dans les deux sites d'études

Des sorties sur le terrain ont été organisées dans deux régions différentes, la commune de Sidi El-Antri et la commune de Tissemsilt, dans le but d'évaluer la diversité des pucerons et de mettre en évidence l'influence de la diversité végétale sur cette diversité.

Le tableau 07 présente les espèces de pucerons présentes dans chacune des deux zones d'étud.

Tableau 07 : Diversité des pucerons dans les deux sites d'études.

Espèces aphidiennes	Commune de Sidi El-Antri	Commune de Tissemsilt
<i>Aphis craccivora</i>	+	+
<i>Aphis fabae</i>	+	+
<i>Aphis ballotae</i>	+	-
<i>Aphis gossypii</i>	+	+
<i>Aphis frangulae</i>	+	-
<i>Aphis urticata</i>	+	-
<i>Aphis umbrella</i>	+	-
<i>Aphis solanella</i>	+	-
<i>Brachycaudus cardui</i>	+	-
<i>Aphis sp.</i>	+	+
<i>Brachycaudus helichrysi</i>	+	+
<i>Rhopalosiphum padi</i>	+	-
<i>Megoura viciae</i>	+	-
<i>Uroleucon sonchi</i>	+	-
<i>Diuraphis noxia</i>	+	-
<i>Nasonovia ribisnigri</i>	+	-
Nombre d'espèces	15	05

+ Espèce présente

- Espèce absente

Le tableau 07 présente la répartition des espèces de pucerons recensées dans les deux sites d'étude, à savoir la commune de Sidi El-Antri et la commune de Tissemsilt.

Les résultats montrent une différence notable de richesse spécifique entre les deux localités. En effet, quinze espèces de pucerons ont été inventoriées à Sidi El-Antri, contre seulement cinq espèces à Tissemsilt. Cette disparité met en évidence une diversité aphidienne plus élevée dans le site de Sidi El-Antri.

Par ailleurs, cinq espèces ont été observées dans les deux régions : *Aphis craccivora*, *Aphis fabae*, *Aphis gossypii*, *Aphis sp.* et *Brachycaudus helichrysi*. En revanche, les autres espèces, notamment *Aphis ballotae*, *Aphis frangulae*, *Aphis urticata*, *Aphis umbrella*, *Aphis*

solanella, *Brachycaudus cardui*, *Rhopalosiphum padi*, *Megoura viciae*, *Uroleucon sonchi*, *Diuraphis noxia* et *Nasonovia ribisnigri*, n'ont été recensées qu'à Sidi El-Antri.

1.5. Fréquence d'apparition des pucerons

Les résultats de fréquence d'apparition des pucerons durant la période de collécté sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 08 : Fréquence d'apparition de chaque espèce de puceron au cours de la période étudiée

Espèces de puceron	Nombre d'occurrences
<i>Aphis urticata</i>	1
<i>Aphis frangulae</i>	1
<i>Uroleucon sonchi</i>	1
<i>Diuraphis noxia</i>	1
<i>Aphis umbrella</i>	2
<i>Aphis sp.</i>	3
<i>Nasonovia ribisnigri</i>	2
<i>Megoura viciae</i>	2
<i>Aphis ballotae</i>	2
<i>Aphis solanella</i>	2
<i>Rhopalosiphum padi</i>	2
<i>Brachycaudus cardui</i>	2
<i>Aphis gossypii</i>	4
<i>Brachycaudus helichrysi</i>	4
<i>Aphis craccivora</i>	6
<i>Aphis fabae</i>	15

Le tableau suivant (tableau 08) présente la répartition et la fréquence d'apparition des espèces de pucerons, au cours de cette étude. Les résultats ont montré qu'*A. fabae* est l'espèce la plus répandue, avec 15 observations. Il est suivi par *A. craccivora* avec 6 observations. Viennent ensuite *A. gossypii* et *B. helichrysi* avec 4 observations. Les autres espèces ont été observées avec une fréquence moindre.

Ces résultats soulignent qu'*A. fabae* est l'espèce la plus abondante parmi celles couvertes par cette étude.

1.6. Fréquence d'infestation des plantes hôtes par les pucerons

La figure 18 illustre la fréquence de présence des pucerons sur les différentes plantes hôtes inventoriées durant la période d'étude, dans les deux communes.

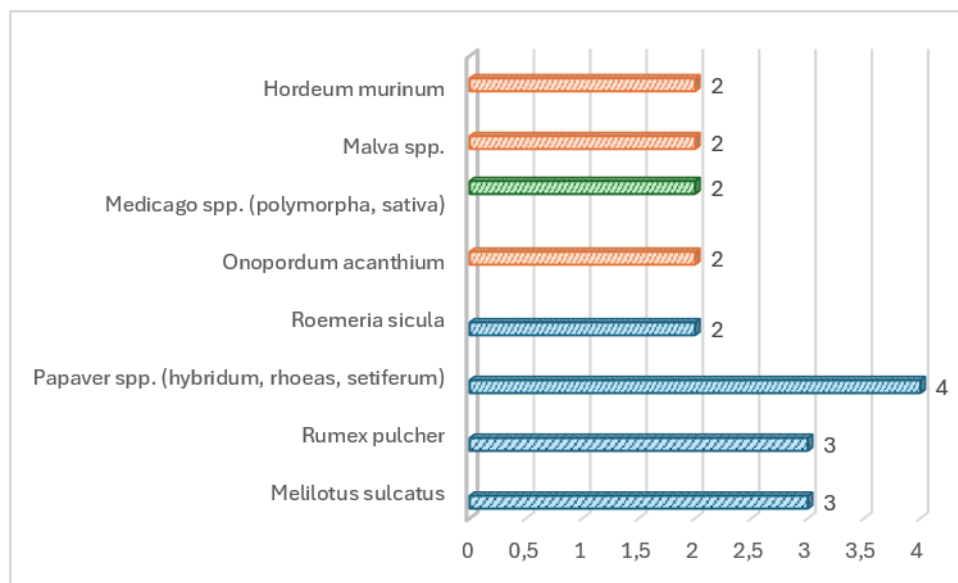


Figure 18 : fréquence de présence des pucerons sur les différentes plantes hôtes inventoriées durant la période d'étude.

Les résultats montrent que les espèces du genre *Papaver* (*Papaver hybridum*, *P. rhoeas* et *P. setiferum*) constituent les plantes les plus fréquemment colonisées, avec un total de quatre observations. Elles sont suivies par *Melilotus sulcatus* et *Rumex pulcher*, qui présentent chacune une fréquence de trois observations.

Les autres plantes hôtes ont enregistré des fréquences d'infestation plus faibles, généralement limitées à une ou deux observations. Ces résultats indiquent que les espèces du genre *Papaver* représentent des hôtes particulièrement favorables au développement des populations de pucerons dans la zone d'étude, tandis que les autres espèces végétales semblent être colonisées de manière plus occasionnelle.

2. Discussion

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude révèlent une grande diversité des espèces de pucerons, avec l'enregistrement de 15 espèces réparties en six genres, parmi lesquelles le genre *Aphis* domine clairement avec 8 espèces, et l'espèce *A. fabae* a été la plus fréquemment observée, avec 15 occurrences au cours de la période d'étude. Nous expliquons cette diversité par la capacité de ces insectes à s'adapter à différentes conditions environnementales et à s'accommoder d'un grand nombre de plantes hôtes.

Cette prédominance de l'espèce *A. fabae* concorde avec l'étude de (Laamari et al, 2010) Dans le nord-est de l'Algérie, ainsi que dans la région de Tizi-Ouzou (Benoufella-Kitous, 2014), qui ont confirmé que le genre *Aphis* possède une grande capacité d'adaptation aux plantes hôtes.

Les résultats ont également mis en évidence une grande différence dans la diversité des pucerons entre les deux zones étudiées, à savoir Sidi El Antar et Tissemsilt. Nous avons recensé 15 espèces dans la région de Sidi El-Antri, contre seulement 5 espèces à Tissemsilt. Cette disparité s'explique par la diversité de la couverture végétale, la présence de conditions climatiques favorables et la disponibilité de nombreux habitats écologiques dans la région de Sidi El-Antri. Ce point a été soulevé par (Sahraoui et al, 2012), qui ont montré que la diversité et la répartition des pucerons sont directement liées à la diversité végétale de la région, et ont également démontré que l'activité humaine et la diminution de la couverture végétale Cela constitue un obstacle à la stabilité et au développement des pucerons (comme dans la région de Tissemsilt).

Les résultats indiquent que les plantes appartenant au genre *Papaver spp. (hybridum, rhoeas, setiferum)* sont les plus touchées et les plus colonisées par les pucerons, suivies par les espèces *Melilotus sulcatus* et *Rumex pulcher*. Nous expliquons cela par le fait que l'attraction des pucerons pour ces plantes est due à plusieurs facteurs, notamment leur valeur nutritive et le fait qu'il s'agit de plantes riches en sève, facile à absorber par les pucerons. Ces résultats concordent avec ceux mentionnés par (Laamari et al, 2010) En Algérie, où ils ont montré que les plantes de la famille des Papaveraceae constituent des hôtes favorisant le développement des pucerons.

De même, une étude réalisée par Margaritopoulos et al. (2006), ont montré que le *papaver rhoeas* constitue une plante hôte secondaire sur laquelle les pucerons se reproduisent en grand nombre.

Comme l'ont également montré (**Sahraoui et al, 2012**), dans leur étude sur le milieu agricole algérien, l'abondance de ces mauvaises herbes (*Malva* spp. et *Rumex* spp.) contribue à la persistance des pucerons.

Au cours de cette étude, nous avons également constaté l'existence d'une relation inverse classique entre les trois niveaux trophiques : la plante hôte, le ravageur (puceron) et les ennemis naturels (prédateurs), comme le montre le tableau 06. (*Medicago polymorpha* - *Megoura viciae* - *Scaeva pyrastris*). et (*Melilotus sulcatus* - *Aphis gossypii* - *Coccinella algerica*).

Cette corrélation entre la (plante, les prédateurs et pucerons) par l'existence d'un système naturel autonome, indépendant de l'intervention humaine.

Comme l'a signalé **Ait Amar (2022)**, dans la région de Tizi-Ouzou et Boumerdès, les coccinelles et les larves de syrphesse partagent les rôles intermédiaires dans la chaîne alimentaire, ce qui renforce la lutte biologique contre les pucerons.

Cinq espèces de prédateurs naturels ont été recensées. Elles appartiennent à deux familles (Coccinellidae et Syrphidae), elles-mêmes classées dans deux ordres (Coleoptera et Diptera). Le prédateur naturel le plus fréquemment observé lors de la plupart des sorties, était *C. algerica*, était très présent sur les plantes infestées par le puceron.

La prédominance de la coccinelle *C. Algerica* s'explique par ses caractéristiques biologiques et comportementales qui lui permettent de se déplacer rapidement d'une plante à l'autre. De plus, ses larves se nourrissent voracement de pucerons, ce qui leur permet de l'emporter sur les autres prédateurs **Ait Amar (2022)**.

Ce résultat concorde avec ce qui a été indiqué par **Biche et al. (2012)** en Algérie, cette espèce est le prédateur local le plus répandu et le plus efficace pour lutter contre le puceron.

Conclusion

Cette étude a porté sur l'analyse des interactions tri-trophiques entre les plantes, les pucerons et leurs ennemis naturels. Elle a été menée dans deux communes, à savoir la commune de Sidi El-Antri et celle de Tissemsilt.

Les résultats obtenus ont permis d'identifier 15 espèces aphidiennes réparties en six genres. Toutes appartiennent à la sous-famille des Aphidinae, à la tribu des Aphidini et à la famille des Aphididae de l'ordre des Hemiptera. Les résultats mettent en évidence une nette prédominance du genre *Aphis*, représenté par neuf espèces : *Aphis craccivora*, *A. fabae*, *A. ballotae*, *A. gossypii*, *A. frangulae*, *A. solanella*, *A. umbrella*, *A. urticata* et *Aphis* sp. Cette forte représentativité souligne l'importance de ce genre au sein du peuplement aphidien étudié.

L'espèce *A. fabae* a clairement dominé les autres espèces, suivie par *A. craccivora*, *A. gossypii* et *B. helichrysi*. Cela reflète sa grande capacité d'adaptation aux conditions climatiques de la région ainsi que la disponibilité de plantes hôtes favorables telles que *Papaver* spp. (*hybridum*, *rhoeas*, *setiferum*), *Rumex pulcher* et *Melilotus sulcatus*.

Nous avons également constaté la présence de cinq espèces prédatrices réparties en deux ordres, les Coléoptères et les Diptères, et appartenant à deux familles. Les Coccinellidae étaient représentés par une seule espèce, *C. algerica*. La famille la plus diversifiée était celle des Syrphidae, comprenant quatre espèces : *S. albomaculata*, *S. pyrastris*, *E. balteatus* et *S. vitripennis*. Cette présence témoigne de la richesse biologique des sites étudiés et confirme l'existence d'interactions écologiques complexes au sein des écosystèmes prospectés.

Plusieurs relations tri-trophiques ont également été mises en évidence entre les différentes plantes, les pucerons et leurs ennemis naturels. Au cours des sorties sur le terrain, il a été observé que la diversité des plantes hôtes constitue un facteur essentiel influençant la composition des communautés d'insectes.

Cette étude a permis de rassembler des informations importantes sur les relations tri-trophiques unissant les pucerons, leurs ennemis naturels et les plantes hôtes dans la région étudiée. Les résultats obtenus montrent que les ennemis naturels jouent un rôle fondamental dans la régulation des populations de pucerons et peuvent contribuer efficacement à une lutte biologique limitant le recours aux traitements chimiques.

Cependant, cette étude présente certaines limites, notamment la courte durée d'échantillonnage, le nombre limité de stations étudiées ainsi que l'absence d'analyses saisonnières approfondies. Ainsi, plusieurs perspectives peuvent être envisagées afin d'approfondir ces travaux. Il serait intéressant d'élargir l'étude à d'autres régions et à différentes périodes de l'année afin de mieux comprendre la dynamique saisonnière des populations aphidiennes et de leurs ennemis naturels. Des études complémentaires portant sur les parasitoïdes des pucerons, les facteurs climatiques permettraient également d'obtenir une vision plus globale des interactions écologiques observées. Enfin, l'évaluation de l'efficacité des ennemis naturels dans des programmes de lutte biologique pourrait constituer une perspective importante pour le développement d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement.

Références bibliographiques

1. **Abdolahi, R. Nedvěd, O. et Nozari, J., (2018).**New Data on some Coccinellidae (Coleoptera) from Iran. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 53 (1): 83-90.
2. **Adams, B., Yusuf, A. A., Torto, B., & Khamis, F. M. (2024).** Tritrophic interactions mediated by herbivore- and predator-induced plant volatiles in biological control systems. *Journal of Chemical Ecology*, 50, 663–678.
3. **Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI). (2013).** Présentation de la wilaya de Tissemsilt. Algérie.
4. **Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2004).** Biodiversity and pest management in agroecosystems. CRC Press.
5. **Ait Amar S., 2022.** Etude de la diversité des pucerons des Solanacées et de leurs ennemis naturels. Thèse de Doctorat. Université de Tizi Ouzou.260p.
6. **ARVALIS - Institut du végétal. (2019).** Les coccinelles, grandes amatrices de pucerons.
7. **Autrique, A. et Ntahimpera, L., (1994).** Atlas des Principales Espèces de Pucerons Rencontrées en Afrique Sub-saharienne. Publication Agricole No. 33. Édition Administration Générale de la Coopération au Développement, Brussels, Belgium, 78 p.
8. **Benoufella-Kitous, K. (2014).** Étude de la biodiversité des pucerons et de leurs ennemis naturels dans la région de la Mitidja (Algérie). Thèse de Doctorat, Institut National Agronomique, El Harrach, Alger, Algérie.
9. **Biche, M. (2012).** Les principaux insectes ravageurs des agrumes en Algérie et leurs ennemis naturels. Éditions INPV (Institut National de la Protection des Végétaux), Alger, 36 p.
10. **Biranvand, A., Tomaszewska, W., Nedvěd, O., Khormizi, M.Z., Vincent, N., Claudio, C., Jahanshir, S., Lida, F. et Helmut, F., (2017).**Review of the tribe Hyperaspidini Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) from Iran. *Zootaxa*. 4236 (2) : 311-326.
11. **Blackman et R.L. et Eastop, V.F., (2006).**Aphids on the World's Herbaceous Plants and Shrubs. Ltd JWS Edition The Natural History Museum, London, 1439 p.
12. **Blackman, R.L. & Eastop, V.F., (2000).** Aphids on the World's Crops: An Identification Guide. Wiley.
13. **Blackman, R.L. et Eastop, V.F., (1984).** Aphids on the World's Crops. An Identification Guide. Edition John Wiley and Sons, Chichester, U.K. 466 p.
14. **Blackman, R.L. et Eastop, V.F., (2000).** Aphids on the World's Crops. An Identification and Information Guide. Edition The Natural History Museum, London, U.K. 466 p.
15. **Blande, J. D., & Pickett, J. A. (2012).** Detecting and exploiting aphid-induced plant volatiles for biological control of aphids. *Journal of Chemical Ecology*, 38(11), 1250–1261.

16. **Boivin, G., Hance, T., & Brodeur, J. (2012).** Aphid parasitoids in biological control. *Canadian Journal of Plant Science*, 92(1), 1-12.
17. **Bounouira Y.(2016).** Activités biologiques de la diatomite sur les bioagresseurs des cultures en vue d'une lutte naturelle et biologique, Thèse de Doctorat, Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen, 2019–2020, p 55.
18. **Burgio, G., Dindo, M. L., Pape, T., Whitmore, D., & Sommaggio, D. (2024).** Diptera as predators in biological control: Applications and future perspectives. *BioControl*, 70, 1–17.
19. **Colignon, P., & Hance, T. (2010).** Influence of environmental conditions on the development of aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Biological Control*, 53(2), 131–139.
20. **Dedryver, C.A., Le Ralec, A. & Fabre, F., (2010).** The conflicting relationships between aphids and plants.
21. **Dixon, A. F. G. (1998).** Aphid ecology: An optimization approach (2nd ed.). Chapman & Hall.
22. **Emberger, L. (1955).** Une classification biogéographique des climats. *Revue de Géographie Alpine*, 43(2), 641–659.
23. **Gerhardt, R. R., & Hribar, L. J. (2019).** Syrphidae (flower flies). In: *Medical and Veterinary Entomology* (3rd ed.). Academic Press.
24. **Godfray, H. C. J. (1994).** Parasitoids: Behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press.
25. **Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI). (2024).** Site officiel de l'Agence Nationale de Développement de l'Investissement. Alger, Algérie. Disponible sur : <https://andi.dz>. Consulté en 2024.
26. **Heimpel, G. E., & Wäckers, F. L. (2006).** Food resources for parasitoids in agricultural landscapes. *Biological Control*, 37(1), 1–2.
27. **HerbMedit. (s.d.).** Catalogue des plantes vasculaires du Djebel Ouarsenis (Tissemsilt, Algérie). (Retrieved February 10, 2026), from https://herbmedit.org/flora/FL34_219-232.pdf.
28. **Hodek, I., van Emden, H. F., & Honěk, A. (2012).** Ecology and behaviour of the ladybird beetles (Coccinellidae). Wiley-Blackwell.
29. **Hopper, K. R., & Mills, N. J. (2020).** Influence of temperature and prey availability on the development and population dynamics of aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Biological Control*, 145, Article 104247.
30. **Hullé, M., Chaubet, B., Turpeau, E. et Simon, J.C., (2020).** Encyclop'Aphid: a website on aphids and their natural enemies. *Entomologia Generalis*, 97-101.
31. **Jacky, F. et Bouchery, Y., (1982).** Atlas des Formes Ailées des Espèces Courantes de Pucerons. Edition Institut National de la Recherche Agronomique, Colmar, France. 48 p.
32. **Jervis, M. A. (2005).** Insect natural enemies: A practical perspective. Springer.

33. **Kavallieratos, N.G., Lkouressis, D.P., Sarlis, G.P., Stathas, G.J. et Sanchis, A., (2001).** The Aphidiinae (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae) Of Greece. *Phytoparasitica*, 29 (4) : 306-340.
34. **Laamari, M., Akkal, F., Coeur d'Acier, A. & Jousselin, E. (2010).** Les pucerons d'Algérie et leurs plantes hôtes. Laboratoire LATPPAM, Université de Batna, Algérie.
35. **Landis, D. A., Wratten, S. D., & Gurr, G. M. (2000).** Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45, 175-201.
36. **Larcher, W. (2003).** Physiological plant ecology: Ecophysiology and stress physiology of functional groups (4th ed.). Springer
37. **Laubertie, E. A., Wratten, S. D., & Hemptinne, J. L. (2012).** The contribution of potential beneficial insectary plant species to adult hoverfly (Diptera: Syrphidae) fitness. *Biological Control*, 61(1), 1–10.
38. **Leclant F., (1999).** Les Pucerons des Plantes Cultivées. Clefs d'identification des Grandes Cultures. Édition Institut National de Recherches Agronomique, Montpellier, France. 98 p.
39. **Margaritopoulos, J. T., Tsitsipis, J. A., Goudoudaki, S. & Blackman, R. L. (2006).** Life cycle variation of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) associated with different host plants, including *Papaver rhoeas*. *Bulletin of Entomological Research*, 96(6), 561-569.
40. **Nicolas D., (2016)**-Schéma directeur de l'alimentation en eau potable de la ville de Tissemsilt (Algérie). Mémoire mastère, École Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg. 103p, France.
41. **Office National de la Météorologie (ONM). (2024).** Données climatologiques de l'Algérie. Disponible sur: <https://www.meteo.dzTIR>.
42. **Ozenda, P. (1982).** Les végétaux dans la biosphère. Paris: Doin, 431 P.
43. **Piffaretti, J. (2012).** Différenciation génétique et écologique des populations du puceron *Brachycaudus helichrysi* (Hemiptera: Aphididae): mise en évidence de deux espèces sœurs aux cycles de vie contrastés (Doctoral dissertation, Thèse de doctorat en Sciences).
44. **Powell, W., & Pell, J. K. (2007).** Biological control. In H. F. van Emden & R. Harrington (Eds.), *Aphids as crop pests* (pp. 469-513). CABI Publishing.
45. **Rakhshani, E., Četković, A. et Petrović, A., (2012).** Aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae) in wetland habitats in western Palearctic: key and associated aphid parasitoid guilds. *Annales de la Société Entomologique de France (Nouvelle Série)*, 48 (1-2): 189-198.
46. **Ramade, F. (2003).** La conservation des écosystèmes méditerranéens, aménagement et nature 121: 24-32
47. **Remaudière, G. Autrique, A., Eastop, V.F., Stary, P. et Aymonin, G., (1985).** Contribution à l'écologie des aphides africains. Edition Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, Italy. 214 p.

48. **Rotheray, G. E. (1993).** Colour guide to hoverfly larvae (Diptera, Syrphidae) in Britain and Europe. *Dipterists Digest*, 9, 1–156.
49. **Rotheray, G. E., & Gilbert, F. (2011).** The natural history of hoverflies. *Forrest Text*.
50. **Sahraoui, L., Gourreau, J.M. & Doumandji, S.E. (2012).** Diversité et répartition des pucerons en fonction de la diversité végétale dans différentes régions d'Algérie. *Revue d'Entomologie et d'Écologie Appliquée*, 18(2), 45-53.
51. **Salehi, T., Pashaei Rad, S.H., Mehrnejad, M.R. et Shokri, M.R., (2011).** Ladybirds associated With pistachio trees in part of Kerman province, Iran (Coleoptera : Coccinellidae). *Iranian Journal of Animal Biosystematics*, 7 (2) : 157-169
52. **Sampaio, M. V., Bueno, V. H. P., & van Lenteren, J. C. (2008).** Biological control of aphids with parasitoids. *Neotropical Entomology*, 37(2), 119-132.
53. **Sefrani N et Adjaz Y, (2022).** La lutte alternative contre la chenille processionnaire (*Thaumetopoea pityocampa* D&S, 1775) par la diatomite dans la Région de Tissemsilt, Université de Tissemsilt
54. **Speight, M.C.D., Withers, P. et Dussaix, C., (2015).** La détermination de Syrphidae Européens (Diptères). *Syrphe the Net, the database of European Syrphidae*. Vol 81, Edition INRA 39 p.
55. **Stary, P. (1970).** Biology of aphid parasites (Hymenoptera: Aphidiidae). Dr. W. Junk Publishers.
56. **Stary, P., & Rehman, A. (2017).** Aphid parasitoids (Hymenoptera: Braconidae, Aphidiinae): Biology, morphology and ecological role. *Biological Control*, 115, 1–12.
57. **Stary, P., (1970).** Biology of aphid parasites. Édition. the Hague, Netherlands, 643 p.
58. **Stireman, J. O., III. (2023).** Parasitoid wasps and their ecological roles in biological control of aphids (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). *Annual Review of Entomology*, 68, 1–25.
59. **Stroyan, H.L.G. (1961).** La détermination des aphides vivant sur Citrus. *Bulletin phytosanitaire, Food and Agricultural Organisation*, 9 (4) : 45-68.
60. **Stubbs, A.E. et Falk, S.J., (1983).** British hoverflies. An illustrated identification guide. Edition London British entomological & natural history society. 246 p.
61. **Talebi, A. A., Rakhshani, E., Fathipour, Y., Starý, P., Tomanović, Ž. Et RajabiMazhar, N., (2009).** Aphids and their parasitoids (Hym., Braconidae: Aphidiinae) associated with medicinal plants in Iran. *American- Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 3 (2) : 205-219.
62. **Tenhumberg, B., & Poehling, H. M. (1995).** Regulation of aphid populations by syrphid larvae in cereal fields. *Journal of Applied Entomology*, 119(1–5), 287–293.
63. **TIR El hadj., 2016 :** Analyse spatiale et cartographie de la régénération forestière post-incendie dans la Wilaya de Tissemsilt. Mémoire de magister. université de Tlemcen.
64. **Tomanovic, Z., Kavallieratos, N.G., Starý, P., Petrović-Obradović, O., Athanassiou, CG. et Stanisavljević, L.Z., (2008).** *European Journal of Entomology*, 105 (3) : 495-501.
65. **Université de Tissemsilt. (s.d.).** Découvrir Tissemsilt. <https://www.univ-tissemsilt.dz>

66. **van Emden, H. F., & Harrington, R. (2007).** Aphids as crop pests. CABI Publishing.
67. **van Lenteren, J.C., (2012).** Biological Control of Arthropods. Springer. Biologiques de l'évolution et écologie, Université Montpellier SupAgro france, 255p).
68. **van Rijn, P. C. J., Kooijman, J., & Wäckers, F. L. (2013).** The role of floral resources in the life history of hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Biological Control*, 66(3), 256–263.
69. **Verheggen, F. J., Arnaud, L., Bartram, S., Gohy, M., & Haubruge, E. (2008).** Aphid and plant volatiles induce oviposition in an aphidophagous hoverfly. *Journal of Chemical Ecology*, 34(3), 301–307.
70. **Verlinden, L., 1994.** Faune de Belgique. Syrphidés (Syrphidae). Edition Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique : Bruxelles, 289 p.
71. **Vet, L. E. M., & Dicke, M. (1992).** Ecology of infochemical use by natural enemies in a tritrophic context. *Annual Review of Entomology*, 37, 141–172.
72. **Weather and Climate. (n.d.).** Weather and climate data. Consulté sur : <https://weatherandclimate.com> (consulté le 03 Mai 2026)
73. **Weathermondo. (s.d.).** Données météorologiques. (Consulté le 3 mai 2026), à partir de <https://Weathermondo.com>
74. **WeatherSpark. (2023).** Météo moyenne à Tissemsilt (Algérie). <https://fr.weatherspark.com>
75. **WeatherSpark. (n.d.).** Average weather in Tissemsilt. (Retrieved February 09, 2026), from <https://weatherspark.com>.
76. **Xiao-Sheng, C., Xing-Min, W. et Shun-Xiang, R., (2013).** A Review of the Subgenus Scymnus of Scymnus from China (Coleoptera: Coccinellidae). *Annales Zoologici*, 63 (3) : 417-499.
77. **Yuan,H.,Gao,Wu,C.,Zhang,L.,Li,H.,&Wu,K.(2022).**Genome of the hoverfly *Eupeodes corollae* provides insights into the evolution of predation and pollination in insects *BMC Biology*,20,157.

Résumé :

Cette étude vise à évaluer les interactions tri-trophiques entre les pucerons, leurs ennemis naturels présents sur les plantes hôtes. Plusieurs sorties sur le terrain ont été effectuées dans cinq stations différentes de la wilaya de Tissemsilt, entre le 10 février 2026 et le 17 mai 2026. Des échantillons comprenant des pucerons et leurs ennemis naturels présents sur les plantes hôtes ont été prélevés, puis identifiés au laboratoire. Les résultats ont montré la présence de 15 espèces de pucerons sur diverses plantes hôtes, ainsi que la présence de prédateurs naturels tels que les coccinelles et les syrphes. Il est également apparu que la densité des pucerons varie d'une région à l'autre en fonction des conditions environnementales et de la nature des plantes hôtes. Cette étude confirme le rôle essentiel et important des ennemis naturels dans la limitation de la propagation des pucerons dans l'écosystème, ainsi que la possibilité de les utiliser dans la lutte biologique à la place de la lutte chimique.

Mots-clés : Pucerons, interactions tri-trophiques, prédateurs, plantes hôtes, lutte biologique.

Abstract:

The aim of this study is to evaluate the three-way interactions between aphids, their natural enemies, on host plants. Several field trips were conducted at five different stations in the province of Tissemsilt between February 10, 2026, and May 17, 2026. Samples were collected that included aphids and natural enemies present on host plants, and their species were identified in the laboratory. The results revealed the presence of different aphid species on various host plants, as well as the presence of natural enemies such as ladybugs, and hoverflies. It was also found that aphid density varies from one area to another depending on environmental conditions and the nature of the host plants. This study confirms the fundamental and important role of natural enemies in limiting the spread of aphids in the ecosystem, and the potential for their use in biological control as an alternative to chemical control.

Keywords: aphids, three-way interactions, predators, host plants, biological control.

الملخص :

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم التفاعلات الثلاثية بين حشرات المن، وأعدائها الطبيعيين المفترسين، والطفيليات الموجودة على النباتات المضيضة. وقد تم إجراء عدة زيارات ميدانية في خمس محطات مختلفة بولاية تيسمسيلت، في الفترة ما بين 10 فبراير 2026 و 17 مايو 2026. وتم جمع عينات تضم حشرات المن و أعدائها الطبيعيين الموجودة على النباتات المضيضة، ثم تم تحديدها في المختبر. وأظهرت النتائج وجود 15 نوعاً من حشرات المن على نباتات مضيضة متنوعة، بالإضافة إلى وجود مفترسات طبيعية مثل الخنافس والذبابات. كما تبين أن كثافة حشرات المن تختلف من منطقة إلى أخرى حسب الظروف البيئية و طبيعة النباتات المضيضة. تؤكد هذه الدراسة الدور الأساسي والهام للأعداء الطبيعيين في الحد من انتشار حشرات المن في النظام البيئي، فضلاً عن إمكانية استخدامها في مكافحة البيولوجية بدلاً من المكافحة الكيميائية.

الكلمات المفتاحية: حشرات المن، التفاعلات الثلاثية التغذية، المفترسات، النباتات المضيضة، المكافحة البيولوجية.